

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar



“Evaluación del uso de la pulpa de Samán (*Samanea saman*) en el crecimiento de alevines del híbrido rojo de tilapia (*Oreochromis sp.*) En etapa de precría”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ACUICULTURA

Presentado por:

Granja Benites, Ricardo Xavier

GUAYAQUIL - ECUADOR

2008

AGRADECIMIENTO

A mi dios por permitir mi existencia y brindarme amor, paciencia, bendiciones y misericordia cada momento de mi vida a mantener viva la llama de mi corazón y mente para solo enfocarme a cumplir objetivos que llenen de satisfacción a él, a los que me rodean y a mi persona.

A mi madre, Rosita Aurora Benites Flores, mujer de innumerables virtudes por estar presente en cada paso y caída en el transcurso de toda mi vida, por haberme inculcado sus enseñanzas, sus valores, principios y guiarme siempre por el buen camino.

A mi padre, César Gustavo Granja Secaira, por siempre darme su apoyo y consejos, enseñarme a desenvolverme en la vida cumpliendo mis metas con una fuerte convicción y el anhelo inquebrantable de seguir luchando contra las adversidades y superarme como profesional y principalmente como persona.

A César Geovanny y Rosy Katherine que los quiero y los respeto, deseándole siempre muchos éxitos en sus vidas. Y a todo el resto de mi familia por que de alguna manera me han motivado a seguir con mis estudios.

A Claudia Paola Romero Montánchez, fiel compañera, amiga y novia que me ha acompañado durante toda mi vida universitaria haciéndola mas alegre y llevadera, siempre incentivándome a cumplir mis metas y a nunca dejarme desfallecer.

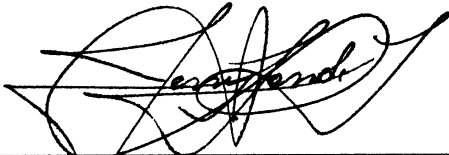
A mí estimado profesor Ecuador Marcillo por todos sus conocimientos impartidos a lo largo de mi carrera universitaria y por su apoyo brindado como director de la presente tesis.

También quisiera agradecer a todos mis profesores en especial al MSc. Jerry Landivar; al PhD. Marcelo Muñoz, al Ing. Eduardo Cervantes y a la Ing. Sandra Vizuela, por todo el tiempo invertido con el fin de afianzar mis conocimientos.

DEDICATORIA

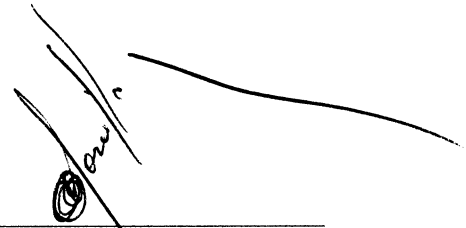
A Dios, a mis padres, a Klaudya

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



PRESIDENTE

M.Sc. Jerry Landívar Zambrano



DIRECTOR

M.Sc. Ecuador Marcillo Gallino

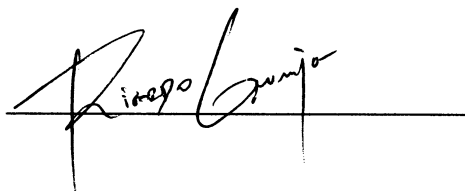


VOCAL PRINCIPAL

Ph.D. Marcelo Muñoz Naranjo

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta tesis, me corresponden exclusivamente y el patrimonio intelectual de la misma, a La ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line. The signature is cursive and appears to read 'Ricardo Granja Benites'.

Granja Benites, Ricardo Xavier

RESUMEN

En el presente trabajo, se delineó un ensayo para la obtención de un nuevo producto en la alimentación del híbrido rojo de tilapia (*Oreochromis sp.*) utilizando como materia prima la pulpa de samán (*Samanea saman*), el insumo en mención se mezcló previamente con soya hasta obtener un pienso de 32% de proteína bruta, intentando satisfacer los requerimientos alimenticios de los peces en etapa de precría.

Para tener una mejor visión del comportamiento de este alimento se la comparó con una dieta convencional. Así mismo se realizaron los respectivos muestreos biométricos para determinar las nuevas raciones alimenticias y conocer las condiciones en las que se encuentran los peces. De acuerdo con los resultados obtenidos; la dieta comercial presentó mejor crecimiento tanto en peso como en longitud que la dieta experimental, sin embargo la segunda dieta mostró un crecimiento homogéneo, de la misma manera el FCA presento resultados muy elevados en ambas dietas, pudiendo ser por bajas concentraciones proteicas y de aminoácidos esenciales, características físicas del alimento, etc. En cuanto al análisis costo-beneficio la dieta experimental fue más económica en un 40% que la comercial, presentado una ventaja significativa en una producción. Es esencial reconocer la

importancia de buscar nuevas alternativas alimenticias que de alguna manera puedan sustituir a la harina de pescado, debido a que en el futuro se prevé su escasez en el mercado. Por su parte es posible que la pulpa de samán pueda ser una de ellas aunque es necesario su complementación con otros productos naturales que sumados puedan satisfacer los diferentes requerimientos de los peces en sus diferentes etapas.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iv
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	v
DECLARACIÓN EXPRESA	vi
RESUMEN.....	vii
ABREVIATURAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPITULO I. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL HÍBRIDO ROJO DE TILAPIA (<i>Oreochromis sp.</i>).....	21
1.1 Distribución geográfica de la especie.....	21
1.2 Taxonomía y Biología de la especie.....	23
1.3 Reproducción de la especie	28
CAPITULO II. CARACTERISTICAS GENERALES DEL SAMÁN (<i>Samamanea saman</i>).	33
2.1 Distribución geográfica de la especie.....	33
2.2 Taxonomía y Biología de la especie.....	35
2.3 Reproducción de la especie	39
CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	42

3.1	Descripción del área de cultivo.....	43
3.1.1	División, forma y distribución de las piscinas	43
3.1.2	Descripción del sistema de aireación	46
3.1.3	Descripción del sistema de bombeo	49
3.1.4	Desinfección del Área de cultivo	50
3.1.5	Descripción del diseño experimental	51
3.2	Toma de Parámetros ambientales en las piscinas	52
3.2.1	Temperatura	52
3.2.2	Oxígeno	54
3.2.3	pH.....	56
3.2.4	Nutrientes	57
3.3	Descripción Del Cultivo	59
3.3.1	Captura y transporte de alevines	59
3.3.2	Aclimatación y transferencia de alevines.....	60
3.3.3	Densidad de siembra de alevines.....	62
3.3.4	Procesamiento y almacenamiento de la pulpa de samán.....	63
3.3.5	Metodología de alimentación y recambios de agua	64
3.3.6	Rutina diaria	66
3.3.7	Muestreos de crecimiento y supervivencia	67
CAPITULO IV. RESULTADOS		69
4.1	Análisis de parámetros ambientales.....	69
4.2	Análisis del crecimiento en peso.....	72

4.3 Análisis del crecimiento en longitud	74
4.4 Análisis de Supervivencia	75
4.5 Resultados del aminograma de la pulpa de Samán (<i>Samanea saman</i>)	77
4.6 Resultado del Factor de Conversión alimenticia (FCA)	79
4.7 Análisis estadístico	81
4.8 Análisis Costo - Beneficio.....	82
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES	88
ANEXOS.....	89
BIBLIOGRAFÍA.....	100

