

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería Marítima y
Ciencias del Mar**

**EFEECTO DE LA ESTRATEGIA DE ALIMENTACION CON
TIEMPO DEFINIDO SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA
CONVERSION ALIMENTICIA PARA TILAPIA ROJA
“*Oreochromis sp*” FASE ENGORDE**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO ACUICULTOR

Presentado por:

Arturo Wilfrido Arias Hidalgo

Guayaquil - Ecuador

2007

AGRADECIMIENTO

A DIOS

A mis Padres, por brindarme su apoyo.

A mi Esposa, hijas y hermanos. Que de alguna u otra manera me ayudaron para realizar este proyecto.

A Ecuador Marcillo G., Ing. mi director, agradezco su cooperación en la elaboración de esta tesis.

DEDICATORIA

A mis padres.

A mis hermanos.

A mi esposa.

A mis hijas

TRIBUNAL DE GRADO

Jerry Landivar., M.Sc.
Presidente del Tribunal

Ecuador Marcillo G., M.Sc.
Director de tesis

Blgo. Marcos Alvarez
Miembro del Tribunal

Marcelo Muñoz., Ph.D
Miembro del Tribunal

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a FIMYCM (Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamentos de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL)

Arturo Arias Hidalgo

RESUMEN

El presente trabajo estudia el efecto de una estrategia de alimentación con tiempo definido para tilapia roja (*Oreochromis sp*), valorando el crecimiento, conversión alimenticia, supervivencia e indicadores de producción en fase engorde.

Se evaluaron dos tratamientos con tiempos definidos de 15 minutos y 20 minutos de consumo de balanceado, comparando estas pruebas con la alimentación tradicional de tilapia, donde la dosis de balanceado es calculado en base a una curva de alimentación propia de la finca, a la vez fue el control del ensayo. Cada tratamiento tuvo cuatro replicas.

Se demostró diferencia significativa entre el control y la alimentación de 20 minutos de consumo, en el crecimiento diario, conversión alimenticia y en el costo de producción. Luego comparando el control con el tratamiento de 15 minutos de consumo se observo una diferencia significativa, donde el control presento mejor crecimiento que el tratamiento. Comparando entre los tratamientos la diferencia esta en el crecimiento diario fue muy bueno a favor del tratamiento de 20 minutos de consumo y analizando la conversión el tratamiento de 15 minutos de consumo fue la mas baja pero a la vez un pobre crecimiento diario.

En el ensayo se tomo en consideración que la única variable en juego es el consumo de balanceado, el resto de variables eran igual para todos los tratamientos como: forma de alimentación, frecuencia de alimentación, horario de alimentación, volumen de agua, toma de parámetros, forma de realizar los muestreos de peso y transferencia de juveniles a los estanques.

No se observó diferencia significativa en las supervivencias entre los tratamientos y el control. El costo más bajo por libra fue el del tratamiento de 20 minutos de consumo debido a su buen crecimiento.

Se concluye que los mejores resultados se obtuvieron con la prueba de 20 minutos de consumo diario y con estos resultados el negocio es económicamente rentable.

Los resultados indicaron que la calidad de agua en las piscinas fue apropiada durante todo el tiempo de cultivo, no se presentaron problemas de ninguna índole. En los datos de producción se pudo determinar que si hay un efecto alimentando con tiempos de consumo sobre el crecimiento diario, conversión alimenticia y en el costo de producción.

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL.....	xi
INDICE DE TABLAS.....	xii
INDICE DE GRAFICOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
INTRODUCCION.....	15
CAPITULO I	
1. Aspectos generales para el cultivo de tilapia	
1.1. Biología de la especie.....	18
1.2. Hábitat.....	19
1.3. Parámetro Físico – Químico.....	20
1.3.1. Oxígeno.....	20
1.3.2. Temperatura.....	21
1.3.3. Alcalinidad.....	22
1.3.4. Dureza.....	22
1.3.5. pH.....	23
1.3.6. Amonio.....	24
1.3.7. Nitritos.....	25
1.3.8. Dióxido de carbono.....	25
1.3.9. Gases tóxicos.....	25
1.3.10. Sólidos en suspensión.....	26
1.3.11. Fosfatos.....	26
1.3.12. Cloruros y sulfatos.....	26
1.4. Características generales que presenta la tilapia para su cultivo.....	27
1.5. Factores que afectan a los peces en cultivo.....	27

1.5.1. Factores Físicos.....	28
1.5.2. Factores Químicos	28
1.5.3. Factores Biológicos.....	29
1.5.4. Manejo.....	29

CAPITULO II

2. Sistemas de cultivos

1.1. Sistema extensivo.....	31
1.2. Sistema semi-intensivo.....	32
1.3. Sistema intensivo.....	33
1.4. Producción en jaulas.....	34

CAPITULO III

3. Alimentación

3.1. Productividad primaria.....	37
3.2. Requerimiento de alimentación según la mapa.....	39
3.3. Aspectos importantes sobre el alimento.....	40
3.4. Formas de alimentar.....	41
3.5. Horario de alimentación.....	42
3.6. Efecto de la temperatura sobre la alimentación de los peces.....	43

CAPITULO IV

4. Técnicas de alimentación con tiempos definidos

4.1. Método de cálculos de Biomasa.....	45
4.2. Alimentación ad-libitum.....	46
4.3. Alimentación a voluntad.....	46
4.4. Alimentación con tiempos.....	47

CAPITULO V

5. Técnicas de alimentación con tiempos definidos

5.1. Materiales y método.....	48
5.2. Procedimiento.....	52
5.3. Características generales del método.....	55
5.4. Cosecha y recolección de datos.....	55

CAPITULO VI

6. Análisis económicos

6.1. Inversión.....	56
6.2. Costo de producción.....	57
6.3. Proyección de ingresos.....	58
6.4. Escenario de flujo de caja.....	59
6.5. Evaluación de la rentabilidad.....	61
6.6. Análisis de costo beneficio.....	64

RESULTADOS.....	65
-----------------	----

CONCLUSIONES.....	75
-------------------	----

RECOMENDACIONES.....	77
----------------------	----

ANEXOS.....	79
-------------	----

BIBLIOGRAFIA.....	90
-------------------	----

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Diseño experimental del ensayo.....	50
Tabla 2. Área de las piscinas seleccionadas y sus tratamientos.....	50
Tabla 3: Inversiones y amortización del negocio para una hectárea.....	57
Tabla 4: Costos fijos y variables para una hectárea año.....	58
Tabla 5: Proyecciones de ingresos para una hectárea de producción.....	58
Tabla 6: Flujos de caja con tres diferentes escenarios.....	60
Tabla 7: Análisis de rentabilidad para el tratamiento control.....	61
Tabla 8. Análisis de rentabilidad para el tratamiento Prueba A.....	62
Tabla 9: Análisis de rentabilidad para el tratamiento Prueba B.....	62
Tabla 10: Comparación de la rentabilidad entre tratamiento para la toma de decisiones.....	63
Tabla 11: Evaluación costo/beneficio.....	64
Tabla 12: Principales parámetros Físicos – Químicos registrados en el Ensayo.....	65
Tabla 13: Datos promedios del crecimiento diario (g).....	68
Tabla 14: Análisis de ANOVA para el crecimiento diario.....	69
Tabla 15: Datos promedio de la conversión alimenticia.....	69
Tabla 16: Análisis de ANOVA para la conversión alimentación.....	70

Tabla 17: Datos promedios de la supervivencia.....	71
Tabla 18: Análisis ANOVA para la supervivencia.....	72
Tabla 19: Datos promedio de costo por libra producida.....	72
Tabla 20: Análisis ANOVA del costo por libra producida.....	73

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1: Curva de alimentación que se utiliza en la finca Fafra.....	53
Grafico 2: Consumo de balaceado Kg/ha/día del tratamiento control.....	66
Grafico 3: Consumo de balaceado Kg/ha/día del tratamiento prueba A.....	66
Grafico 4: Consumo de balaceado Kg/ha/día del tratamiento prueba B.....	67
Grafico 5: Comportamientos de la curva de alimentación para los Diferentes tratamientos.....	67
Grafico 6: Crecimiento diario por tratamiento.....	68
Grafico 7: Conversión alimenticia por tratamiento.....	70
Grafico 8: Porcentaje de supervisión por tratamiento.....	71
Grafico9: Costo por libra por tratamiento.....	73

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Plano de la finca Fafra.....	79
Anexo 2: Hoja Excel para registrar datos de producción.....	80
Anexo 3: Recolección de juveniles en pre-engordes.....	81
Anexo 4: Preparándose para el embarque.....	81
Anexo 5: Transporte juvenil en la capsula para transferencia.....	82
Anexo 6: Vaciando juvenil tilapia a la capsula	82
Anexo 7: Llegada del tractor agricola y capsula a la piscina de siembra..	83
Anexo 8: Colocando la ranfla a la capsula para la siembra.....	83
Anexo 9: Vaciando la capsula para sembrar piscina de engorde.....	84
Anexo 10: Siembra de piscina engorde.....	84
Anexo 11: Preparándose para la alimentación.....	85
Anexo 12: Primera rociada de balanceado y se toma el la hora.....	85
Anexo 13: Lleva dos minutos dispersando el alimento.....	86
Anexo 14: Terminando de dispersar el balanceado entre 7 – 8 minutos..	86
Anexo 15: Observando que se consuma todo el balanceado los peces..	87
Anexo 16: Tiempo calculado de consumo 24 minutos y el alimentador. Regresa a estacionar la canoa.....	87
Anexo 17: Tabla de Alimentación de Finca Fafra.....	88
Anexo 18: Datos obtenidos en la cosecha de las piscinas.....	89

INTRODUCCION

El éxito en el cultivo con mayor densidad para una mayor producción de peces depende, en gran medida de la gestión de la alimentación. Las formas de alimentación son muy variadas: en cuanto a tamaño de la ración, número de frecuencia alimenticia, hora y forma de suministro. (Boujard y Leatherland, 1992).

El modo de suministrar el alimento afecta de forma directa a distintos aspectos de un cultivo de peces, desde la tasa de crecimiento, los índices de conversión alimenticia del alimento hasta la contaminación. Por ello es interesante desarrollar y conocer estrategias que optimicen los aspectos positivos y minimicen los negativos dentro de las unidades de producción de tilapia.

Adecuar la alimentación al comportamiento alimentario resultará en una mejor utilización metabólica de la dieta, por lo que conocer el comportamiento metabólico ante diversas estrategias alimentarias puede ayudar a esta adecuación.

Estas características varían con diversos aspectos tales como: la especie, peso corporal, densidad de transferencia, tamaño de la ración, composición de la dieta, régimen de la alimentación y temperatura (Averett, 1969; Muir y Niimi, 1972; Hamada e Ida, 1973; Beamish, 1974; Elliott 1976; Caulton, 1978; Smith *et al.*, 1978; Vahl y Davenport, 1979; Brett y Groves, 1979; Jobling y Davies, 1980; Medland y Beamish, 1985; Le Grow y Beamish, 1986; Chakraborty *et al.*, 1992).

Es muy importante saber que el tema de alimentación es uno de los rubros mas altos y fluctúan entre el 50% al 75 % de los costos de producción, por lo tanto el tipo de alimento y las cantidades deben ser manejados con mucho cuidado para evitar costos excesivos.

El mantener condiciones necesarias para optimizar el crecimiento vs costos dentro de los parámetros rentables es la meta de la producción acuícola.

Hay algunas formas o métodos para alimentar a la tilapia, así tenemos:

Alimentación por el porcentaje de biomasa total de la población basándose en una tabla de referencia que va de acuerdo al tamaño del pez.

Alimentación a saciedad, es decir hasta que el pez se arte de comer que no ingiera más. Se toma a consideración que el consumo de alimento balanceado de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*) a saciedad es de aproximadamente de 30 minutos, donde los peces dejan de comer (Teicheret-Coddington, 1998).

Alimentación ad libitum, es decir alimentar demás con la finalidad que se alimenten todos los peces aunque exista excedente de balanceado.

Alimentación a voluntad, el pez se acostumbra a comer a cualquier hora por medio de comederos con palancas que el pez lo activa y consume el balanceado.

Alimentación con comederos flotantes, aquí el balanceado es distribuido en los diferentes comederos flotantes que existen en los estanques.

Alimentación con tiempos definidos, se acostumbra al pez a ingerir el balanceado por dosis con límite de tiempo que puede ser de 15, 20, 25 hasta 30 minutos. Con frecuencias de 2 a 3 veces al día.

Alimentación con comederos automáticos con propulsión, el alimento es distribuido en piscina con un mecanismo que expulsa el alimento a 15 a 20 metros de longitud.

El presente estudio, nos remitiremos a sexto ítems “Alimentación con tiempos definidos” donde el tiempo de consumo es de 15 y 20 minutos para la fase engorde.

El trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto que se tiene alimentando tilapia roja (*Oreochromis sp.*) con límite de tiempo definido de consumo de balanceado evaluando el: crecimiento diario, conversión alimenticia, supervivencia y rendimiento económico (costo por libra producida).

CAPITULO I

1. ASPECTOS GENERALES PARA CULTIVO DE TILAPIA ROJA

1.1. Biología de la especie.

El híbrido rojo de tilapia (*Oreochromis sp*) es un pez teleosteo del orden Perciforme, perteneciente a la familia Cichlidae (Alicorp, 2001).

La tilapia roja es un híbrido proveniente de líneas mejoradas partiendo de las cuatro especies más importantes del género *Oreochromis*. Las especies parentales del híbrido son: *O. aureus*, *O. niloticus*, *O. mossambicus* y *O. hornorum*. Por estar emparentadas entre sí, sus comportamientos reproductivo y alimenticio son similares. (Solla, 2000).

El desarrollo de este híbrido permitió obtener muchas ventajas sobre otras especies, como alto porcentaje de masa muscular, filete grande, ausencia de espinas intramusculares, crecimiento acelerado, adaptabilidad al ambiente, resistencia a enfermedades, excelente textura de carne y una coloración fenotípica de muy buena aceptación en el mercado. (Solla, 2000).

El número de huevos/hembra/desove en buenas condiciones es mayor de 100 huevos hasta un promedio de 1500 dependiendo de peso y edad de la hembra. La vida útil de los reproductores es de dos a tres años. (Solla, 2000)

Los peces adultos oscila entre 1000 – 3000 gramos, la madurez sexual la alcanza entre 4 a 6 meses para los machos y de 3 a 5 meses para la hembra. Los desoves de esta especie es de 5 – 8 veces al año (Alicorp, 2001).

1.2. Hábitat

Son especies aptas para los cultivos en zonas tropicales y subtropicales. Debido a su naturaleza híbrida, se adapta con gran facilidad en ambientes lénticos (aguas poco estancada), estanques, lagunas, reservorios y en general a medios confinados, la temperatura optima en aguas cálidas.

1.3. Parámetros Físicos - Químicos

1.3.1 Oxígeno.

Es el requerimiento más importante, al igual que la temperatura, para los cultivos de las especies hidrobiológicas. Su grado de saturación es inversamente proporcional a la altitud y directamente proporcional a la temperatura y el pH. El rango óptimo está por encima de los 4 ppm., medidos en la salida del estanque. (Alicorp, 2001).

Hay algunos factores que disminuyen el nivel de oxígeno disuelto en el agua:

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 conforman la productividad primaria).

Desgaseificación: 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 transferencia de "siembra".

La tilapia es capaz de sobrevivir a niveles bajos de oxígeno disuelto (1.0 mg/Lt), no obstante, el efecto de estrés al cual se somete es el principal causa de infecciones patológicas. Los niveles mínimos de oxígenos disueltos para mantener un crecimiento normal y baja mortandad deben ser a un nivel superior a los 3 mg/lt (Alicorp, 2001).

Las consecuencias de bajas de oxígeno son las siguientes:

Disminuye la tasa de crecimiento del pez.

Aumenta la conversión alimenticia.

Se produce inapetencia y letárgica.

Causa enfermedad al nivel de branquias.

Produce inmunosupresión y susceptibilidad a enfermedades.

Disminuye la capacidad reproductora.

1.3.2. Temperatura

Los peces son animales poiquilotermos (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 tilapia fluctúa entre 28°C y 32°C, con variaciones hasta 5°C.

Los cambios de temperatura afectan directamente a la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, mayor es la tasa metabólica y por ende mayor consumo de oxígeno.

Variaciones grandes de temperatura entre el día y la noche deben subsanarse con el suministro de alimentos con porcentajes altos de proteínas (30 %; 32%; etc.). (Meyer y Caamaño, 1999)

1.3.3. Alcalinidad

Es la concentración de carbonatos y bicarbonatos en el agua. Los valores de alcalinidad y dureza son aproximadamente iguales. La alcalinidad afecta la toxicidad del sulfato de cobre en tratamiento como alguicida.

Para valores por debajo de 20 ppm es necesario aplicar 200 g/m² de carbonato de calcio, entre dos y tres veces por año.

1.3.4. Dureza

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

Rango optimo para el cultivo de tilapia es de 50 - 350 ppm. Dureza por debajo de 20 ppm ocasiona problemas en el porcentaje de fecundidad controlándose este problema con carbonato de calcio (CaCO_3) o cloruro de calcio (CaCl).

Dureza por encima de 350 ppm se controlan con el empleo de zeolita en forma de arcilla en polvo, adicionada al sistema de filtración.

1.3.5. pH

Es la concentración de iones de hidrogeno en el agua. El rango optimo para el cultivo de tilapia esta entre 6.5 a 9. Valores por debajo o por encima de esta rango causan cambios de comportamiento en los peces como letárgica, inapetencia, disminuyen y retrasan la reproducción disminuyendo el crecimiento. (Alicorp, 2001).

Valores cercanos a cinco producen mortalidad en un periodo de 3 a 5 horas, por fallas respiratorias, además causan perdidas de pigmentación e incremento en secreción del mucus. (Alicorp, 2001).

Cuando se presentan niveles de pH ácidos el ion Fe^{++} se vuelve soluble afectando los arcos branquiales y disminuyendo los procesos de respiración, causando la muerte por anoxia.

El pH del agua fluctúa en un ciclo diurno principalmente influenciado por la concentración del CO_2 , por la densidad

del fitoplancton, la alcalinidad total y la dureza del agua. El pH para la tilapia debe ser neutro o muy cercano a neutro, con una dureza normalmente alta para proporcionar una buena condición de mucus en la piel de los peces. (Revelí, 2001).

1.3.6. Amonio

Es un producto de la excreción, orina de los peces o de la descomposición de la materia orgánica (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 (NH_3).

La toxicidad del amonio (NH_3), aumenta con la baja concentración de oxígeno, un pH alto (alcalino) y una temperatura alta.

Los valores de amonio deben fluctuar entre 0.01 a 0.1 ppm (valores cercanos a 2 ppm son críticos), los niveles de tolerancia para tilapia se encuentran en el rango de 0.6 a 2.0 ppm. (Alicorp, 2001).

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

1.3.7. Nitritos

Es un parámetro de vital importancia por su gran toxicidad y por ser un poderoso agente contaminante. Se genera en el proceso de transformación del amoniaco a nitrito y su toxicidad depende de la cantidad de cloruros, de la temperatura y de la concentración de oxígeno disuelto en el agua. Es necesario mantener la concentración por debajo de 0.1 ppm, haciendo recambios fuertes, limitando la alimentación y evitando las concentraciones altas de amonio en el agua. (Alicorp, 2001).

1.3.8. Dióxido de carbono

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

1.3.9. Gases tóxicos

Son gases producidos en los estanques por la degradación de materia orgánica. La concentración debe estar por debajo de los siguientes valores:

Sulfuro de hidrogeno: < 10 ppm.

Acido cianhídrico: < 10 ppm.

Gas metano: < 25 ppm.

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 puede controlar con la adición de cal y zeolita a razón de 40 Kg. /ha. Además del secado (entre cosechas).

1.3.10. Sólidos en suspensión

Aumenta la turbidez en agua, disminuyendo el oxígeno disuelto en el estanque. Los sólidos se deben controlar con sistemas de sedimentador y filtros.

De acuerdo con la concentración de sólidos disueltos podemos clasificar los estanques de la siguiente manera:

Estanques limpios: sólidos menores a 25 mg/Lt.

Estanques intermedios: sólidos entre 25 – 100 mg/Lt.

Estanques lodosos: sólidos mayores a 100 mg/Lt.

1.3.11. Fosfatos

Son productos de la actividad biológica de los peces y de la alimentación con concentrado (generalmente por sobrealimentación). Una concentración alta causa aumento en la población de fitoplancton provocando bajas de oxígeno por las noches. Su valor debe fluctuar entre 0.6 – 1.5 ppm como PO_4^- . Su toxicidad aumenta con un pH ácido. (Solla, 2000).

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 utilizados en las piscícolas. El límite superior para cada uno es 10 ppm y 18 ppm respectivamente. (Solla, 2000).

1.4. Características generales que presentan la tilapia para su cultivo.

Dentro de las principales características que presenta la tilapia son:

Curva de crecimiento rápido.

Se conocen en su gran mayoría los requerimientos nutricionales del pez en cada una de las fases de producción, fácilmente se adapta al alimento balanceado.

Tolera altas densidades de transferencia.

Tolerancia a condiciones extremas: resistencia a concentraciones bajas de oxígeno, niveles altos de amonio, valores bajos de pH.

Fácil manejo: resistente al manipuleo de "siembra", traslados, cosechas y manejo de reproductores.

Facilidad de reproducción, levante de reproductores y disponibilidad de alevines todo el año.

Buen fenotipo y fácil aceptación en el mercado.

Buenos parámetros de producción (conversión alimenticia ganancia es peso y supervivencia).

Disponibilidad en el área de reproductores y semilla.

1.5. Factores que afectan a los peces en el cultivo

1.5.1. Factores Físicos

Temperatura: las variaciones altas condicionan al animal, en especial a los híbridos rojos (*Oreochromis sp*) que son más susceptibles a la baja temperatura, provocando 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.

1.5.2. Factores Químicos

Contaminación con pesticidas, residuos de metales pesados, desperdicios agrícolas e industriales.

Desechos metabólicos como el amonio y nitritos, son altamente tóxicos.

Partículas en suspensión causan daño 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. (Alicorp, 2001).

1.5.3. Factores Biológicos

Nutrición

Microorganismos: bacterias, virus y parásitos.

Algas: algunas producen toxinas.

Animales acuáticos: los moluscos como los caracoles, son vectores de enfermedades y actúan como huéspedes intermediarios en el ciclo biológico de muchos parásitos.

1.5.4. Manejo

Densidad: en la actualidad se están intensificando los cultivos, incrementando la susceptibilidad de los peces al ataque de los distintos agentes patógenos.

Precauciones sanitarias: se deben realizar tratamiento preventivo previo al despacho y recepción de los alevines, así como medidas de cuarentena en reproductores.

Sistemas de filtración: evitar que ingresen organismos ajenos como caracoles, peces o huevos, que son transmisores de enfermedades y actúan también como depredadores.

CAPITULO II

2. SISTEMAS DE CULTIVOS

Los cultivos, según las especies seleccionadas, el grado tecnológico y la densidad de cultivo, podrán realizarse en aguas continentales (dulces y salobres) o en aguas marinas. Cada cultivo y de acuerdo a la especie elegida, se desarrolla en diferentes sistemas, dependiendo ello de la demanda en el mercado por el producto obtenido, de la clase de especie que se trate y del sitio donde se lo quiera desarrollar. (Sagyp. 2002).

2.1. Sistema Extensivo

Sistemas de bajos rendimientos. Este tipo de cultivo es de baja densidad, poca producción y sin aporte de alimento suplementario, usan poca tecnología y bajo nivel de insumos, no es importante

la talla final del pez, en tanto alcance tamaño comercial. Se utilizan estanques de 1 – 5 hectáreas con poco recambio. (Toledo, 2005)

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, cerdos y vacuno. Su productividad es baja y es difícil estimar cuanto será producido y en que tiempo.

2.2. Sistema Semi-intensivo

Sistema de mayor rendimiento. En este sistema de producción se utilizan estanques de 0.5 a 3 hectáreas con recambios de agua del 10 al 20 % diario del 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). Se obtiene una producción en el rango de 8 a 15 toneladas/ha/año con factores de conversión de 1.6 a 1.9 para peces de 770 gramos. Este sistema se utiliza insumos como alimento concentrado con niveles de proteína desde 35 a 30 % dependiendo de la fase de producción, fertilizante e incluso energía para bombeo. (Toledo, 2005)

En este sistema es muy importante el monitoreo de los niveles de amonio, pH, temperatura y el nivel de oxígeno disuelto.

2.3 Sistema Intensivo

Sistema de alto rendimiento. En este sistema se utilizan estanques pequeños de 1000 a 5000 m² con alto recambio de agua (recambios de 250 a 600 lts/seg.). Se obtiene rendimientos máximos de 90 Kg./m³. Para el éxito del cultivo bajo en esta 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 permita 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 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/lts., 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 suministrado con el alimento balanceado. (Toledo 2005).

En este sistema se utilizan alimentos extrusados flotantes con niveles de proteína de 30 – 35% con alta calidad de molienda, porcentajes de finos menores a 1%, y tamaño variados dependiendo del tamaño del pez. (Alicorp, 2001)

La producción del sistema intensivo va a depender de la cantidad de agua disponible así como de sus características. En un sistema intensivo se pueden producir en un rango de 20 – 120 ton./ha/ año.

2.4 Producción en Jaula

Sistemas de más alto rendimiento. 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 4m³), este método podría convertirse en el medio de expansión más importantes y simples en la producción de tilapia.

Se caracteriza por: evitar la reproducción, se puede utilizar machos y hembras en los cultivos, se puede 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. (Pérez y Castillo, 2001)

El cultivo de tilapia en jaulas puede desarrollarse en canales, lagunas, esteros, etc. Las características del medio en donde se instalan las jaulas va a depender de la intensificación del cultivo y el tipo de jaula a utilizar. En jaulas con un alto recambio (15 -25 cm./seg.) se puede lograr producir 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 g/día.

Las ventajas del cultivo en jaulas 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. (Pérez y Castillo, 2001)

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 es fácilmente desmontable.

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 específicos 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 hectáreas/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 facilitado en inventario. (Alicorp, 2001).

Dentro de las desventajas del cultivo en jaulas se encuentran:

Difícil manejo cuando se presentan oleajes intensivos.

Se requiere flujo constante de agua a través de las jaulas para la alimentación de metabolitos y para mantener niveles altos de oxígeno disuelto.

Existe total dependencia de la alimentación artificial.

Algunas veces se pueden presentar interferencia 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.