ABREVIATURAS

%	:	Tanto por ciento
FCA	:	Factor de conversión alimenticia
WSSV	:	White Spot Syndrome Virus
ESPOL	:	Escuela Superior Politécnica del Litoral
m.s.n.m.	:	metros sobre el nivel del mar
Kg	:	Kilogramos
°C	:	Grados centígrados
gr.	:	gramos
cm	:	centímetro
pH	:	potencial hidrogeno
ppm	:	Partes por millón
mg/L	:	miligramos por litro
mm	:	milímetro
FIMCM	:	Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar
PVC	:	Polivinil cloruro
m ³	:	Metros cúbicos

Hp	:	Horse Power (caballos de fuerza)
Hz	:	Hertz
Rpm	:	Revoluciones por minuto
FAO	:	Food and Agriculture Organization
CSA	:	Centro de Servicios para la Acuicultura
T°	:	temperatura
gAA/100g	:	gramos de aminoácidos por cada 100 gramos de muestra
Anova	:	Análisis de varianza

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iv
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	v
DECLARACIÓN EXPRESA	vi
RESUMEN.....	vii
ABREVIATURAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPITULO I. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL HÍBRIDO ROJO DE TILAPIA (<i>Oreochromis sp.</i>).....	21
1.1 Distribución geográfica de la especie.....	21
1.2 Taxonomía y Biología de la especie.....	23
1.3 Reproducción de la especie	28
CAPITULO II. CARACTERISTICAS GENERALES DEL SAMÁN (<i>Samanea saman</i>).	33
2.1 Distribución geográfica de la especie.....	33
2.2 Taxonomía y Biología de la especie.....	35
2.3 Reproducción de la especie	39
CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico # 1.	Distribución de la Familia <i>Cichlidae</i> en el mundo	22
Gráfico # 2.	Reproductor de híbrido rojo de tilapia.....	29
Gráfico # 3.	Samán (<i>Samanea saman</i>).....	36
Gráfico # 4.	Árbol de samán	37
Gráfico # 5.	Malla utilizada	43
Gráfico # 6.	Área de cultivo.....	44
Gráfico # 7.	Distribución de las Piscinas	45
Gráfico # 8.	Distribución de aire	47
Gráfico # 9.	El blower y su respectivo filtro.....	47
Gráfico # 10.	Diagrama del sistema de bombeo	50
Gráfico # 11.	Transporte de alevines	61
Gráfico # 12.	Pulpa de samán y soya.....	63
Gráfico # 13.	Horno utilizado durante la elaboración de alimento.....	63
Gráfico # 14.	Molienda del balanceado	64
Gráfico # 15.	Medición longitudinal.....	68
Gráfico # 16.	Comportamiento promedio de la temperatura en un día	70
Gráfico # 17.	Comportamiento promedio del OD en un día	71
Gráfico # 18.	Comportamiento del pH	72
Gráfico # 19.	Incremento del peso.....	73
Gráfico # 20.	Incremento de la longitud	75

Gráfico # 21. Resultados de los porcentajes de supervivencia77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla#1	Hibridación de tilapia.....	25
Tabla#2	Características físicas de la especie	26
Tabla#3	Diferencias entre los otros géneros y el híbrido rojo de tilapia	27
Tabla#4	Características ecológicas para la reproducción del género <i>Oreochromis</i>	30
Tabla#5	Técnicas para obtención de alevines monosexo.	31
Tabla#6	Características Generales de las piscinas	46
Tabla#7	Promedios de temperaturas registrados durante el proyecto.....	54
Tabla#8	Promedios de oxígeno disuelto registrados durante el proyecto.....	55
Tabla#9	Promedios de pH registrados en el proyecto.....	57
Tabla#10	Valores registrados en la determinación de nutrientes del agua del lago- ESPOL.....	57
Tabla#11	Parámetros Físicos tomados de la transferencia de Alevines.....	60
Tabla#12	Actividades realizadas.....	66
Tabla#13	Rutina Diaria	67
Tabla#14	Resultado promedio del crecimiento en gr. según muestreos	72
Tabla#15	Resultado Promedio del crecimiento en mm. según muestreos	74
Tabla#16	Resultados de la supervivencia	76
Tabla#17	Requerimientos de aminoácidos en el <i>Oreochromis niloticus</i>	78
Tabla#18	Resultados del análisis de aminograma de la pulpa de samán	79
Tabla#19	Resultados del FCA.....	80

Tabla#20	Anova para análisis de los pesos del control y experimental	81
Tabla#21	Anova de los índices de Fulton del control y la dieta experimental	82
Tabla#22	Costos de la dieta experimental consumidos en 4 CORRALES	82
Tabla#23	Costos de la dieta comercial consumidos en 2 CORRALES	83

INTRODUCCIÓN

La harina de pescado por su alto valor proteico juega un papel importante en la industria de alimentos balanceados para los organismos acuáticos que se cultivan a escala comercial, las dietas que se formulan para la actividad acuícola.

En la actualidad su obtención se ha visto amenazada básicamente por dos motivos. uno de ellos son los cambios climáticos y el otro la falta de un buen desarrollo sustentable, ocasionando la sobreexplotación del recurso pesquero necesario para la elaboración de la harina.

Factores como la demanda, difusión y permanencia en el mercado, han hecho que este insumo hasta el momento sea irremplazable.

No obstante ya se han efectuado diferentes investigaciones para proporcionar otras fuentes de proteínas que podrían suplir la ausencia de la harina de pescado en la dieta, aunque el problema por lo general radica en los costos de producción.

Por su parte en el presente proyecto se da a conocer una alternativa nueva de formulación de dietas para la Acuicultura, se utilizará como recurso acuícola a la tilapia, por ser una especie en constante expansión. El Ecuador es considerado uno de los principales productores de tilapia en el Hemisferio Occidental. (Eric Notarianni Septiembre, 2006).

Una buena parte de la producción de tilapia en cautiverio se hace con híbridos que tienen una coloración roja.

El cultivo del híbrido rojo de tilapia se ha incrementado considerablemente desde que se incursionó en esta actividad, debido a que la industria camaronera presentó una crisis a finales de los 90 con la aparición de la mancha blanca (WSSV) ocasionando así pérdidas directas a la industria acuícola de este país.

Desde ese momento el cultivo de tilapia se convirtió en la nueva alternativa de la actividad acuícola en nuestro país para que retorne a niveles mas competitivos como lo era antes del año 1999, su crecimiento ha sido constante con el pasar de los años haciendo que el Ecuador sea en la actualidad el primer proveedor de filetes frescos para Estados Unidos y unos de los primeros productores de este pez.

La intensificación en la producción de tilapia en nuestro país, ha originado también que los precios de los insumos tengan un costo elevado, haciendo que pequeños productores no puedan incursionar en la producción de este pez.

Por su parte se utilizará como insumo principal en la formulación del pienso la pulpa de las bayas de Samán (*S. saman*).

En los análisis bromatológicos de las bayas de samán realizados por el Instituto de Tecnologías de la ESPOL (2005), estableció que el contenido nutricional del samán, en la pulpa aporta con un 7.87% de proteínas y 47.95 de carbohidratos, la semilla aporta con 42.60% de proteínas y 30.42% de carbohidratos.

Estos análisis se realizaron independiente uno del otro. Los resultados preliminares obtenidos hacen pensar que las bayas de samán tienen potencial para ser utilizados como insumo en la alimentación de tilapia.