CAPITULO III

3. ALIMENTACION

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

La tilapia es omnívora y su requerimiento y tipo de alimento varían con la edad del pez.

3.1. Productividad primaria

Los alimentos que consumen los peces en su medio natural están compuestos de numerosos organismos vegetales (algas, plantas acuáticas, frutos, semillas, entre otros) y animales (micro crustáceos, larvas de insectos, moluscos, anfibios, peces, entre otros). En general, son ricos en energía y proteínas de alta calidad como fuente de minerales y vitaminas. (Olvera – Novoa, 2002).

La tilapia muestra hábitos alimenticios omnívoros (presenta cierta tendencia fitófago, tiene la capacidad de ajustarse a una dieta omnívora como estrategia de adaptación a las condiciones del medio). En su ambiente natural, los alevines y juveniles de tilapia se alimentan de pequeños invertebrados, especialmente crustáceos del zooplancton. Los adultos de tilapia, cuando se alimentan son más dependientes de las algas verdes azules (cianobacterias), diatomeas, y varios tipos de macrofitas y detritus orgánico. Pueden formar parte de su dieta pequeños insectos acuáticos, fitoplancton, detritus de origen diverso de los sedimentos del fondo e incluso bacterias del cieno. Además, reingiere materias fecales en condiciones de escasez de alimentos en el medio. (Sánchez, 2004).

La alimentación de las larvas de tilapia en sus primeros días de vida esta garantizada por los nutrientes contenidos en el saco vitelino, del cual dependerá durante una media de cinco días. Cuando la larva ha reabsorbido un 60 –75% del saco vitelino comienzan a buscar alimento de forma independiente.

Las tilapias son peces provistos de branquiespinas (protuberancias en el arco branquial) con los cuales los peces pueden filtrar el agua para obtener su alimentación consistiendo en algas y otros organismos acuáticos microscópicos. Los alimentos ingeridos pasan a la faringe donde son mecánicamente desintegrados por los dientes faringiales. Ellos trituran el alimento en pequeñas partículas. Esto ayuda en el proceso de absorción en el intestino, el cual mide de 7 a 10 veces más que la longitud del cuerpo del pez.

Se ha detectado en tilapias una sección del intestino con pH reducido. (Olvera – Novoa, 2002).

3.2. Requerimiento de alimento según la etapa

Los requerimientos energéticos de la tilapia no son muy altos debido a las siguientes características:

Son peces de sangre fría por lo tanto no necesitan energía para mantener su temperatura corporal.

Por encontrarse en un medio acuático, su actividad muscular es menor en relación con otros animales.

Sus movimientos son regulados (fácil de subir y bajar) por acción de la vejiga gaseosa.

El sistema metabólico para excretar es muy eficiente, por eso requiere menos energía en este proceso.

Las grasas constituyen el mayor recurso energético (hasta 2.25 veces mas que las proteínas). Las mismas que tienen que ser poliinsaturadas livianos y fácilmente asimilables, la relación proteína grasas es crucial para cualquier dieta.

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 proteína 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. 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:

El contenido de energía en la dieta.

El estado fisiológico del pez (edad, peso y madurez).

Factores ambientales (temperatura del agua, salinidad y oxígeno disuelto).

La calidad de la proteína (nivel y disponibilidad de aminoácidos esenciales).

Tasa de alimentación.

3.3. Aspectos importantes sobre el alimento

Hay que considerar lo siguiente:

El alimento representa entre el 50 - 70% de los costos de producción.

Un alimento mal manejado se convierte en el fertilizante más caro.

Un programa de 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 debe ser controlado y evaluado periódicamente para evitar los costos excesivos.

El sabor de la carne depende de la alimentación suministrada. La sub-alimentación hace que el animal busque el alimento del fondo y su carne adquiera un sabor desagradable.

3.4 Formas de Alimentar

Las formas de alimentar dependen directamente del: manejo, tipo de explotación, edad y los hábitos alimenticios 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, la dificultad para que ingiera la mayoría del 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, no les exige una gran actividad de desplazamiento 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 mas

recomendable es alimentar en la orilla de salida (desagüé) y en uno de los dos lados, con el fin de eliminar la mayor cantidad de heces cuando se realice recambios de agua en la compuerta de salida de la piscina.

Alimentación periférica: Se realiza por todas las orillas del estanque y se recomienda para peces mayores de 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, reloj automático, con bandejas, etc. Sin embargo, por su costo elevado se convierte en sistemas antieconómicos y sirven solamente en explotaciones donde se sobrepase la relación costo beneficio.

3.5. Horario 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.

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 come en exceso y no asimile adecuadamente el alimento. En sistema intensivo a súper intensivo el alimento debe permanecer menos de 1 a 1.5 minutos.

La transición de la dieta de los juveniles a la del adulto puede darse gradual o abrupta. La dieta natural de las tilapias adultas es omnívoros, sin embargo varia según la especie.

3.6. Efecto de la temperatura sobre alimentación de los peces

La temperatura ejerce un efecto acelerador de las reacciones químicas en general, y por tanto, en las metabólicas, aumentando el consumo de oxígeno de los peces, siendo este efecto mas acusado durante la alimentación. El aumento de temperatura agudiza los problemas de transporte de oxígeno en los peces. Una elevación de temperatura no solo reduce la solubilidad del oxígeno en el agua, sino también disminuye la afinidad hemoglobina-oxígeno, haciendo más difícil la transferencia de oxígeno entre el agua y la sangre.

El aumento de la tasa metabólica que se produce tras la alimentación puede depender no solo de la temperatura, sino de la cantidad ingerida, el tamaño de los peces, frecuencia de distribución del alimento, composición del mismo, estado sanitario del pez, etc. (Toledo, 2005).

CAPITULO IV

4. TECNICAS DE ALIMENTACION FASE ENGORDE

El modo de suministrar alimento afecta de forma directa a distintos aspectos de un cultivo de peces, desde la tasa de crecimiento, los índices de conversión del alimento hasta la contaminación ambiental. Por ello es interesante desarrollar y conocer estrategias que optimicen los aspectos positivos y minimicen los negativos.

Por lo tanto, la alimentación de los peces será manual observando su demanda del mismo, tomando en cuenta el tamaño del bocado, debiendo considerar las distintas medidas del pellet (alimento balanceado) adecuadas al tamaño de la boca del pez.

Muchos documentos científicos sobre alimentación de las crías de tilapia indican diferentes técnicas para alimentar entre estos tenemos:

4.1. Método del calculo Biomasa (Paletizado o Extrusado)

En una granja piscícola, la alimentación tradicional consiste en que la cantidad de alimento proporcionado a los peces es calculada como una fracción de la biomasa total de la población y divide la cantidad diaria en varias porciones para logra un crecimiento rápido de los peces.

Para realizar este cálculo se nenecita los siguientes datos:

Peso promedio actual de los peces, que se lo obtiene realizando muestreos de peso capturando una muestra representativa de la población.

Una tabla de referencia que indica el porcentaje tasa de alimentación que se requiere según el tamaño del pez.

Estimar el porcentaje de supervivencia actualmente y calcular la biomasa existente.

Para saber que cantidad de balanceado vamos a utilizar multiplicamos la biomasa existente por el porcentaje de biomasa según tabla.

4.2. Alimentación *ad-libitum*

Algunos documentos científicos indican que la alimentación de tilapia debe ser provista *ad-libitum*, es decir, en exceso con la finalidad de asegurar que el alimento este disponible para todos los peces aunque sobre balanceado. (Acuaciencia, 2004)

Este tipo de alimentación solo se lo utiliza en diseños experimentales de investigación y desarrollo. Pero para la parte productiva que esta en juego mucho capital no es recomendable utilizar esta estrategia.

4.3. Alimentación a voluntad

Otra modalidad que se menciona es que el alimento debe ser otorgado hasta que los animales dejen de comer, lo que se conoce como saciacion. Es decir que los peces comen a su voluntad y se acostumbran a comer a cualquier hora por medio de comederos flotantes, al voleo, maquinaria con palancas que el pez activa y consume balanceado. (Acuaciencia, 2004)

También es usado este tipo de alimentación en diseños experimentales para investigación y desarrollo. No recomendable para producción.

4.4. Alimentación con tiempos

Es una técnica de alimentación a voluntad (saciedad) pero con tiempos de consumo. Es decir restringimos el consumo de alimento del pez en un rango tiempo que puede ser 15, 20, 25 minutos con frecuencias de dos a tres veces al día. Cada dosis el pez debe consumir el alimento en el tiempo recomendado.

Se considera que el tiempo de consumo a saciedad de la tilapia es de 30 minutos

CAPITULO V

5. TECNICAS DE ALIMENTACION CON TIEMPOS DEFINIDOS

5.1. Materiales y Métodos

Las pruebas fueron llevadas a cabo en la finca Fafra de la Empresa Empacadora Nacional C.A. vía Machala Km. 84. Empresa que se dedica al cultivo de tilapia. El ensayo se realizo durante los años 2006 – 2007. (Anexo 1).

Se seleccionaron 12 piscinas de fase engorde, eligiéndose al azar cuatro piscinas para control, cuatro piscinas para la prueba de 15 minutos de consumo de balanceado y cuatro piscinas para la prueba de 20 minutos de consumo de balanceado. Cada tratamiento con tres replicas. (Tabla 1).

El tipo de sistema de cultivo utilizado es semi-intensivo, transfiriéndose a una densidad promedio de 1.21 peces/m², para todas las piscinas. (Tabla 2).

La finca provee agua para el llenado de las piscinas a través de un canal reservorio que es bombeada de un estero. Los recambios agua promedios para las estanques fueron de 10% al 15% diarios.

Se registraron los siguientes parámetros de calida de agua: diariamente, tres veces al día la temperatura del agua y la concentración de oxígeno disuelto (OD). Cada semana se registraba el pH del agua y la salinidad.

Semanalmente se realizaban muestreos de biométricos a todas las piscinas y los datos eran registrados en hoja electrónica Excel.

(Anexo 2).

Tabla 1: Diseño experimental del ensayo

CONTROL	PRUEBA 1	PRUEBA 2
1 Consumo de balanceado según tabla de alimentación de finca	2 Consumo de balanceado en 15 minutos	3 Consumo de balanceado en 20 minutos
4 Consumo de balanceado según tabla de alimentación de finca	5 Consumo de balanceado en 15 minutos	6 Consumo de balanceado en 20 minutos
7 Consumo de balanceado según tabla de alimentación de finca	8 Consumo de balanceado en 15 minutos	9 Consumo de balanceado en 20 minutos
10 Consumo de balanceado según tabla de alimentación de finca	11 Consumo de balanceado en 15 minutos	12 Consumo de balanceado en 20 minutos

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

Tabla 2: Áreas de las piscinas seleccionadas y sus tratamientos

	PISCINAS	AREA (Ha.)	POBLACION Nº peces	Dens. Siembra Und/m²	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)
CONTROL	E-6	4.83	60830	1.26	171.08	926.6
	E-24	9.06	104263	1.15	213.98	852.1
	E-28	10.62	135961	1.28	207.42	812.9
	E-29	8.92	109816	1.23	305.57	942.1
PROMEDIOS		8.4	102718	1.23	225	883
Prueba A Consumo de 15 minutos	E-1	7.74	103094	1.33	180.84	743.1
	E-4	6.8	78200	1.15	233.02	835.3
	E-8	9.95	115374	1.16	208.38	607.8
	E-19	12.35	154375	1.25	164.42	566.4
PROMEDIOS		9.2	112761	1.22	197	688
Prueba B Consumo de 20 minutos	E-5	4.81	55400	1.15	228.88	1128.6
	E-9	5.53	65597	1.19	267.79	1058.1
	E-10	5.18	59855	1.16	341.49	1146.3
	E-25	6.2	72879	1.18	271.06	995.7
PROMEDIOS		5.4	63433	1.17	277	1082

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

El balanceado extrusado para tilapia fue elaborado en la fábrica Pronaca. El tipo de alimento fue igual para todas las piscinas donde se considero la variación de proteínas de acuerdo al tamaño del pez. Para tilapia de tamaño menor a 350 gramos se alimenta con balanceado engorde 1 con el 30% de proteínas con diámetro de pellet 6.5 mm; si el tamaño se encuentra entre 350 – 549 gramos se alimentaba con balanceado engorde 2 con el 28% de proteínas con diámetro de pellet 6.5 mm, cuando el tamaño es mayor a 549 gramos se alimentaba con balanceado engorde 3 con el 26% de proteínas con diámetro de pellet 9.5 mm.

Los peces obtenidos para las pruebas fueron de la misma empresa, reversados (machos). Estos ejemplares fueron transferidos de pre-engordes a engordes.

La forma de alimentar fue igual para todas las piscinas, a la misma hora, por el mismo lugar y la frecuencia de alimentación dos veces al día.

La única variable en juego en este ensayo es el consumo de balanceado: El control fue una alimentación tradicional en base a la curva de alimentación propia de la finca Fafra (ANEXO 17) donde fue comparado con dos pruebas de consumo de balanceado con tiempos.

La prueba A: 15 minutos de consumo de balanceado.

La prueba B: 20 minutos de consumo de balanceado.

Manteniendo así el ensayo hasta que los peces alcancen un tamaño comercial (800-900 gramos) donde se considera un ciclo de alrededor de 220 días.

Los datos fueron registrados en una hoja electrónica Excel. Los datos de parámetros físico-químicos del agua, crecimiento diario, conversión alimenticia, supervivencia, costo por libra, fueron sometidos a análisis estadísticos aplicando ANOVA simple, considerando valores de $p < 0.05$ eran indicativos de una diferencia significativa.