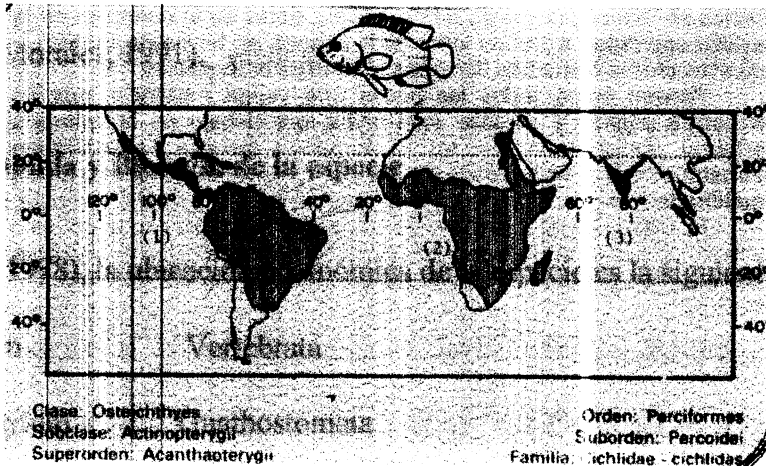
Para el presente trabajo, se delineó un ensayo utilizando como materia prima la pulpa de samán (*Samanea saman*), la dieta a preparar se mezclara con soya hasta obtener un pienso de 32% de proteína bruta, intentando satisfacer los requerimientos alimenticios de los animales en esta etapa.

CAPITULO I. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL HÍBRIDO ROJO DE TILAPIA (*Oreochromis sp.*)

1.1 Distribución geográfica de la especie

Los cíclidos se localizan en todo el mundo entre los trópicos de cáncer y capricornio, acentuándose mayoritariamente en África, Madagascar, Ceilán e India. En América desde México, Sur América en la costa del Pacífico hasta Perú. En el Atlántico desde Brasil hasta el Río de la Plata en Argentina (Morales, 1.991). (Gráfico #1)

Gráfico # 1. Distribución de la Familia *Cichlidae* en el mundo



Fuente: Morales, 1991

Específicamente el Género *Oreochromis* es originario de África y se encuentra ampliamente distribuida por el sudeste asiático, América Central, Sur del Caribe y el sur de Norteamérica, es decir habita en la mayor parte de las regiones tropicales del mundo, donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento. (Bautista *et al*, 2004).

La tilapia mossambica (*Oreochromis mossambicus*) fue introducida al Ecuador desde Colombia, el 19 de Octubre de 1.965 para la zona de Santo Domingo de los Colorados. Por ruptura del muro perimetral del estanque ocasionó que se escaparan la mayoría de los ejemplares (Morales, 1991).

De los pocos peces recapturados, se transfirieron al lago Yaguarcocha situado a 2.253 m.s.n.m. en la provincia de Imbabura.

Piscicultores particulares introducen desde Brasil en el año 1.974, la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). Posteriormente a inicios de los 80 se introduce al país el híbrido rojo de tilapia (*Oreochromis sp.*), es la especie que predomina en los cultivos comerciales (Morales, 1991).

1.2 Taxonomía y Biología de la especie

Según Huet, (1978), la ubicación taxonómica de la especie es la siguiente:

- Phylum : Vertebrata
- Subphylum : Gnathostomata
- Serie : Pisces
- Clase : Teleostei
- Subclase : Actinopterygii
- Orden : Perciformes
- Suborden : Percoidei
- Familia: : Cichlidae
- Género : Oreochromis
- Especie : Oreochromis sp.

Dentro del género *Oreochromis*, como una “mutación albina” se reporta el primer ancestro de tilapia roja en un cultivo artesanal de tilapia *Oreochromis mossambicus* de coloración normal (negra) introducida desde Singapur en 1946, cerca de la población de Tainan (Taiwán) en 1968 (Castillo, 1994).

Ho Kuo (Taiwán Fisheries Research Institute) en 1969 realiza el cruce entre el macho mutante de color rojizo-anaranjado *O. mossambicus* y la hembra de coloración normal *O. niloticus*, obteniendo una generación F1 con un 25% de alevines de coloración rojiza-anaranjada, luego de 9 años, de cruces selectivos se logro fijar la coloración roja en el 70 a 80% de la población. Así; la tilapia roja es un tetrahíbrido, es decir un cruce híbrido entre cuatro especies representativas del género *Oreochromis*: *O. mossambicus*, *O. niloticus*, *O. hornorum* y *O. aurea*. Cada una de estas especies aporta al híbrido sus mejores características, resultando uno de los peces con mayor potencial para la Acuicultura comercial en el mundo (Nicolás Hurtado, 2005).

Castillo (2006) señala que aunque en muchas publicaciones aparece la tilapia roja como un tetrahíbrido, no es recomendable enmarcar a todas las especies de este género bajo la misma condición; son muy raras en el mundo las líneas de tilapia roja que realmente pueden ser consideradas verdaderos tetrahíbridos. En cada línea se busca adicionar a ella la mejor característica de cada una de las especies del género *Oreochromis* empleadas en el mejoramiento de los híbridos rojos, entre estas especies se consideran:

- *O. niloticus*: para mejorar el crecimiento y la forma corporal (fenotipo).
- *O. urolepis hornorum*: para la obtención de híbridos sólo machos y alta resistencia a la salinidad.

- *Oreochromis sp.* y *O. mossambicus*: para la coloración roja y resistencia a todo tipo de medios.
- *O. aureus*: para aumentar la tolerancia en aguas frías. (Castillo, 2001).

La condición básica para la producción del 100% de alevines machos de tilapia, es que sus formas originales (progenitores) sean puras genéticamente. Estableciendo este requerimiento se obtiene con certeza híbridos machos en un 100% (Morales, 1991).

Los híbridos de tilapia en algunos casos, alcanzan longitudes mayores que la de sus padres, tienen la ventaja de aprovechar mejor los alimentos, soportan altas densidades en los cultivos y atractiva presentación externa. En el campo productivo de tilapia, se han realizado múltiples trabajos sobre cruzamiento, que se han realizado para la obtención de alevines machos (tabla # 1).

Tabla#1 Hibridación de tilapia.

Hembra	Machos	% Machos	Año	Estado	Referencia
<i>O. mossambicus</i>	<i>O. urolepis h.</i>	100	1960		Hickling, 1960
<i>O. nilóticos</i>	<i>O. urolepis h.</i>	100	1968	Israel	Hepher y Pruginin, 1985
<i>O. nilóticos</i>	<i>O. aureus</i>	100	1967	Israel	Yashouv y Halevey, 1967
<i>O. aureus</i>	<i>O. mossambicus</i>	75	1976	Oaxaca	Delgadillo TMD 1975 publicado
<i>O. mossambicus</i>	<i>O. homorum</i>	75	1984	Nayarit	De la Paz O., Publicado
<i>O. mossambicus</i>	<i>O. homorum</i>	75	1983	Guerrero	Mercado C. 1987. Con. Per.
<i>O. nilóticos</i>	<i>O. mossambicus</i>	80	1987	Tabasco	Galvan V. 1987. Con. Per.
<i>O. mossambicus</i>	<i>O. homorum</i>	83	1982	Morelos	Castañeda C. 1987. Con Per.
<i>O. nilóticos</i>	<i>O. homorum</i>	80	1987	Oaxaca	Pérez Galicia 1987. Con. Per.

Fuente: Armando Morales (CIB) 1991 y Castillo, 1994

Por su parte de manera general se mencionan algunas de las características físicas del híbrido rojo en la tabla #2.

Tabla#2 Características físicas de la especie

DESCRIPCIÓN	CARÁCTERÍSTICA	OBSERVACIÓN
Cuerpo	Robusto comprimido, a menudo discoidal	Raramente alargado
Aleta		
Dorsal	De 23 a 31 espinas y radios	
Caudal	Es truncada y redondeada	raramente alargado
Dientes	Cónicos	En algunas ocasiones incisivos, entre otros casos puede presentar un puente carnoso (freno), que se encuentra en el maxilar inferior, en la parte media debajo del labio
Boca	Protáctil	Con mandíbula ancha a menudo bordeada por labios gruesos
Línea lateral	Bifurcada	Se extiende desde el opérculo hasta los últimos radios de la aleta dorsal
Dimorfismo sexual	El macho se desarrolla más que la hembra	

Fuente: Investigación realizada, 2008.

En cuanto a su hábitat la tilapia roja es un pez eurihalino, por lo que es capaz de vivir tanto en agua dulce como en agua salobre. Aunque no siempre soportan cambios bruscos de salinidad, por lo que esta especie muchas veces no puede ser enmarcada dentro de las grandes bondades y facilidades de cultivo que relativamente tienen otras tilapias que son cultivadas comercialmente en el mundo (Tabla #3).

Tabla#3 Diferencias entre los otros géneros y el híbrido rojo de tilapia

Tilapias	Tilapia roja
Fácil adaptabilidad a todo tipo de ambientes.	Requiere condiciones especiales del medio, como por Ej.: temperatura (24 a 30 ° C).
Tecnología sencilla para su manejo y rusticidad.	Requiere de un Paquete Tecnológico depurado.
Poca exigencia genética.	Requiere un completo programa de Selección Genética, para mantener coloración y calidad.
Mimetismo natural contra predadores	Su coloración y comportamiento la hace altamente susceptible a la predación.
Acepta todo tipo de alimentos, desde productividad natural hasta alimentación suplementaria	Su condición genética y exigencia en rendimientos (crecimiento, carne), obliga a su alimentación con balanceados comerciales.
Responde en altas densidades de siembra.	Responden en altas densidades de siembra.
Su adaptación a la salinidad es variable	Se adaptan fácilmente a altas salinidades.
Mayor resistencia a aguas de baja temperatura	Resistencia muy variable a bajas temperaturas.
Su cosecha en estanques en tierra es complicada por su tendencia a enterrarse en el lodo y su habilidad para saltar sobre las redes	Su cosecha es muy sencilla.
<u>En líneas puras se obtiene el 100% de machos.</u>	<u>La condición híbrida de muchas de las líneas, afecta la proporción de machos y hembras, aun después de la Inducción sexual.</u>
Son reproductores garantizados y producen mayor cantidad de alevines constantemente	No todos los ejemplares seleccionados son reproductores, tampoco son tan prolíficas.
<u>Mayor supervivencia de huevos, alevines y juveniles.</u>	<u>Baja viabilidad de huevos, alevines y juveniles.</u>
<u>Alta resistencia a enfermedades.</u>	<u>Su coloración y condición mutante la hace más susceptible a pérdidas por mortalidad.</u>

Fuente: I Taller Seminario de Acuicultura Continental- Especies de Aguas templado-calidas, Dic 2005.

Sin embargo este pez también se caracteriza por ser de sabor neutro, rápido crecimiento; pudiendo alcanzar un peso de unos 3,0 Kg., aunque la talla comercial es de 300 gramos aproximadamente; su carne es blanca, en estanques y jaulas soporta altas densidades; es capaz de utilizar la productividad primaria de los tanques y además puede ser manipulado genéticamente (Manual de Producción de Tilapia, 2007).

En cuanto a su hábito alimenticio las tilapias del género *Oreochromis*, son consumidores activos de fitoplancton, detritos, y de desechos orgánicos. (Morales, 1974), aunque, los hábitos alimenticios de los juveniles, difieren considerablemente de los adultos, en los juveniles, por lo general, su hábito es de ser zooplanctófagos (mayor requerimiento de proteína) y posteriormente su alimentación cambia a fitoplanctófaga o detritívora. (Trewavas, 1983).

1.3 Reproducción de la especie

Cabe mencionar que esta especie es territorialista, especialmente el macho en la época de reproducción, siendo éste el encargado de elaborar el nido; la hembra por su parte deposita los huevos que serán fertilizados por el macho. Esta especie es ovípara y muy prolifera, se puede reproducir en su adultez una vez cada 45 días; la hembra no se alimenta durante este proceso por que colecta los huevos en su boca. (Castillo, 1994).

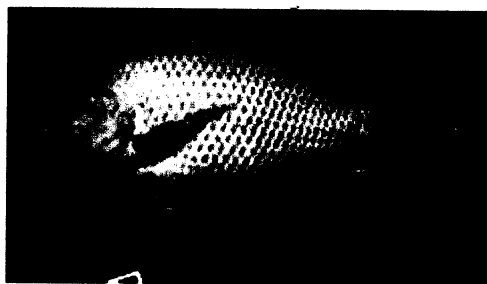
A continuación algunas características importantes a tener en cuenta en el aspecto reproductivo de la especie:

- Edad de madurez sexual: Machos (4-6 meses), hembras (3-5 meses).
- Número de desoves: 5 a 8 veces por año.
- Temperatura de desove: Rango de 25 a 31 °C.
- Fecundidad: De 1000 a 2000 huevos por hembra como promedio por ovoposición.

- Vida útil de los reproductores: 2 a 3 años.
- Tipo de incubación: Bucal (la hembra no se alimenta durante este proceso)
- Tiempo de incubación: 3 a 6 días.
- Proporción de siembra de reproductores: 1 macho por cada 3 hembras (Solla, 2000).

Cabe mencionar que para una buena reproducción es necesario crear un buen banco de reproductores, donde existan peces entre los 10 y 20 meses de edad con un peso aproximado de 250 - 500gr. y una talla de 12-13 cm., por otra parte dichos peces deben estar sanos, sin presentar heridas ó ulceraciones en el cuerpo y sin parásitos, libre de patógenos y malformaciones, deben también presentar una distribución normal de sus escamas; a su vez los reproductores tienen que ser alimentados con una dieta con alto nivel proteico (30-35%) baja en grasa para una mejor capacidad abdominal (Castillo, 1994).Gráfico #2.

Gráfico # 2. Reproductor de híbrido rojo de tilapia



Fuente: Cubamar, 2002

Así mismo, éstos deben presentar una mayor proporción de carne es decir tanto la cabeza como la cola deben ser pequeñas en relación al resto del cuerpo (Castillo, 1994).

De la misma manera para obtener buenos resultados existen ciertos parámetros ecológicos que también deben de ser considerados (Tabla # 4).

Tabla#4 Características ecológicas para la reproducción del género *Oreochromis*.

PARÁMETRO	CARATERÍSTICA	OBSERVACIÓN
Temperatura	22-32°C	El rango óptimo es de 26-29°C; y la temperatura ideal para el engorde de estos peces es de 24-32°C. En nuestro país, las temperaturas enunciadas se dan en todo el litoral, en los valles bajos interandinos y en la región oriental.
Oxígeno	sobre los 6ppm	Pero se desarrollan normalmente en concentraciones de 5mg/l (Florez y Medrano, 1.997). Las tilapias tienen la facultad de reducir el consumo de oxígeno cuando las concentraciones del medio son bajas e inferiores a 3mg/l. En estas condiciones, el pez disminuye su metabolismo (Fondepesca, 1.988).
pH del agua	6,6-7,5	Valores por debajo de 4 y superiores a 11 reducen la supervivencia de los peces. Lecturas de pH entre 4,5-5,5 no permite la reproducción (Piña, 1.993). La estabilidad del pH mejora las condiciones de cultivo, permitiendo el incremento de la productividad natural en el estanque, la misma que, constituye una fuente de alimentación para los organismos a cultivar.
Salinidad	Sobre los 10ppt no son recomendables para la reproducción de <i>O. niloticus</i> (Popma y Green, 1.990).	La mayoría de las especies de tilapias son eurihalinas y pueden vivir en aguas salobres, mientras que otras variedades viven en agua del mar (Kira, 1.972)
Alcalinidad y dureza	75mg/l de CaCO ₃	Adecuada y propicia para promover la productividad en los estanques (Fondepesca, 1.988).
Turbidez	Lectura del disco Secchi entre 25-30cm	
Amoniaco	Menores a 2ppm (Pina López, 1.993).	Los niveles de amoniaco (NH ₃), necesitan ser considerados debido a su alta toxicidad.