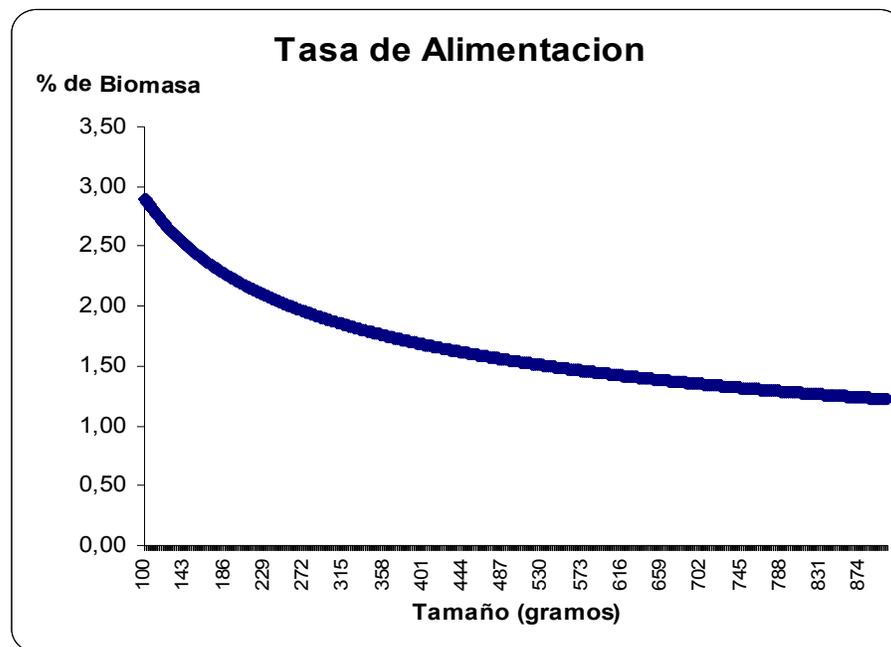
5.2. Procedimiento

Transferencia de juveniles: los peces proviene de los pre-engordes de la misma finca, para el transporte de los peces se utilizaron capsulas de 5 m³ transportando una biomasa de 125 - 135 Kg. /m³., con oxígeno. Una vez que llega a la piscina de “siembra” se baja el nivel del tanque, mientras se coloca una ranfla donde se deslizan los peces para luego “sembrarlos” (Anexos 3, 4, 5, 6, 7 8, 9, 10). Para saber si la cantidad de peces que se transportaban en las capsulas eran normales se coloca una japa grande donde se vaciaba una capsula al azar y luego con personal se contaba los peces para ver el margen de error de siembra que estuvo alrededor de 0.34% a 1% y lo normal de mortalidad en transferencia es menor a 1.5%.

ALIMENTACION: Para el cálculo de alimento del tratamiento control se necesita los siguientes datos: tamaño promedio del pez, porcentaje de

supervivencia estimada para calcular la biomasa y la tabla de alimentación (Anexo 17) para dosificar. (Grafico 1).

Grafico 1: Curva de la tabla de alimentación que se utiliza en finca Fafra



Fuente: Datos obtenidos de la experiencia de la finca.

Para alimentar las pruebas A y B (consumos por tiempos) se empezó utilizando un saco de balanceado con la finalidad de buscar actividad de consumo de alimento por parte de los peces recién transferidos.

Una vez que se observe actividad de consumo en la piscina que puede ser al segundo día o mas, dependiendo del stress de transferencia de los peces de la piscina, se empieza a tomar el tiempo de consumo.

El tiempo se los empieza a tomar desde los primera esparcida del balanceado, luego una vez que se distribuye todo el alimento en la piscina en línea recta se para la canoa unos dos metros de la última esparcida y espera observando hasta que se coma todo el balanceado para luego tomar el tiempo. (Anexos 11, 12, 13, 14, 15, 16).

Si el tiempo de consumo es igual al recomendado no se sube ni se baja la dosis; pero si el tiempo de consumo es mayor del recomendado entonces se baja la dosis y si es menor de lo recomendado se aumenta la dosis. Para el cálculo del aumento o disminución de la dosis se utiliza una simple regla de tres. Ejemplo: si una piscina consume 6 sacos en 25 minutos ¿Cuánto debe comer en 20 minutos? Resp: 4.8 aprox. 5 sacos.

Este control debe realizarse a diario y continuar hasta el final del ciclo.

La alimentación tanto el control como las pruebas tiene sus restricciones de acuerdo a toma de oxígeno de la mañana y es de la siguiente manera:

Oxígeno disuelto de 2,5 – 3,0 ppm se dará una sola dosis.

Oxígeno disuelto de 2,0 – 2,5 ppm se dará alimento según la decisión que se tome después del medio día de acuerdo a la actividad de la piscina.

Oxígeno disuelto menor a 2 ppm se suspende la alimentación del día.

Para la toma de datos diario a cada alimentador se le proporciona tablillas de anotación.

5.3. Características generales del método.

Para esta técnica se debe considerar lo siguiente:

Tener un recurso humano (alimentadores) competitivos, capaces de realizar un buen trabajo, que generen ideas.

Recurso humano de categoría importante (supervisores de piscina).

Motivar al personal para su alta responsabilidad.

Tener un índice de medición para esta actividad.

5.4. Cosecha y recolección de datos

En esta fase final se la realizo una vez cumplido el ciclo de cultivo y el peso promedio recomendable para cosecha es mayor de 750 gramos. Tamaño optimo para la entrega del producto entero eviscerado o fileteado.

La perdida de peso para el caso eviscerado con cabeza es del 12%, mientras que para el filete pelado se encuentra entre el 60 y el 66% (Popma y Lovshin, 1994; Isla Pé, 1997).

El producto se lo envía vivo a la planta de procesamiento ya que el mercado es exportar filete fresco y uno de los requisito es mantener características organolépticas en forma óptima.

Los datos de cosecha fueron registrados en una hoja electrónica Excel. (ANEXO 18).

CAPITULO VI

6. ANALISIS ECONOMICOS

La evaluación económica y financiera de un proyecto productivo y comercial acuícola, comprende la planificación de actividades, la inversión de los recursos de capital para iniciar el emprendimiento productivo, del que habitualmente se espera obtener beneficios durante un periodo de tiempo determinado.

Este capítulo tiene como objetivo principal de brindar información al inversor sobre la factibilidad económica de la actividad acuícola.

6.1. Inversión

La evaluación de un proyecto de inversión, debe efectuarse sobre sucesos que se desarrollaran en el futuro, por lo tanto deben estimarse, precios, rendimientos y la vida útil de los factores que se evalúan. Esto plantea la necesidad de utilizar pronósticos a mediano y

largo plazo, especialmente de los precios futuros, lo cual significa adoptar criterios acordes a una evolución normal de los mercados.

Se calculo el valor de la inversión de la compra de una hectárea de tierra y puesta en funcionamiento. (Tabla 3).

Tabla 3: Inversiones y amortizaciones del negocio para una hectárea de tierra.

INVERSIONES											
	Año 0	Año1	Año 2	Año3	Año4	Año5	Año6	Año7	Año8	Año9	Año10
1 ha. De tierra	5000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Insumos con amortizacion	8000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Insumos sin amortizacion	8000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	21000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

AMORTIZACION DE INVERSION											
	Año 0	Año1	Año 2	Año3	Año4	Año5	Año6	Año7	Año8	Año9	Año10
1 ha. De tierra		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Insumos con amortizacion		800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
Insumos sin amortizacion		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

6.2. Costo de producción

Los costos de producción son anuales y compuestos por los gastos propios de la actividad: juveniles, alimento, tratamiento sanitario preventivo, energía eléctrica, combustible, reparaciones y conservación de bienes, mantenimiento, seguros y patentes.

(Tabla 4)

Tabla 4: Costos fijos y variables para una hectárea año

COSTOS FIJOS											
	Año 0	Año1	Año 2	Año3	Año4	Año5	Año6	Año7	Año8	Año9	Año10
Costo fijo /ha/ día		11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Año (días)		365	365	365	365	365	365	365	365	365	365
Costo fijo/ha/ año		4015	4015	4015	4015	4015	4015	4015	4015	4015	4015
COSTOS VARIABLES											
	Año 0	Año1	Año 2	Año3	Año4	Año5	Año6	Año7	Año8	Año9	Año10
Costo Balanceado (\$/Kg) CONTROL		0.346	0.346	0.346	0.346	0.346	0.346	0.346	0.346	0.346	0.346
Costo Balanceado (\$/Kg) Prueba A		0.354	0.354	0.354	0.354	0.354	0.354	0.354	0.354	0.354	0.354
Costo Balanceado (\$/Kg) Prueba B		0.338	0.338	0.338	0.338	0.338	0.338	0.338	0.338	0.338	0.338
Conversion Alimenticia (CONTROL)		2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44
Conversion Alimenticia (Prueba A)		1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74
Conversion Alimenticia (Prueba B)		1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
Total Balanceado/año (CONTROL)		34015.8	34015.8	34015.8	34015.8	34015.8	34015.8	34015.8	34015.8	34015.8	34015.8
Total Balanceado/año (Prueba A)		22931.7	22931.7	22931.7	22931.7	22931.7	22931.7	22931.7	22931.7	22931.7	22931.7
Total Balanceado/año (Prueba B)		37735.5	37735.5	37735.5	37735.5	37735.5	37735.5	37735.5	37735.5	37735.5	37735.5
Total Costo Balanceado (CONTROL)		11769.5	11769.5	11769.5	11769.5	11769.5	11769.5	11769.5	11769.5	11769.5	11769.5
Total Costo Balanceado (Prueba A)		8117.82	8117.82	8117.82	8117.82	8117.82	8117.82	8117.82	8117.82	8117.82	8117.82
Total Costo Balanceado (Prueba B)		12754.6	12754.6	12754.6	12754.6	12754.6	12754.6	12754.6	12754.6	12754.6	12754.6
Costo del Juvenil (\$/Und)		0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Juveniles / ha.		12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000
Total Costo Juvenil/año		4384.8	4384.8	4384.8	4384.8	4384.8	4384.8	4384.8	4384.8	4384.8	4384.8
COSTO TOTAL VARIABLE (CONTROL)		16154.3									
COSTO TOTAL VARIABLE (Prueba A)		12502.6									
COSTO TOTAL VARIABLE (Prueba B)		17139.4									
TOTAL COSTO DE PRODUCCION (CONTROL)		20169.3									
TOTAL COSTO DE PRODUCCION (Prueba A)		16517.6									
TOTAL COSTO DE PRODUCCION (Prueba B)		21154.4									

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

6.3. Proyección de ingresos

Los ingresos proyectados son anuales, y se esta considerando la venta por libra a \$ 0.90 y con rendimiento de libra/ha de acuerdo a los escenarios (control, prueba "A", prueba "B"). Se considera también que la cosecha al año es de 1,72 ciclo/año. (Tabla 5)

Tabla 5: Proyecciones de ingreso para una hectárea de producción.

INGRESOS											
	Año 0	Año1	Año 2	Año3	Año4	Año5	Año6	Año7	Año8	Año9	Año10
Precio de venta (\$ / Kg)		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Produccion Lbs/ha (CONTROL)		17626	17626	17626	17626	17626	17626	17626	17626	17626	17626
Produccion Lbs/ha (Prueba A)		16663	16663	16663	16663	16663	16663	16663	16663	16663	16663
Produccion Lbs/ha (Prueba B)		23976	23976	23976	23976	23976	23976	23976	23976	23976	23976
Ciclo / año		1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74
Ingresos (CONTROL)		8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365
Ingresos (Prueba A)		7907	7907	7907	7907	7907	7907	7907	7907	7907	7907
Ingresos (Prueba B)		11378	11378	11378	11378	11378	11378	11378	11378	11378	11378

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

6.4. Escenario de Flujo de caja

Se entiende como flujo de caja los montos ingresados y egresados de la caja del proyecto por todo concepto y si todo parece indicar que los planes de procesamiento van a producir una buena utilidad, se está casi listo para proceder con el negocio. Sin embargo también se necesita realizar un análisis de flujo de caja con el propósito de estar seguro que los recursos en efectivo o préstamos al banco son suficientes para satisfacer las necesidades en forma sostenida.

Se establecieron escenarios hipotéticos:

- a) Sin variar los costos fijos y variables en la prueba control.
- b) Variando los valores de costos fijos en un 10 % para las pruebas A y B de consumo de balanceado.