Fuente: Investigación realizada, 2008.

El inconveniente que se presenta en el cultivo de tilapia en cautiverio es su reproducción precoz, lo que causa la sobrepoblación en los estanques; esta excesiva reproducción minimiza la producción debido al tamaño variado de los peces,

produciendo poco crecimiento de la verdadera población cultivada, ocurriendo enanismo o atrofia del crecimiento a causa de la competencia por el alimento y espacio en condiciones controlada (Morales, 1991).

Múltiples han sido los esfuerzos de los investigadores por tratar de reducir el efecto de la reproducción de la tilapia, entre la técnicas aplicadas se destaca la reversión química del sexo que es la mas viable, en la producción a escala comercial de estos peces. (Tilapia Roja, 2006).

La tecnología de producción de alevines monosexo de tilapia, busca contrarrestar la precocidad reproductiva de estos cíclidos, beneficiando el incremento de la producción en los cultivos a escala comercial. (Marcillo; Landivar, 2000).

Las técnicas que se utilizan con mayor frecuencia para la producción comercial de alevines monosexo son: (Tabla # 5).

Tabla#5 Técnicas para obtención de alevines monosexo.

TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
Sexaje Manual	Este es un procedimiento manual de relativa simplicidad que permite separar los juveniles machos, mediante el examen visual de la papila urogenital (30-40g). (Marcillo; Landivar, 2000). El reconocimiento del dimorfismo sexual también se lo puede efectuar mediante la aplicación de tinta china o azul de metileno, en la papila urogenital del pez. (Piña, 1993).
Hibridación	Un híbrido se obtiene mediante el cruce de dos especies genéticamente diferentes. La obtención de híbridos en medio natural se encuentra imposibilitado por las siguientes causas: Ubicación geográfica, incompatibilidad genética e incompatibilidad en el comportamiento. (Marcillo; Landivar, 2000).
Reversión química del sexo	Consiste en el desarrollo de poblaciones monosexuales (machos), mediante el suministro de un agente hormonal esteroide por un espacio de tiempo establecido, el cual interfiere en los mecanismos de la determinación sexual de la fracción femenina de la población (Popma, 1.987).

Fuente: Investigación realizada, 2008

La tendencia en aplicar la tecnología de producción de cultivos monosexuales va encaminada hacia individuos machos, por la ventaja que tienen estos peces en relación a las hembras. En la mayoría de tilapias, los machos tienen mayor crecimiento que las hembras, aun cuando se cultiven por separado (Manual de Producción de tilapia, 2007).

CAPITULO II. CARACTERISTICAS GENERALES DEL SAMÁN (*Samanea saman*).

2.1 Distribución geográfica de la especie

El samán forma parte de los bosques perennifolios y estacionalmente secos, pero en particular de aquellos abiertos de sabana. Muchos de los árboles que se encuentran en pastos pueden ser remanentes de bosques pasados. Es una especie pionera que coloniza claros y campos abiertos. (Herrera, 1997).

Este árbol crece de manera natural entre las latitudes 5° Sur y 11° norte, se lo ha cultivado a través de los trópicos como árbol de sombra. Se desarrolla de mejor manera en lugares con precipitaciones por encima de los 1000mm y en sitios con altitudes por debajo de los 500msnm. Aunque tolera arcillas pesada y suelos infértiles, prefieren suelos aluviales, fértiles y neutros a moderadamente ácidos. No tolera bajas temperaturas siendo 8°C la mínima que puede resistir. (Herrera, 1997).

Se considera que esta especie es nativa del área que va desde la península de Yucatán en México, a través de Guatemala, Panamá, Venezuela, Colombia, Ecuador hasta Perú, Bolivia, Brasil y las Antillas. En los Estados Unidos de Norteamérica crece en Hawai, Florida, Puerto Rico, las Islas Vírgenes, las Marianas del Norte y también otros países como en Myanmar (Burma), Sri Lanka, la India, Jamaica, Nigeria, Trinidad, Uganda, Sabah, la Isla de Zanzíbar, Fiji y en las Filipinas. (Zamora, 1999).

Se reporta que el árbol fue introducido a Hawai en 1847, cuando Peter A. Brinsmade, un ejecutivo de visita en Europa, regresó a Hawai supuestamente pasando por Panamá y con dos semillas, las cuales germinaron. Una de estas plántulas se sembró en Honolulu y otra en Koloa; en la isla de Kauai. Estas plántulas son posiblemente los progenitores de todos los árboles de Samán en Hawai. Puede ser que el samán haya sido introducido a Puerto Rico y Guam durante el siglo XVI. (Skolmen, 1999).

2.2 Taxonomía y Biología de la especie

- Reino : Plantae
- División : Magnoliophyta
- Clase : Magnoliopsida
- Orden : Fabales
- Familia : Fabaceae
- Subfamilia : Mimosoideae
- Género : Samanea
- Especie : Samanea saman

Su nombre binomial es *Samanea saman* (Jacq.) Merr. Posee sinonimia con *Albizia saman* (Jacq), *Pithecellobium saman* y *Mimosa saman* (Jacq). Su etimología samanea, es por su nombre nativo sudamericano samán, se lo conoce también como árbol de la lluvia, campano, cenízaro, cenícero, cenizo, samán y tamarindo.

El nombre común en inglés y el que más se usa es el de “raintree” ó árbol de lluvia, el árbol hace que sus hojas se cierren, permitiendo que la lluvia pase con facilidad a través de la copa.

Este rasgo puede contribuir al hecho, observado frecuentemente, de que la grama verde debajo de los árboles se mantiene permanente durante las sequías.

Sin embargo, la sombra producida por la copa, la adición de nitrógeno al suelo a través de la descomposición de la hojarasca de este árbol leguminoso y, posiblemente, el excremento de insectos y de otros animales en los árboles en conjunto contribuyen a este fenómeno.

El nombre común en Hawai, “monkey pod” o vaina de mono, debido a su derivación lógica del sinónimo científico del género, *Pithecellobium* (que significa arete de mono en griego). Además de “monkey-pod”, “raintree” y samán, este árbol se lo conoce como mimosa en las Filipinas. (Skolmen, 1999).

Gráfico # 3. Samán (*Samanea saman*)



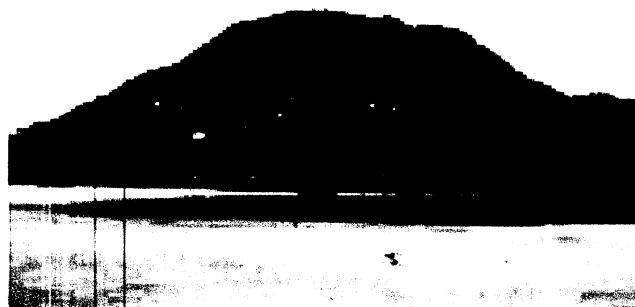
Fuente: Philippine Medical Plants, 2000

Es un árbol muy grande, a menudo 25-30m de altura, de grandes y simétricas coronas (IRENA, 1992). Puede ser utilizado también de forma ornamental.

Las bayas largas y negras son muy apreciadas para el forraje; estas vainas se las usa como un rico suplemento alimenticio para el ganado en épocas de sequías. Su copa es baja, ancha, extendida en forma de sombrilla soportada por ramas horizontales y su crecimiento puede ser controlado mediante una poda adecuada. (IRENA, 1992)

Su corteza es rugosa y pardo grisácea, con líneas verticales. Las hojas son grandes (6-25cm de largo) y bipinnadas, con 3-6 pares de pinnas por hoja y 6-9 pares de hojuelas. Estas son grandes de (24-62mm de largo). Las hojas son ligeramente sensibles a la luz y se cierran por las noches, dimorfas y de color pálido rosa son sus flores y están dispuestas en umbelas. (Gráfico # 3). (IRENA, 1992)

Gráfico # 4. Árbol de samán



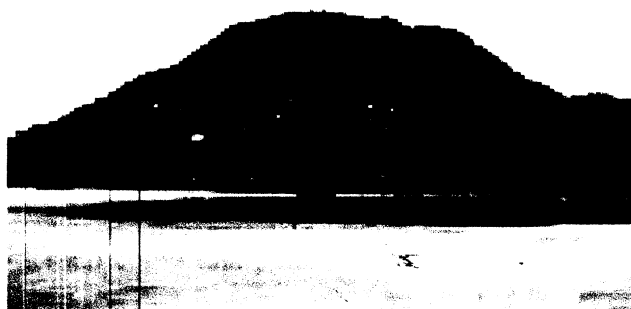
Fuente: Panoramia, 2008

La flor central es sécil y más grande que la de los lados que son pediceladas. Cáliz acampanado, de 5-7mm de longitud, tomentoso, con dientes triangulares; corola rojo-amarillenta, de 10-11mm de longitud; estambres de 3,5-4cm de largo, con los

Las bayas largas y negras son muy apreciadas para el forraje; estas vainas se las usa como un rico suplemento alimenticio para el ganado en épocas de sequías. Su copa es baja, ancha, extendida en forma de sombrilla soportada por ramas horizontales y su crecimiento puede ser controlado mediante una poda adecuada. (IRENA, 1992)

Su corteza es rugosa y pardo grisácea, con líneas verticales. Las hojas son grandes (6-25cm de largo) y bipinnadas, con 3-6 pares de pinnas por hoja y 6-9 pares de hojuelas. Estas son grandes de (24-62mm de largo). Las hojas son ligeramente sensibles a la luz y se cierran por las noches, dimorfas y de color pálido rosa son sus flores y están dispuestas en umbelas. (Gráfico # 3). (IRENA, 1992)

Gráfico # 4. Árbol de samán



Fuente: Panoramia, 2008

La flor central es sécil y más grande que la de los lados que son pediceladas. Cáliz acampanado, de 5-7mm de longitud, tomentoso, con dientes triangulares; corola rojo-amarillenta, de 10-11mm de longitud; estambres de 3,5-4cm de largo, con los

filamentos blancos en la base y rosados en la parte superior, con el tubo estaminal mucho más corto que la corola y producen néctar que atraen a grandes insectos polinizadores. (Gráfico # 4). (Panoramia, 2008)

Los filamentos de los estambres son muy visibles, brillantes o color rosa pálido. Los frutos de este árbol son vainas alargadas rectas en ocasiones ligeramente curvadas, indehiscentes, de 10-22cm de largo, verdes y carnosas antes de madurar, volviéndose marrones al madurar. Contienen una pulpa seca, oscura, dulce y nutritiva con un promedio de 5-10 semillas por cada baya. Su madera es resistente y bastante ligera.

La albura es amarilla y el duramen es bien apreciado por su coloración marrón chocolate y su bello grano. Sus usos incluyen muebles, artesanías, paneles, etc. La madera se la trabaja a menudo aún verde, posiblemente por que no se contrae ni sufre demasiados daños al secarse y se tiende a trabajar con árboles jóvenes y de fuste largo debido a su facilidad de manejo.(Skolmen, 1999).

El samán es considerado como una planta o árbol leguminoso y como tal, tiene la facultad de autoalimentarse en cuanto al elemento nitrógeno uno de los más importantes en la nutrición de las plantas y esto se debe a que en su sistema radicular, se desarrolla infinidad de nódulos los cuales albergan a millones de bacterias que viven en simbiosis con el samán.

Las bacterias extraen nitrógeno del aire que circula entre las partículas del terreno y se lo seden a las raíces del árbol. A cambio reciben hidratos de carbono para su alimentación, de parte de su hospedero, el cual no utiliza el nitrógeno del suelo o lo usa en muy poca cantidad, lo que favorece su enriquecimiento, permitiendo que el pasto que se desarrolla debajo de su copa sea muy superior al que esta ubicado a campo abierto (Castellanos, 2000).

Debido a las propiedades de este árbol y de sus frutos, los mismos que ya han sido utilizados como alimento alternativo en la ganadería a campo abierto. Hacen que este árbol pueda ser usado en diferentes actividades como la reforestación y sus frutos como alimento nutritivo para otros animales. (Zamora, 1999).

2.3 Reproducción de la especie

En el Ecuador no se conoce específicamente los meses en que el samán florece, sin embargo se conoce que en Hawai este árbol florece en cualquier parte del año pero por lo usual florece de abril a agosto, con un máximo en el mes de agosto. Las flores están agrupadas en numerosos estambres de color rosado de 3.8cm de largo, parecen brochas para maquillaje en la copa del árbol. Las flores son polinizadas por los insectos. Las vainas que contienen a las semillas se desarrollan durante un periodo aproximado de 6 a 8 meses en los cuales las vainas al madurar caen al suelo intactas, por lo usual entre diciembre y abril en Hawai. (Skolmen, 1999).

Las semillas son habas de color pardo rojizo aproximadamente de 13mm de largo que se desprenden de la vaina cuando estas se abren en el suelo. A pesar de que la semilla posee una cáscara muy fuerte y una vida larga, algunas de ella germinan pronto después de humedecerse al contacto con el suelo, resultando en un breve periodo de reproducción prolífica. La mayoría es destruida por los insectos, roedores etc., sin embargo la principal razón se debe a que es una especie que requiere luz y producen sombra motivo por el cual estas plántulas no se podrán desarrollar con facilidad. (Herrera, 1997).

El número de semillas por kilogramo es de entre 4400 y 7000. Se puede almacenar seca a una temperatura de 0 a 3°C en contenedores cerrados por un largo periodo de tiempo con una poca pérdida en su viabilidad. Las semillas se escarifican por lo general; se colocan en agua a 100 °C y luego se dejan enfriar hasta el día siguiente. Las semillas escarificadas germinan entre 3 y 4 días después de la siembra (Castellanos, 2000).

La dispersión natural tiene lugares a través de las aves, monos, puercos, roedores y rumiantes. (Skolmen, 1999).

La germinación es epigea; estas plántulas crecen con rapidez si se les da un adecuado mantenimiento, alcanzando alturas de 2 a 3m en periodo 1 año después de haber sido plantado. Las plántulas silvestres o las plántulas sembradas, se ven marcadamente

inhibidas por la competencia y crecen con mucha mayor lentitud. Las plántulas y los árboles maduros son intolerantes a la sombra y extremadamente susceptibles a daños producidos por el excesivo uso de herbicidas usados para el control de las malas hierbas. (Skolmen, 1999).

El samán se arraiga con facilidad, es por eso que en ciertas partes del mundo como en Hawai se transplantan árboles de gran tamaño que previamente han sido cortadas sus ramas y no todas sus raíces con el fin de que produzcan sombra en parques y en estacionamientos de automóviles. A pesar de la facilidad con la que se puede propagar de manera vegetativa, el samán casi siempre se propaga mediante semillas. (Skolmen, 1999).

CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se detallarán tanto los diferentes procesos efectuados como las herramientas utilizadas para dicho estudio.