(Tabla 6)

Tabla 6: Flujos de caja con tres diferentes escenarios

ANALISIS FLUJO DE CAJA: Escenario CONTROL											
	ANO 0	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
INGRESOS	0	10576	10576	10576	10576	10576	10576	10576	10576	10576	10576
Costos Fijos	0	-4015	-4015	-4015	-4015	-4015	-4015	-4015	-4015	-4015	-4015
Costos Variables	0	-1586	-1586	-1586	-1586	-1586	-1586	-1586	-1586	-1586	-1586
Amortizaciones	0	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1
Flujo de caja antes de impuestos	0	4174	4174	4174	4174	4174	4174	4174	4174	4174	4174
Impuestos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo de caja despues de impuestos	0	4174	4174	4174	4174	4174	4174	4174	4174	4174	4174
Amortizaciones	0	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
Inversiones	-21000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor residual Presente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo de caja neto	-21000	4974	4974	4974	4974	4974	4974	4974	4974	4974	4974
Flujo acumulado	-21000	-16026	-11051	-6077	-1103	3871	8846	13820	18794	23768	28743

ANALISIS FLUJO DE CAJA: Escenario Prueba A											
	ANO 0	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
INGRESOS	0	9998	9998	9998	9998	9998	9998	9998	9998	9998	9998
Costos Fijos	0	-4015	-4015	-4015	-4015	-4015	-4015	-4015	-4015	-4015	-4015
Costos Variables	0	-1500	-1500	-1500	-1500	-1500	-1500	-1500	-1500	-1500	-1500
Amortizaciones	0	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1
Flujo de caja antes de impuestos	0	3683	3683	3683	3683	3683	3683	3683	3683	3683	3683
Impuestos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo de caja despues de impuestos	0	3683	3683	3683	3683	3683	3683	3683	3683	3683	3683
Amortizaciones	0	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
Inversiones	-21000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor residual Presente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo de caja neto	-21000	4483	4483	4483	4483	4483	4483	4483	4483	4483	4483
Flujo acumulado	-21000	-16517	-12034	-7551	-3067	1416	5899	10382	14865	19348	23831

ANALISIS FLUJO DE CAJA: Escenario Prueba B											
	ANO 0	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
INGRESOS	0	14386	14386	14386	14386	14386	14386	14386	14386	14386	14386
Costos Fijos	0	-4015	-4015	-4015	-4015	-4015	-4015	-4015	-4015	-4015	-4015
Costos Variables	0	-2158	-2158	-2158	-2158	-2158	-2158	-2158	-2158	-2158	-2158
Amortizaciones	0	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1	-800.1
Flujo de caja antes de impuestos	0	7413	7413	7413	7413	7413	7413	7413	7413	7413	7413
Impuestos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo de caja despues de impuestos	0	7413	7413	7413	7413	7413	7413	7413	7413	7413	7413
Amortizaciones	0	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
Inversiones	-21000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor residual Presente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo de caja neto	-21000	8213	8213	8213	8213	8213	8213	8213	8213	8213	8213
Flujo acumulado	-21000	-12787	-4574	3638	11851	20064	28277	36489	44702	52915	61128

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

6.5. Evaluación de la rentabilidad

En base a los coeficientes técnicos y experiencia acumulada de la finca, se utilizó un programa de análisis de rentabilidad y sensibilidad (Software para Evaluación de Proyectos de Inversión Productivos) estimando una producción en los 10 próximos años de la siguiente forma (Tabla 7, 8, 9, 10):

Parámetros del proyecto

Año comienzo: 2006

Periodos a calcular: 10 años

Tasa de Descuento (% anual): 15

Tasa de preinversión (% anual): 15

Valor residual del Proyecto: Calcular el flujo de Caja Neto Futuro.

Tabla 7: Análisis de rentabilidad para el tratamiento control.

VAN (o VPN) (\$)	3964.66
TIR (% anual)	19.80
TIR MODIFICABLE (% anual)	17.01
PERIODO DE REPAGO	4.22
PERIODO REPAGO CON DESCUENTO	7.19

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

Regla de decisión: Con una tasa de descuento del 15% anual VAN (o VPN) \$ > 0 entonces debe aceptarse el proyecto.

Tabla 8: Análisis de rentabilidad para el tratamiento Prueba A.

VAN (o VPN) (\$)	1499.79
TIR (% anual)	16.85
TIR MODIFICABLE (% anual)	15.80
PERIODO DE REPAGO	4.68
PERIODO REPAGOCON DESCUENTO	8.69

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

Regla de decisión: Con una tasa de descuento del 15% anual VAN (o VPN) $\$ > 0$ entonces debe aceptarse el proyecto.

Tabla 9: Análisis de rentabilidad para el tratamiento Prueba B.

VAN (o VPN) (\$)	20217.94
TIR (% anual)	37.49
TIR MODIFICABLE (% anual)	25.71
PERIODO DE REPAGO	2.56
PERIODO REPAGOCON DESCUENTO	3.48

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

Regla de decisión: Con una tasa de descuento del 15% anual VAN (o VPN) $\$ > 0$ entonces debe aceptarse el proyecto.

Tabla 10: Comparación de rentabilidad entre tratamientos para la toma de decisiones.

VAN (o VPN) (\$) (CONTROL)	3964.66
VAN (o VPN) (\$) (PRUEBA A)	1499.99
VAN (o VPN) (\$) (PRUEBA B)	20217.94

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

Toma de decisión: todos los tratamiento son aceptables con una tasa de descuento al 15% anual, VAN (o VPN) > 0. Pero hay que evaluar entre los tratamientos.

$VAN (o VPN) (\$) (CONTROL) < VAN (o VPN) (\$) (PRUEBA A)$

$VAN (o VPN) (\$) (CONTROL) < VAN (o VPN) (\$) (PRUEBA B)$

$VAN (o VPN) (\$) (PRUEBA A) < VAN (o VPN) (\$) (PRUEBA B)$

Se concluye que el proyecto más conveniente es el tratamiento Prueba B (20 minutos de consumo de balanceado).

6.6. Análisis del Costo/Beneficio del Método.

Tabla 11: Evaluación costo/beneficio del método por consumo de balanceado

PARAMETROS	CONTROL TABLA DE ALIMENTACION	PRUEBA "A" CONSUMO 15 MINUTOS	PRUEBA "B" CONSUMO 20 MINUTOS
Produccion por Hectarea (Lbs/Ha)	17626,42	16663,27	23975,63
Precio del Filete (US\$/ Lbs)	1,2	1,2	1,2
Ingresos Totales (US\$)	21151,704	19995,924	28770,756
Conversion Alimenticia	2,44	1,74	1,99
Consumo de Alimento (kg/Ha)	12672	8600	15210
Costo de Balanceado (US\$/Kg)	0,346	0,354	0,338
Costo Total de Balanceado (US\$/Ha.)	4384,512	3044,4	5140,98
Juvenil por Hectarea	12304	12229	11672
Costo del Juvenil (US\$/juv)	0,24	0,21	0,28
Costo Total del Juvenil (US\$/Ha.)	2952,96	2568,09	3268,16
Ciclo (días)	262	254	257
Costo Fijo /Ha. /Dia	11	11	11
Costo Fijo Total	2882	2794	2827
Costo por aumento de sueldo Alimentador (\$/dia)		3,5	3,5
Costo por Aumento de Sueldo Alimentador (Ha./dia)		889	899,5
COSTO TOTAL	10219,472	9295,49	12135,64
UTILIDAD (US\$)	10932,232	10700,434	16635,116
UTILIDAD ADICIONAL (US\$)		-231,798	5702,884

RELACION

UTILIDAD ADICIONAL / COSTO AUMENTO SALARIO		-0,26	6,34
--	--	-------	------

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

RESULTADOS

- La densidad de transferencia y los pesos promedios para este ensayo no demostraron diferencia significativa entre los tratamientos ($p < 0.05$).
- **Calidad del agua**

Los resultados de la calidad del agua se presentan en la Figura 9. Los datos indican que lo largo del ensayo los parámetros físico-químicos se mantuvieron dentro de los límites óptimos del requerimiento de la especie, el pH presentó la menor variación al igual la temperatura y el oxígeno disuelto no así con la salinidad.

Tabla 12: Principales parámetros Físicos –Químicos registrados en el ensayo

CONTROL					
PARAMETRO	P.m.	Max.	Min.	D.S.	C.V.
OD (mg/lit)	4,16	6,60	2,62	0,96	22,99
Temp. (°C)	26,35	28,72	23,88	1,53	5,80
Turbidez (cm)	40,86	55,21	31,10	5,81	14,21
Salinidad (ppt)	16,91	29,25	3,00	10,11	59,79
pH	7,85	8,58	7,30	0,33	4,23

PRUEBA A					
PARAMETRO	P.m.	Max.	Min.	D.S.	C.V.
OD (mg/lit)	4,23	6,70	2,82	0,86	20,38
Temp. (°C)	25,53	28,07	22,96	1,28	5,01
Turbidez (cm)	39,88	50,22	29,76	5,03	12,62
Salinidad (ppt)	20,74	29,75	7,00	7,81	37,65
pH	7,72	8,25	7,38	0,22	2,85

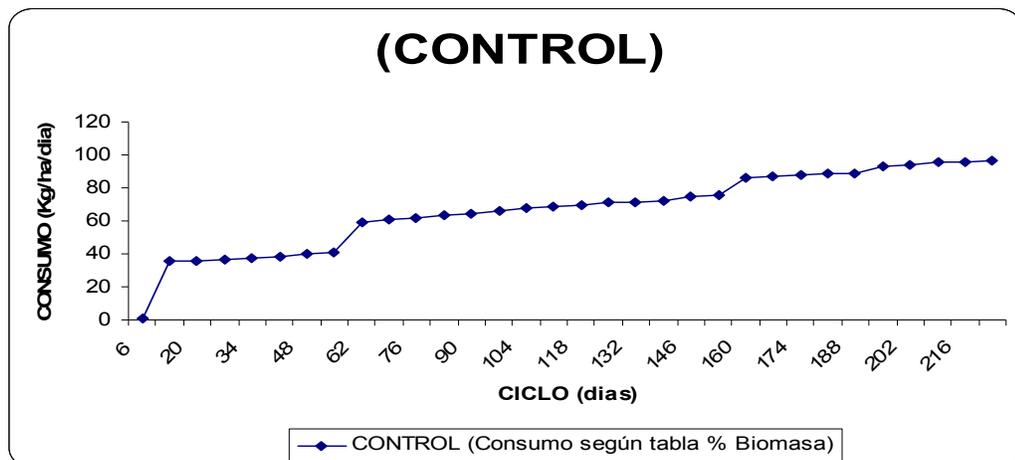
PRUEBA B					
PARAMETRO	P.m.	Max.	Min.	D.S.	C.V.
OD (mg/lit)	4,02	5,92	2,53	0,85	21,16
Temp. (°C)	26,50	28,75	23,91	1,47	5,53
Turbidez (cm)	40,92	56,60	27,68	6,61	16,16
Salinidad (ppt)	15,05	29,00	3,00	9,56	63,54
pH	7,81	8,40	7,35	0,29	3,72

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

- **Consumo de balanceado**

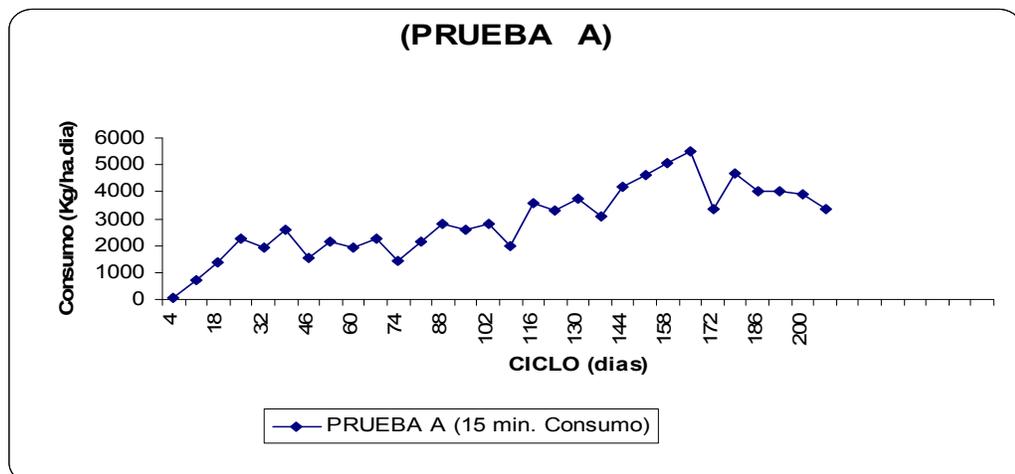
El grafico 2, 3, 4 nos demuestra como fue el comportamiento del consumo de balanceado en los diferentes tratamientos y el grafico 5 nos demuestra como estuvo el consumo de balanceado con respecto a la tabla de alimentación de la finca Fafra.