El proyecto se realizó en el campus “Gustavo Galindo Velasco” de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL); específicamente en las piscinas de experimentación ubicadas en la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar (FIMCM), se comparó una dieta experimental elaborado con pulpa de samán (*Samanea saman*) y pasta de soya (*Glycine max*) versus una dieta comercial, ambos formulados al 32% de proteína; para de alguna manera poder cubrir las necesidades alimenticias del híbrido rojo de tilapia (*Oreochromis sp.*) en su etapa de precría.

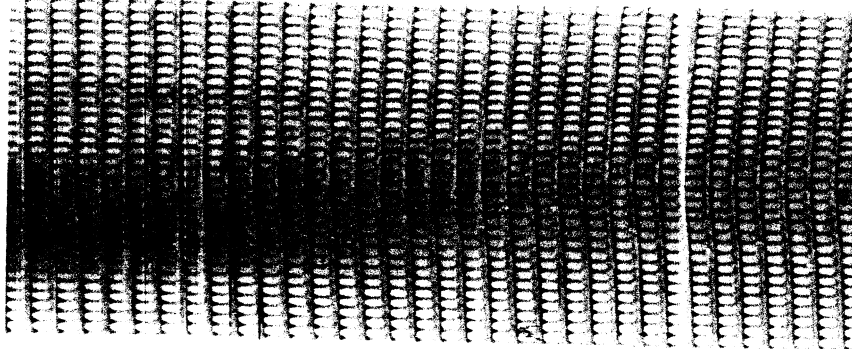
El proyecto empezó el día cuatro de Abril del 2007 el mismo que culminó el día 29 de Agosto del mismo año.

3.1 Descripción del área de cultivo

3.1.1 División, forma y distribución de las piscinas

División: Se destinaron dos piscinas de cemento para el proyecto de las cuales cada una fue dividida en cuatro secciones, obteniendo un total de 8 corrales. Dichas corrales estaban separados por una malla “mosquitera” con un ojo de diámetro 2mm. sujeta a una estructura de PVC. Con esto se evitaba el paso de peces de un corral a otro. Gráfico # 5

Gráfico # 5. Malla utilizada



Fuente: Investigación realizada, 2008

Gráfico # 6. Área de cultivo

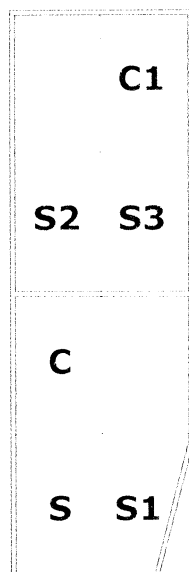
Fuente: Investigación realizada, 2008

Forma: Rectangular con bordes irregulares, presentando las siguientes dimensiones:

- C : 2.95m*1.65m
- C1: 2.95m*1.79m
- S : 2.83m*1.60m
- S1: 2.83m*1.88m
- S2: 2.70m*1.70m
- S3: 2.70m*1.85m

Distribución: Se utilizaron solo 6 corrales, de acuerdo con el plan de alimentación y réplicas de cada dieta. (Gráfico # 4)

Gráfico # 7. Distribución de las Piscinas



Fuente: Investigación realizada, 2008

Para determinar el volúmen útil de la piscina considerada como una sola unidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$V_t = L * A * H$$

Donde: V_t = Volumen total (m^3).

L = Largo de la piscina (m).

A = Ancho de la piscina (m).

H = Altura de la piscina (m).

Operando se obtiene:

$$V_t = 5.95 \text{ m} * 3.55 \text{ m} * 1.00 \text{ m}$$

$$V_t = 21 \text{ m}^3$$

Debido a que las piscinas están divididas en dos secciones, a su vez cada una de ellas divididas en cuatro corrales y empleando una altura referencial del nivel de agua de 0.80 m por seguridad por lo tanto se pudo aplicar la misma fórmula para cada uno de los corrales donde se colocó animales obteniendo el volumen útil de cada uno de ellos como se muestra en la tabla # 6.

Tabla#6 Características Generales de las piscinas

PISCINA	DIMENSIONES (m)	NIVEL DE AGUA (m)	VOLUMEN ÚTIL (m ³)
C	2.95 x 1.65	0.80	3.89
C1	2.95 x 1.79	0.80	4.22
S	2.83 x 1.60	0.80	3.62
S1	2.83 x 1.88	0.80	4.25
S2	2.70 x 1.70	0.80	3.67
S3	2.70 x 1.85	0.80	3.99

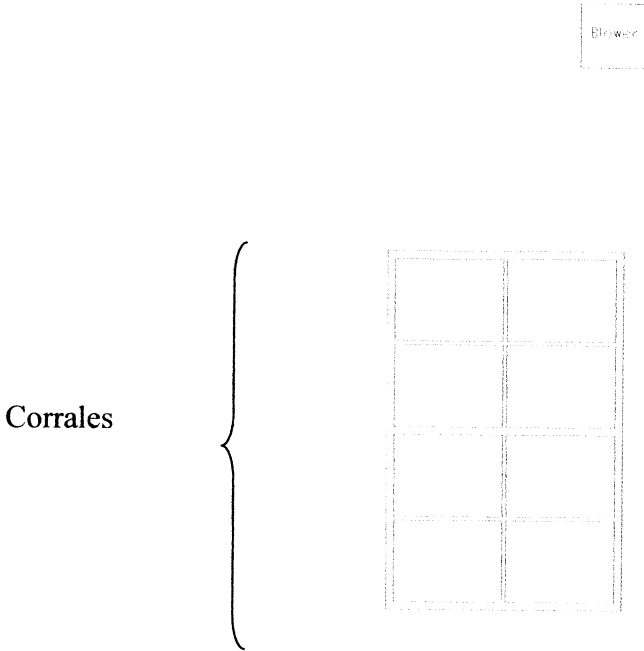
Fuente: Investigación realizada, 2008

3.1.2 Descripción del sistema de aireación

La aireación de la piscina de experimentación era suministrada por un soplador (blower) que se encuentra ubicado en la parte posterior de la misma (Gráfico # 8), el mismo que cuenta con las siguientes especificaciones:

- Marca: Fuji Electric
- Caballaje: 2.5 HP.
- Voltaje: 200-230 Watts.
- Amperaje: 6.2-6.9 Amperios.
- Frecuencia: 50-60 Hz.

Gráfico # 8. Distribución de aire



Fuente: Investigación realizada, 2008

El blower posee un motor trifásico y un filtro en la entrada de aire para impedir el ingreso de materiales sólidos que puedan alterar su funcionamiento. (Gráfico # 9)

Gráfico # 9. El blower y su respectivo filtro



Fuente: Investigación realizada, 2008

Directamente del blower esta conectado un tubo de acero galvanizado de 2 m. de largo y 2 pulgadas de diámetro debido a que el aire que proporciona el blower sale caliente y esto haría que se desgaste o se deforme otro tipo de material.

A su vez se conecta con un tubo de PVC de 2 m. de largo y 4 pulgadas de diámetro se con el fin de que el aire se enfríe un poco y así suministrar un aire mucho mas fresco y mediante un empate reductor se vuelve a conectar con un tubo de PVC de 2 pulgadas de diámetro que va colocado a lo largo de la piscina, el mismo que cuenta con 4 llaves de paso colocadas de tal manera que mediante “T” y mangueras plásticas.

Se crean 8 líneas secundarias para garantizar que cada corral contara con aireación independiente.

Finalmente se colocaron piedras difusoras para cada una de las líneas secundarias de tal forma que el tamaño de la burbuja se menor y así obtener una mejor difusión del aire en toda la columna de agua, que será beneficioso para el desarrollo de los peces.