GRAFICO 2: Consumo de balanceado Kg./ha/día del tratamiento control

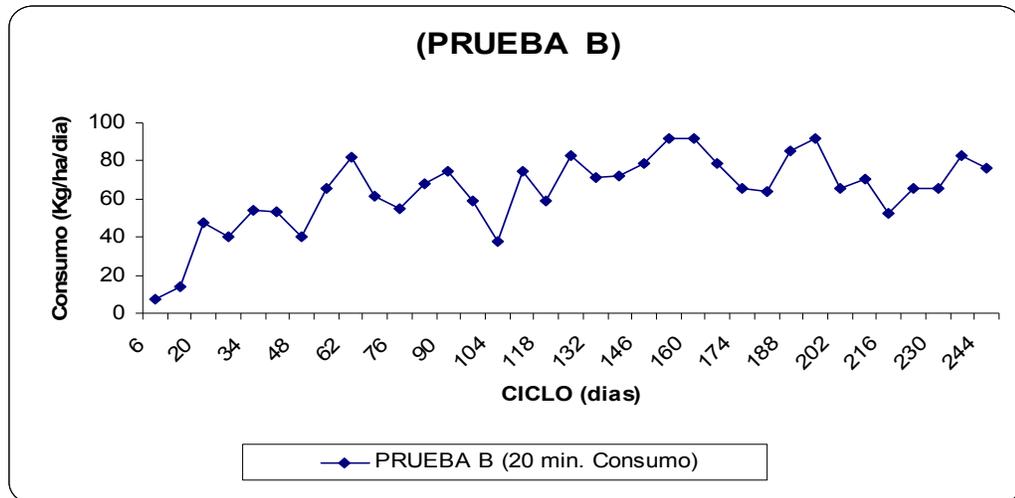


Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

GRAFICO 3: Consumo de balanceado Kg./ha/día del tratamiento prueba A

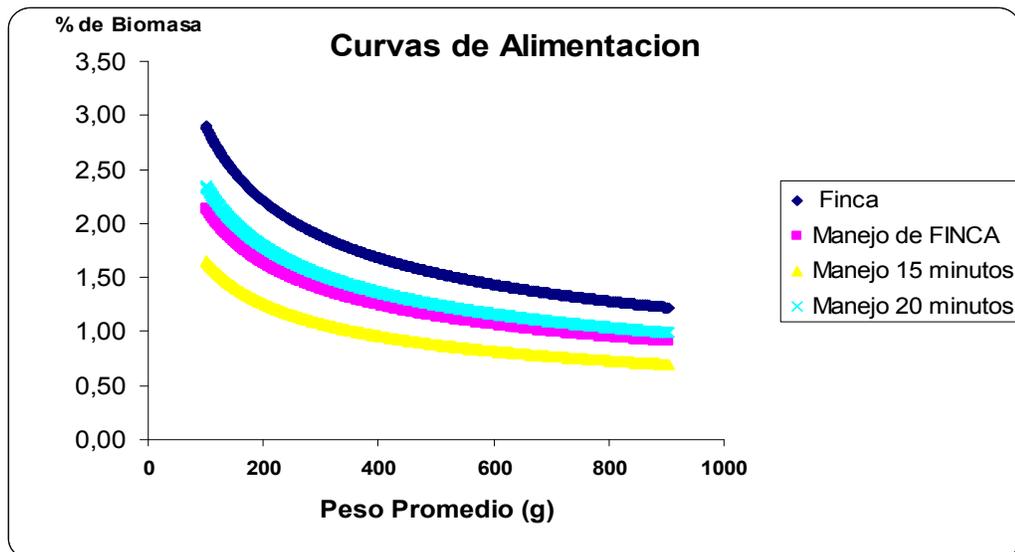


Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

GRAFICO 4: Consumo de balanceado Kg./ha/día del tratamiento prueba B

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

Grafico 5: Comportamientos de la curvas de alimentación para los diferentes Tratamientos.



Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

- **Crecimiento diario**

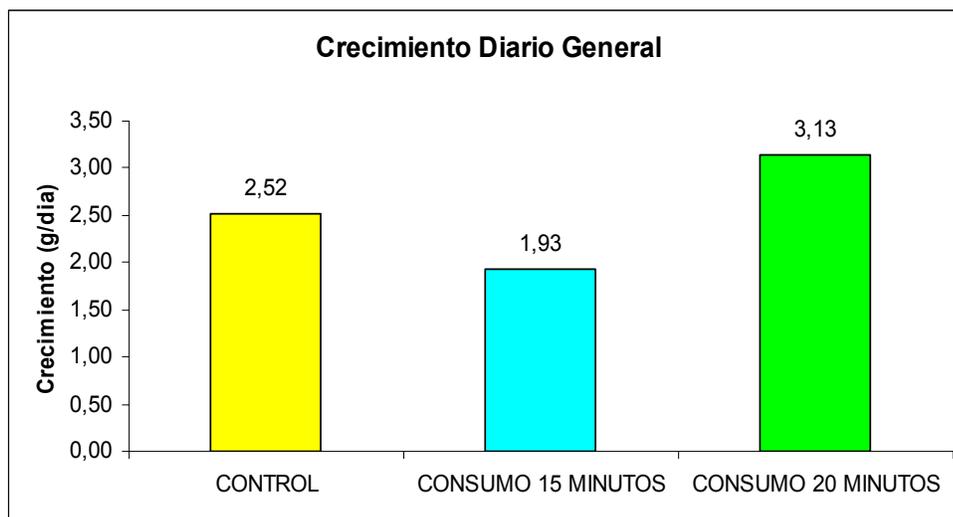
En la Tabla 9 muestra el resultado del crecimiento diario (gramos) y aplicando ANOVA (Tabla 10) nos demuestra que si hay una diferencia significativa ($P < 0,05$) entre los tratamientos de la prueba B con el control y una diferencia entre las prueba A y B (Grafico 3)

Tabla 13: Datos promedios del crecimiento diario (g)

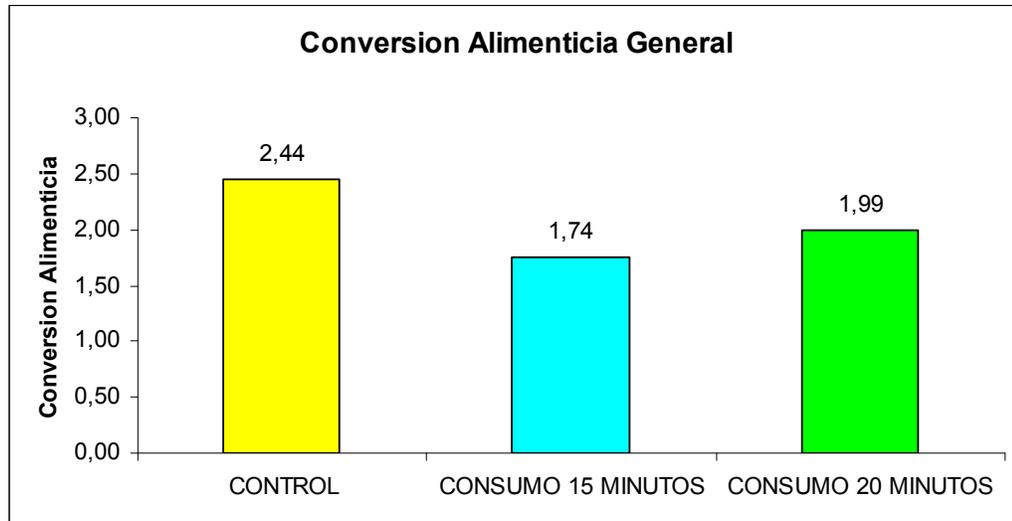
	Control	Prueba A	Prueba B
Replica 1	2,6	1,9	3,2
Replica 2	2,4	2,3	3,3
Replica 3	2,6	1,8	3,2
Replica 4	2,5	1,7	2,8
x	2,52	1,93	3,13
DS	0,11	0,25	0,25

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

Grafico 6: Crecimiento diario por tratamiento



Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

Grafico 7: Conversión Alimenticia por tratamiento

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

Tabla 16: Análisis de ANOVA para la conversión alimenticia

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	PROMEDIO DE CUADRADOS	F	F Prob.
ENTRE -GRUPOS	2	1,013016667	0,506508333	15,8421373	4,25649473
INTRA-GRUPOS	9	0,28775	0,031972222		
TOTAL	11	1,300766667			

DIFERENCIA VERDADERAMENTE SIGNIFICATIVA (DVS) DE TUKEY

n=4
k = 3

(N-n) = 9
p < 0,05 (3,95)

CMresidual = 0,03197222

HIPOTESIS	Diferencia entre medias	DVS	Decision Estadísticas
Ho: u1=u2	0,7025	0,35315	**Hay diferecia
Ho: u1=u3	0,4500	0,35315	**Hay diferecia
Ho: u2=u3	0,2525	0,35315	No hay diferencia

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

- **Supervivencia**

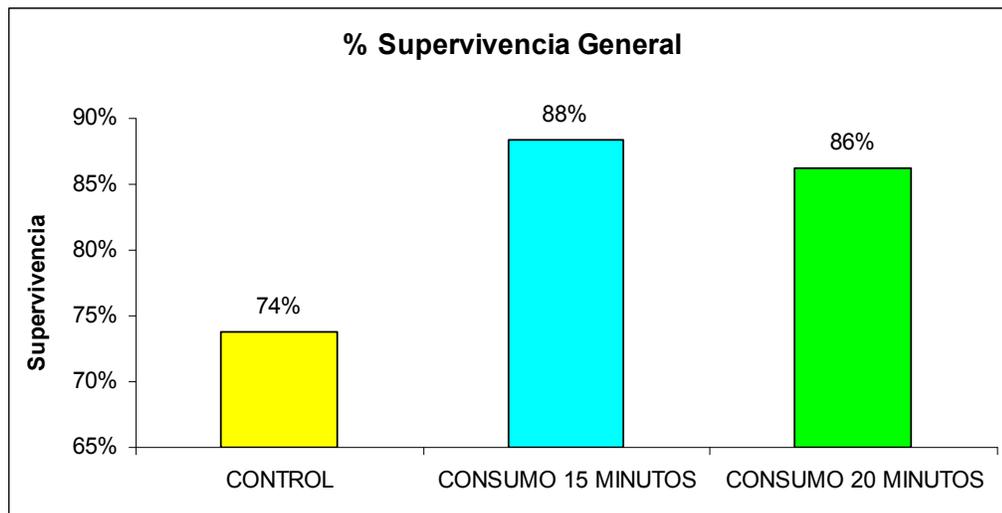
La Tabla 13 muestra resultados de supervivencia y según el análisis de varianza (Tabla 14) no hay diferencia significativa entre los tratamientos ($P=0,05$) (Grafico 5).

Tabla 17: Datos promedios de la supervivencia

	Control	Prueba A	Prueba B
Replica 1	63%	77%	79%
Replica 2	76%	97%	82%
Replica 3	74%	97%	93%
Replica 4	82%	82%	91%
x	0,74	0,88	0,86
DS	0,08	0,10	0,06

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

Grafico 8: Porcentaje de supervivencia por tratamiento



Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

Tabla 18: Análisis de ANOVA para la supervivencia

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	PROMEDIO DE CUADRADOS	F	F Crítico
ENTRE -GRUPOS	2	0,050351413	0,025175707	3,58443961	4,25649
INTRA-GRUPOS	9	0,063212492	0,00702361		
TOTAL	11	0,113563905			

DIFERENCIA VERDADERAMENTE SIGNIFICATIVA (DVS) DE TUKEY

n=4
k = 3

(N-n) = 9
p < 0,05 (3,95)

CMresidual = 0,00702361

HIPOTESIS	Diferencia entre medias	DVS	Decision Estadísticas
Ho: u1=u2	-0,1470	0,165518789	No hay diferencia
Ho: u1=u3	-0,1252	0,165518789	No hay diferencia
Ho: u2=u3	0,0218	0,165518789	No hay diferencia

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

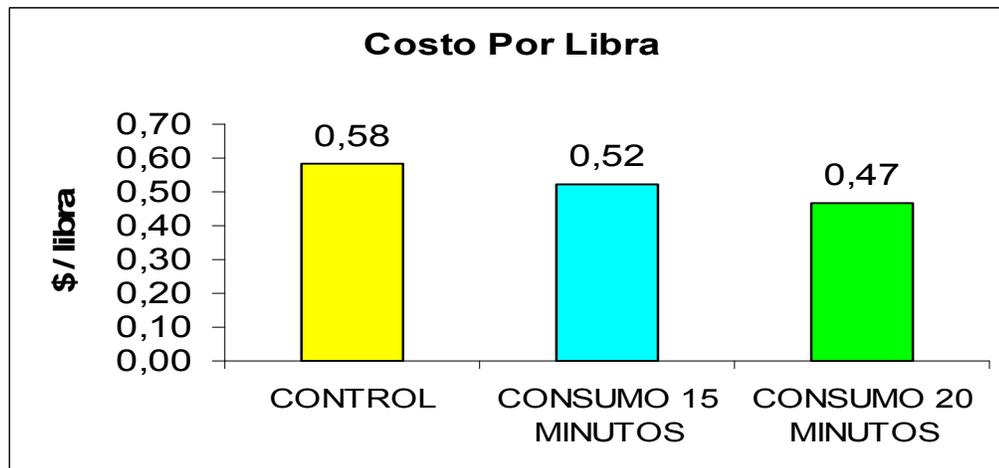
- **Costo por libra producida**

Fueren sometidos a análisis de varianza el costo por libra producida (Tabla 15) donde se observa claramente una diferencia entre el control y la prueba B (Grafico 6), (Tabla 16).

Tabla 19: Datos promedios del costo por libra producida

	Control	Prueba 1	Prueba 2
Replica 1	0,65	0,57	0,48
Replica 2	0,57	0,44	0,48
Replica 3	0,53	0,47	0,45
Replica 4	0,57	0,60	0,46
x	0,58	0,52	0,47
DS	0,05	0,08	0,01

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

Grafico 9: Costo por libra por tratamiento

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

Tabla 20: Análisis de ANOVA del costo por libra producida.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	PROMEDIO DE CUADRADOS	F	F Critico
ENTRE -GRUPOS	2	0,026284649	0,013142324	4,5676519	4,25649473
INTRA-GRUPOS	9	0,025895344	0,00287726		
TOTAL	11	0,052179993			

DIFERENCIA VERDADERAMENTE SIGNIFICATIVA (DVS) DE TUKEY

n=4
k = 3

(N-n) = 9
p < 0,05 (3,95)

CMresidual = 0,0028773

HIPOTESIS	Diferencia entre medias	DVS	Decision Estadisticas
Ho: u1=u2	0,0623	0,1059392	No hay diferencia
Ho: u1=u3	0,1145	0,1059392	**Hay diferencia
Ho: u2=u3	0,0522	0,1059392	No hay diferencia

Elaborado por: Arturo Arias Hidalgo

- El rendimiento por hectárea fue evidente que la mejor fue con la prueba B (consumo de balanceado en 20 minutos).
- Es evidente que donde hubo mayor ingreso neto es con la prueba B, debido a su buen crecimiento y el mejor manejo de la alimentación.
- La densidad de cosecha se demostró que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos.

CONCLUSIONES

1. Alimentando en la fase engorde en cultivo de tilapia (*Oreochromis sp.*) en 20 minutos de consumo, se obtiene mejoras en el crecimiento y la conversión alimenticia, manteniendo así el negocio dentro de los parámetros de rentabilidad.
2. La alimentación con tiempo de consumo demostró ser un método excelente en la alimentación en los cultivos peces.
3. La cantidad de alimento demandado diariamente con tiempo establecido de 20 minutos varia ampliamente, siendo muy difícil predecir dicha cantidad únicamente, por estar relacionada con la temperatura y los aspectos fisiológicos del pez.
4. La estrategia de alimentación que produce mejores rendimientos es la que más se aproxima a los ritmos de alimentación de los peces.
5. Se demostró que en los procesos de alimentación con tiempos de consumo no es necesario utilizar tabla de alimentación como método dosificador pero si tenerlo como un indicador de alimentación para tilapia.
6. El método de alimentación con tiempos de consumo evita realizar muestreos de peso para ajustar la tasa de alimentación.

7. Se debe considerar como regla general alimentar siempre en el mismo lugar, a la misma hora y que cada frecuencia de alimentación tenga por lo menos de 3 a 4 horas para digerir el balanceado entre dietas.

8. Pensar que el alimento mal manejado se convierte en el fertilizante más caro del mercado.

9. Se demostró también que el éxito del cultivo de la tilapia en sistema semi-intensivo obedece a cuatro factores fundamentales:
 - a) Buena calidad de agua; de acuerdo requerimientos ambientales para su cultivo.

 - b) Recambio de agua del sistema; de acuerdo a la biomasa que se tiene la piscina. A medida que aumenta biomasa se aumenta el recambio.

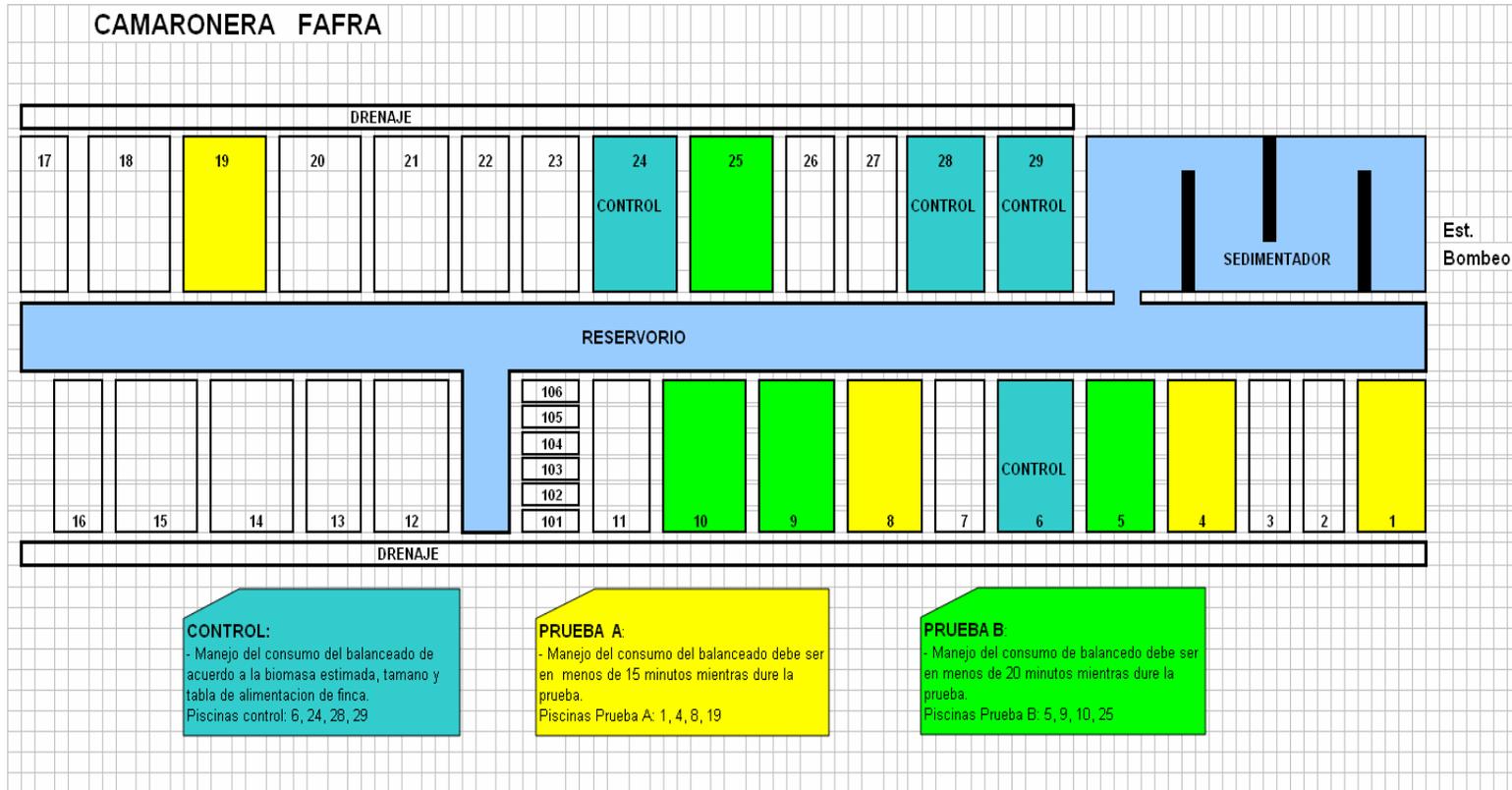
 - c) Calidad y cantidad proteica del alimento; utilizando la proteína requerida de acuerdo al tamaño de pez para evitar costos excesivos.

 - d) La densidad de organismos por metro cuadrado; mientras más alta sea las densidades mayores son los requerimientos y costos de capital.

RECOMENDACIONES

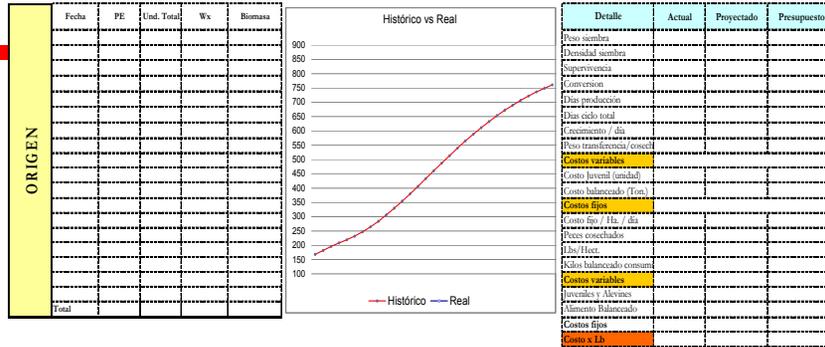
1. Para el uso de esta estrategia consumo de alimento por tiempo definido, se recomienda tener personal calificado, es decir, personas preparadas Y responsables.
2. Utilizar la tabla de alimentación para realizar cálculos de supervivencia y biomasa a partir de la cantidad de alimento que consume diario. Donde la biomasa es igual a la cantidad de alimento consumido en el día dividido para el porcentaje de la tabla de alimentación.
3. Se recomienda una investigación continua e innovación y desarrollo técnicos en estrategias de alimentación con tiempo definido. Realizando pruebas de alimentación dando tres dosis diarias y cada dosis de 15 minutos de consumo de balanceado, optimizando el ciclo de cultivo y alcanzando el tamaño requerido en menor tiempo posible.
4. Se debe tomar medidas de gestión para asegurar el sistema. Durante el ciclo de cultivo deberá medirse crecimiento que corrobore de que la alimentación es acertada y la vez observar de que el tiempo de consumo es el recomendado e incentivar quienes trabaje a conciencia, al final del ciclo se puede evaluar al alimentador con los datos de conversión alimenticia, crecimiento y rendimiento (lbs/ha).
5. Una manera mejor de asegurar la fase engorde en tilapia es transfiriendo peces de tamaño mayor a 240 gramos. La tilapia tiene su fase crecimiento

máximo entre 230 – 650 g. con un crecimiento diario promedio 3.0 gramos diario, pasando los 650 gramos el crecimiento diario empieza a bajar. Si aprovechamos esta fase aseguramos el tamaño para tener un mejor rendimiento en filete.



ANEXO 1: Plano de la finca Fafra donde se realizó el proyecto

K-21 **2006-A**
CURVA DE CRECIMIENTO
 Centro de Producción
 Hectareas
 Fecha de siembra
 Total Sembrado
 Densidad / Ha
 Peso Promedio siembra
 Biomasa Total de Siembra
 Supervivencia final Esperada
 Crecimiento deseado (g./dia)
 Día Producción
 Peso Graccha Esperado
 F.C.A
 Balanceado Max a Utilizar
 Balanceado Utilizado Actualmente
 Promedio Dif. % Real vs Tabla
 # Animales Muestreados



Crec Histórica		Fecha	Días	Mort. Semana	Mort. Acum.	Publ. Actual	% Sob. Real	% Sob. Proyecta	Capturas	Wx muestreo	Incremento	Bio. Total Proyc.	Increment. Biomasa	% Biomasa Alimantar	% Aplicación Tabla	Alimento Diario	Alimento Semanal	Alimento Acumul.	FCA acu.	Crec. Día	Real Alimida	Alim. al 100% Tabla Nueva	% Aplc. Tabla Nueva	Observaciones	O2 (mg/L)	T°C	Turbidez (cm)	Salinidad (PPT)	pH	TAN (mg/L)	Net3 (mg/L)	Nitro (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Fosforo (mg/L)	DOO (mg/L)				
100																																							
102																																							
104																																							
106																																							
108																																							
110																																							
112																																							
114																																							
116																																							
118																																							
120																																							
122																																							
124																																							
126																																							
128																																							
130																																							
132																																							
134																																							
136																																							
138																																							
140																																							
142																																							
144																																							
146																																							
148																																							
150																																							

ANEXO 2: Hoja Excel para procesar datos de producción

Anexo 3: Recolección de juveniles en preengordes para transferir



Fuente: Investigación realizada

Anexo 4: Preparándose para el embarque de juveniles



Fuente: Investigación realizada

Anexo 5: Transporte juvenil en la capsula para transferir a los estanques de engorde



Fuente: Investigación realizada

Anexo 6: Transferencia juvenil tilapia a la cápsula de transporte



Fuente: Investigación realizada

Anexo 7: Llegada del tractor agrícola y cápsula a la piscina de siembra



Fuente: Investigación realizada

Anexo 8: Colocando de ranfla a la capsula para la siembra



Fuente: Investigación realizada

Anexo 9: Vaciando la capsula para sembrar la piscina



Fuente: Investigación realizada

Anexo 10: Siembra de piscina Engorde



Fuente: Investigación realizada

Anexo 11: Preparándose para alimentar

Fuente: Investigación realizada

Anexo 12: Primera rociada del balanceado y se toma el tiempo de inicio

Fuente: Investigación realizada

Anexo 13: Lleva dos minutos dispersando el balanceado

Fuente: Investigación realizada

Anexo 14: Terminando de dispersar el balanceado entre 7 a 8 Minutos.

Fuente: Investigación realizada

**Anexo 15: Observando que se consuma todo el balanceado los
Peces.**



Fuente: Investigación realizada

**Anexo 16: Tiempo calculado de consumo 24 minutos y el
alimentador regresa a estacionar la canoa.**



Fuente: Investigación realizada

Anexo 17: Tabla de alimentación de la finca Fafra

Tamaño (g)	% Biomasa						
100.00	2.90%	350.0	1.77%	600.0	1.43%	850.0	1.25%
105.0	2.84%	355.0	1.76%	605.0	1.43%	855.0	1.25%
110.0	2.79%	360.0	1.75%	610.0	1.42%	860.0	1.25%
115.0	2.75%	365.0	1.74%	615.0	1.42%	865.0	1.24%
120.0	2.70%	370.0	1.73%	620.0	1.42%	870.0	1.24%
125.0	2.66%	375.0	1.73%	625.0	1.41%	875.0	1.24%
130.0	2.62%	380.0	1.72%	630.0	1.41%	880.0	1.23%
135.0	2.58%	385.0	1.71%	635.0	1.40%	885.0	1.23%
140.0	2.54%	390.0	1.70%	640.0	1.40%	890.0	1.23%
145.0	2.51%	395.0	1.69%	645.0	1.39%	895.0	1.23%
150.0	2.47%	400.0	1.68%	650.0	1.39%	900.0	1.22%
155.0	2.44%	405.0	1.67%	655.0	1.39%	905.0	1.22%
160.0	2.41%	410.0	1.67%	660.0	1.38%	910.0	1.22%
165.0	2.38%	415.0	1.66%	665.0	1.38%	915.0	1.22%
170.0	2.35%	420.0	1.65%	670.0	1.37%	920.0	1.21%
175.0	2.33%	425.0	1.64%	675.0	1.37%	925.0	1.21%
180.0	2.30%	430.0	1.63%	680.0	1.37%	930.0	1.21%
185.0	2.28%	435.0	1.63%	685.0	1.36%	935.0	1.20%
190.0	2.25%	440.0	1.62%	690.0	1.36%	940.0	1.20%
195.0	2.23%	445.0	1.61%	695.0	1.35%	945.0	1.20%
200.0	2.21%	450.0	1.61%	700.0	1.35%	950.0	1.20%
205.0	2.19%	455.0	1.60%	705.0	1.35%	955.0	1.19%
210.0	2.17%	460.0	1.59%	710.0	1.34%	960.0	1.19%
215.0	2.15%	465.0	1.59%	715.0	1.34%	965.0	1.19%
220.0	2.13%	470.0	1.58%	720.0	1.34%	970.0	1.19%
225.0	2.11%	475.0	1.57%	725.0	1.33%	975.0	1.19%
230.0	2.09%	480.0	1.57%	730.0	1.33%	980.0	1.18%
235.0	2.07%	485.0	1.56%	735.0	1.32%	985.0	1.18%
240.0	2.06%	490.0	1.55%	740.0	1.32%	990.0	1.18%
245.0	2.04%	495.0	1.55%	745.0	1.32%	995.0	1.18%
250.0	2.02%	500.0	1.54%	750.0	1.31%	1000.0	1.17%
255.0	2.01%	505.0	1.53%	755.0	1.31%	1005.0	1.17%
260.0	1.99%	510.0	1.53%	760.0	1.31%	1010.0	1.17%
265.0	1.98%	515.0	1.52%	765.0	1.30%	1015.0	1.17%
270.0	1.96%	520.0	1.52%	770.0	1.30%	1020.0	1.16%
275.0	1.95%	525.0	1.51%	775.0	1.30%	1025.0	1.16%
280.0	1.94%	530.0	1.51%	780.0	1.29%	1030.0	1.16%
285.0	1.92%	535.0	1.50%	785.0	1.29%	1035.0	1.16%
290.0	1.91%	540.0	1.49%	790.0	1.29%	1040.0	1.16%
295.0	1.90%	545.0	1.49%	795.0	1.28%	1045.0	1.15%
300.0	1.88%	550.0	1.48%	800.0	1.28%	1050.0	1.15%
305.0	1.87%	555.0	1.48%	805.0	1.28%	1055.0	1.15%
310.0	1.86%	560.0	1.47%	810.0	1.27%	1060.0	1.15%
315.0	1.85%	565.0	1.47%	815.0	1.27%	1065.0	1.14%
320.0	1.84%	570.0	1.46%	820.0	1.27%	1070.0	1.14%
325.0	1.82%	575.0	1.46%	825.0	1.27%	1075.0	1.14%
330.0	1.81%	580.0	1.45%	830.0	1.26%	1080.0	1.14%
335.0	1.80%	585.0	1.45%	835.0	1.26%	1085.0	1.14%
340.0	1.79%	590.0	1.44%	840.0	1.26%	1090.0	1.13%
345.0	1.78%	595.0	1.44%	845.0	1.25%	1095.0	1.13%

Fuente: Investigación realizada

ANEXO 18: Datos obtenidos en la cosecha de las piscinas.

	PISCINAS	AREA (Ha.)	POBLACION Nº peces	Dens. Siembra Und/m ²	PESO INICIAL (g)	BIOMASA INICIAL (Kg)	CICLO (días)	PESO FINAL (g)	Ganancia Peso (g)	Consumo Balanc. (Kg)
CONTROL	E-6	4.83	60830	1.26	171.08	10406.8	294	926.6	755.52	65133
	E-24	9.06	104263	1.15	213.98	22310.2	268	852.1	638.12	111922
	E-28	10.62	135961	1.28	207.42	28201.0	230	812.9	605.48	113901
	E-29	8.92	109816	1.23	305.57	33556.5	256	942.1	636.53	132653
PROMEDIOS		8.4	102718	1.23	225	23619	262	883	659	105902
Prueba A Consumo de 15 minutos	E-1	7.74	103094	1.33	180.84	18643.5	297	743.1	562.26	78538
	E-4	6.8	78200	1.15	233.02	18222.2	264	835.3	602.28	74722
	E-8	9.95	115374	1.16	208.38	24041.6	218	607.8	399.42	76704
	E-19	12.35	154375	1.25	164.42	25382.3	237	566.4	401.98	86874
PROMEDIOS		9.2	112761	1.22	197	21572	254	688	491	79210
Prueba B Consumo de 20 minutos	E-5	4.81	55400	1.15	228.88	12680.0	277	1128.6	899.72	75800
	E-9	5.53	65597	1.19	267.79	17566.2	236	1058.1	790.31	80700
	E-10	5.18	59855	1.16	341.49	20439.9	255	1146.3	804.81	84907
	E-25	6.2	72879	1.18	271.06	19754.6	261	995.7	724.64	88960
PROMEDIOS		5.4	63433	1.17	277	17610	257	1082	805	82592

	PISCINAS	AREA (Ha.)	Crecimiento Diario (g)	Biomasa Cosechada (kg)	Conversion Alimenticia	Animales Cosechados	% Superviv.	Biomasa Libras/Ha.	% de consumo curva
CONTROL	E-6	4.83	2.57	35527.3	2.59	38296.00	63%	16182	72%
	E-24	9.06	2.38	67427.7	2.48	79032.00	76%	16373	78%
	E-28	10.62	2.63	82410.5	2.10	101255.00	74%	17072	71%
	E-29	8.92	2.49	84652.7	2.60	89751.00	82%	20878	74%
PROMEDIOS		8.4	2.52	67504.5	2.44	77083.50	74%	17626	74%
Prueba 1 Consumo de 15 minutos	E-1	7.74	1.89	59027.7	1.94	79334.00	77%	16778	45%
	E-4	6.8	2.28	63685.5	1.64	76151.80	97%	20604	75%
	E-8	9.95	1.83	74352.7	1.52	112087.00	97%	16440	57%
	E-19	12.35	1.70	72030.0	1.86	127013.00	82%	12831	52%
PROMEDIOS		9.2	1.93	67274.0	1.74	98646.45	88%	16663	57%
Prueba 1 Consumo de 20 minutos	E-5	4.81	3.25	49693.2	2.05	43978.00	79%	22729	89%
	E-9	5.53	3.35	57293.6	2.03	54082.00	82%	22793	80%
	E-10	5.18	3.16	63684.1	1.96	55490.00	93%	27047	79%
	E-25	6.2	2.78	65757.7	1.93	65961.00	91%	23333	75%
PROMEDIOS		5.4	3.13	59107.2	1.99	54877.75	86%	23976	81%

Fuente: Investigación realizada

BIBLIOGRAFIA

ACUACULTURA DEL ECUADOR. 1996. Principales Empresas de Producción – Asesoramiento. Cámara Nacional de Acuicultura. Guayaquil (ECUADOR). Vol. 16:33.

ACUACIENCIA Parte III. 2004. ¿Es posible mejorar la calidad de cría de tilapia?. Jalisco (MEXICO). 2 pp.

ALICORP S.A. 2001. Manual de crianza de Tilapia. Lima (PERU). 25 pp.

ALCESTES, C. 2000. An Overview of Tilapia Production Systems. ADVOCATE. Aquaculture Magazine. USA. Vol. 26. N° 1. 5 pp.

ALCESTES, C. 2001. Mercado y comercialización de Tilapia en los Estados Unidos y la Unión Europea. FONDESPES. Lima (PERU). 6 pp.

APOLOYA, H. 2003. Estudio Técnico Económico para la Instalación de una Piscigranja de tilapia en la localidad de Tarapoto – San Martín. Tesis de Ingeniero. Universidad Nacional de Callao. Lima (PERU). 172 pp.

ARTEMIA SALINA. 2000. Tilapia en México. Panorama Acuícola. Vol. 5. N° 3. 25 pp.

BALTAZAR, P. et al. 2001. Cultivo Experimental de la Tilapia Roja (Oreochromis spp) en Jaulas y estanques circulares. Lima (PERU). 4 pp.

BHUJEL, R. C. 2002. Manejo Alimentario para tilapia. Panorama Acuícola. Vol. 7. N° 4.

- CASTILLO, L. F. 2000. *La Tilapia Roja en Colombia y Ecuador: Un éxito de la Empresa Privada. Panorama Acuícola. México D.F. Vol. 5: 20 – 21.*
- CASTILLO, L. F. 2003. *Tilapia Roja 2003. Una evolución de 21 años, de la incertidumbre al éxito en Colombia: 91 pp. (Documento virtual).*
- CHARRIS, f. et al. 1999, *Efectividad de cinco métodos para la enumeración de alevines de tilapia (Oreochromis spp). Tegucigalpa (HONDURAS). 4 pp.*
- CORDOBA, P. et al. 2006. *El Cultivo de Tilapia (Oreochromis spp) en la rentabilidad de seis agro ecosistemas en el Estado de Veracruz (México). 10 pp.*
- EL – SAYED ALI, T. et al. 2003. *Primer ensayo de determinación del Consumo de Oxígeno de juveniles de tilapia (Oreochromis niloticus) bajo diferentes condiciones de Temperatura y Frecuencia Alimentaria. Valencia (ESPAÑA). 6pp.*
- GOMEZ, F. 1990. *EVALUACION DE UN CULTIVO DE Oreochromis ROJA Y CÁLCULO DEL VALOR DE HEREDABILIDAD PARA TALLA. Trabajo de Grado, Director Luís Fernando Castillo, Depto. De Biología, Facultad de Ciencias, Universidad del Valle, Cali (COLOMBIA). 86 pp.*
- GULLARD, J. 1971. *Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. ED. Acribia (ESPAÑA). 155 pp.*
- HURTADO, N. 2002. *La Tilapia Roja en el Perú. Lima (PERU). 7 pp.*
- LOSADA, A. 2004. *Proyecto cría de conejos. Uso de Software para Evaluación de Proyectos de Inversión Productivos Argentina. 8 pp.*
- NEIRA, D. 2002. *Trabajo del Valor Presente Neto (VPN) y otras técnicas financieras para el estudio de futuros proyectos.*
- MADRID, J. A. y LOPEZ, P. M. 2001. *Alimentación Voluntaria en Peces de Cultivo. Murcia, España. 25 pp.*

- MARCILLO, E. y LANDIVAR, J. 2000. *Tecnología de Producción de alevines Monosexo de Tilapia*. FACULTAD DE INGENIERIA MARITIMA Y CIENCIAS DEL MAR. ESPOL. Guayaquil (ECUADOR). 61 pp.
- MEYER, D. y CAAMAÑO E. 1999. *Frecuencia de la Alimentación y Consumo en Tilapia (Oreochromis niloticus)*. Tegucigalpa (HONDURAS). 4 pp.
- OLVERA – NOVOA, M. 2002. *Nutrición y Alimentación de la Tilapia*. Nuevo León. México. 2 pp.
- PASTOR E. y Grau, A. 2002. *Efecto de la Frecuencia de Alimentación en alevines del Dentón Dentex dentex linnaes, durante la fase preengorde*. España. 3 pp.
- PEREZ, A. y CASTILLO, J. 2001. *Perfil metodológico para el cultivo de Tilapia en estanques de tierra y jaulas flotantes*. PRADEPESCA. Unión Europea – OSPESCA. 10 pp.
- POPMA, T. J. y B. W. GREEN. 1990. *Sex reversal of Tilapia in earthen ponds*. *Aquacultural Producción Manual*. Lowell T. Frobish, Director. Auburn University, Alabama. *Research and Development Series N° 35*. 15pp.
- REDMAYNE, P. 2000. *Tilapia*. *Panorama Acuícola*. Mar/Abril. 2000, Vol. 5. N°3 pp. 8 – 9.
- RIVELI, S. 2001. *Ensayo de cultivo de tilapia en jaulas*. *Revista Aqua Tic N° 15*, Noviembre 2001.
- SAGYP. 2002. *¿Qué es la Acuicultura?* ESPAÑA. 9 pp.
- SOLLA S. A.. 2000. *Peces de agua calidas. Alimento económico para engorde de peces*. 55 pp.
- SANCHEZ, D. y MASTROKALO, C. 2004. *Alimentación en Acuicultura*. NICOVITA. Lima (PERU). 2 pp.

TEICHERT – CODDINGTON, D. 1998. *Recomendaciones para alimentación de tilapia. Asesor Técnico en Finca Aguamar. Guayaquil (ECUADOR). 5 PP.*

TEICHERT – CODDINGTON, D. R. and B. W. GREEN. 1997. *Experimental and Commercial Culture of tilapia in Honduras. Pages: 142 – 162. In: B.A. Costa – Pierce and J.E. Rakocy, eds., Tilapia Aquaculture in the America. Vol. 1, World Aquaculture Society, Louisiana, (UNITED STATES).*

TOLEDO PEREZ, S. 2005. *Cultivo de tilapia. Experiencia en Cuba. Habana (CUBA). 25 pp.*

WATANABE, W. O. et al. 1997. *Saltwater Culture of the Florida Red Tilapia and other Saline – tolerant Tilapias: A review. Pages: 54-141. In: B.A. Costa Pierce and J.E. Rakocy, eds., Tilapia Aquaculture in the Americas, Vol. 1, World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, (UNITED STATE).*