3.1.3 Descripción del sistema de bombeo

La toma del agua provenía del lago de la ESPOL que era succionada mediante una bomba de agua con las siguientes características:

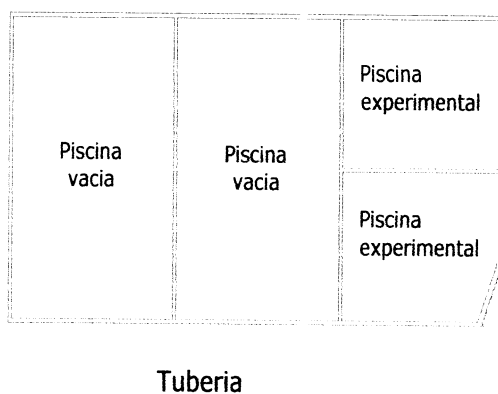
- Marca: Flint & Walling
- Caballaje: 1 HP.
- Voltaje: 115-230 Watts.
- Amperaje: 18-9 Amperios.
- Frecuencia: 60 Hz.
- RPM: 3450

La bomba tenía un tubo de succión de 1.5 pulgadas de diámetro con un cheque en la parte final que siempre se encontraba sumergido en el agua, en la parte de la salida del agua estaba un tubo de PVC de 1.25 pulgadas de diámetro que conducía el agua hacia el sistema de piscinas.

Cada piscina tiene su llave de paso la cual controla el suministro de agua que se requiera para los recambios, tratamientos y muestreos de peso y longitud (Gráfico #10)

Gráfico # 10. Diagrama del sistema de bombeo

Diagrama de bombeo



Fuente: Investigación realizada, 2008

3.1.4 Desinfección del Área de cultivo

Previa a la siembra de alevines, se procedió a su desinfección, el cual consistió en:

- Raspado de las piscinas: Esta actividad se realizó con un cepillo de cerdas gruesas, limpiando todas las paredes y el suelo de las piscinas, eliminando así el exceso de algas que podrían afectar la calidad del agua y la disminución de oxígeno.

- Administración de cloro: Subiendo la columna de agua hasta la mitad de las piscinas se agrego el cloro Al 60% y se lo dejo hasta el día siguiente con aireación. Después se elimino el agua de las piscinas y se las dejo secar al sol durante 1 día. Al siguiente día en la mañana se volvió a subir el nivel del agua en un 80 % de su volumen total con aireación, dejándolo reposar por un día mas con el fin de que no quede ningún residuo de cloro y para terminar el proceso de desinfección al siguiente día se vaciaron las piscinas en su totalidad y se las llenó nuevamente hasta alcanzar el volumen de agua necesario para desarrollar el proyecto.
- Secado natural: Se expone las piscinas a los rayos del sol para eliminar bacterias y parásitos que pudieran estar presentes y puedan interferir en el cultivo.

3.1.5 Descripción del diseño experimental

Como el proyecto busca conocer básicamente el uso de la pulpa de samán como parte de un alimento balanceado para el crecimiento de los peces; fueron comparados simultáneamente durante un cultivo de híbrido rojo de tilapia (*Oreochromis sp.*), dos clases de dietas; la convencional y la dieta que lleva como materia prima la pulpa de samán y soya.

Así mismo, para tener un informe completo de las características de la pulpa de samán se realizó también el aminograma donde se dieron como resultados el tipo y la cantidad total de aminoácidos presentes en la pulpa (**ANEXO I**); dato importante que se debe considerar para la elaboración de cualquier dieta alimenticia.

Una vez empezado el cultivo fueron evaluados periódicamente el crecimiento tanto en gramos como en milímetros longitudinales, para así determinar el peso ganado, la nueva ración de alimento y determinar el factor de conversión alimenticia (FCA).

De la misma manera terminado el cultivo, se precede con la evaluación estadística de todos los resultados obtenidos durante este proceso, de acuerdo con éstos se determinará el comportamiento real eficiencia de la pulpa de samán.

3.2 Toma de Parámetros ambientales en las piscinas

Por lo general la toma de parámetros eran dos veces al día, pero cada dos semanas se realizaban muestreos donde se analizaban dichos parámetros cada 60 minutos, desde las 8:00 a.m. hasta las 17:00 p.m..

3.2.1 Temperatura:

Desde siempre se ha considerado que la poiquilotermya ha sido una característica principal en los peces, esto quiere decir básicamente que su temperatura interna

dependerá del medio en el que se este desarrollando. Además presentan la propiedad de ser altamente termófilos, es decir, que dependen y son sensibles a los cambios de temperatura (Cantor, 2006).

La temperatura ideal para el engorde de las tilapias oscilas entre los 24°C y 32°C. En nuestro país dichas temperaturas se dan en todo el litoral, en valles interandinos y en la región amazónica. (Marcillo y Landivar, 2000).

La alteración de la temperatura en el agua podría incidir directamente en la tasa metabólica del animal. Si la temperatura del agua se incrementa, aquello ocasionará que la tasa metabólica se eleve, aportando a que sus actividades y necesidades energéticas crezcan; al contrario si la temperatura disminuye en el agua se reduce la natación y el consumo de oxígeno. (Tilapia Roja, 2006).

Las variaciones grandes de temperatura que pudieran ocurrir tanto en el día como por la noche, se pueden compensar con un suministro en la alimentación, de altos porcentajes de proteína entre 30% y 32% aproximadamente. (Morales, 1991).

A continuación se muestra en la tabla # 7 los valores promedios de las temperaturas registradas durante en periodo de experimentación.

Tabla#7 Promedios de temperaturas registrados durante el proyecto

Hora	Temperatura (°C)	
	Piscina 1	Piscina 2
08:00	24.1	24.2
09:00	24.4	24.4
10:00	24.5	24.6
11:00	24.6	24.9
12:00	25.1	25.3
13:00	25.5	25.7
14:00	25.9	26.1
15:00	25.9	26.0
16:00	25.7	25.8
17:00	25.4	25.6

Fuente: Investigación realizada, 2008

3.2.2 Oxígeno:

Las necesidades de oxígeno de los peces esta determinada por tres factores básicos: la especie, el tamaño y la temperatura; también pueden existir otras variaciones debido a factores fisiológicos, tales como la actividad, la alimentación y digestión, la madurez sexual y el desove. (FAO).

Los niveles óptimos de oxígeno para las tilapias según Marcillo y Landivar son los siguientes:

- 0-0.3 ppm los peces pequeños sobreviven pero en periodos cortos de tiempo.

- 0.3-2.0 ppm tienen un efecto letal para los peces con exposiciones prolongadas.
- 3.0-4.0 ppm los peces subsisten pero su crecimiento es lento.
- > 4.5 rango óptimo para el normal desarrollo del pez.

El oxígeno disuelto en el agua se puede alterarse por diferentes factores como: descomposición de materia orgánica, aumento de sólidos en suspensión, resto de alimento no consumido, aumento de la tasa metabólica por causa del incremento de temperatura, desgasificación, densidad de siembra etc.

En la tabla # 8 se muestran los valores promedios de oxígeno disuelto registrados durante la experimentación.

Tabla#8 Promedios de oxígeno disuelto registrados durante el proyecto

Hora	Oxígeno Disuelto (ppm)	
	Piscina 1	Piscina 2
08:00	3.14	3.32
09:00	3.66	3.55
10:00	4.36	4.25
11:00	4.45	4.70
12:00	5.89	5.06
13:00	6.85	5.59
14:00	7.20	6.01
15:00	6.93	5.78
16:00	6.80	5.43
17:00	6.14	5.11

Fuente: Investigación realizada, 2008

3.2.3 pH:

Valores que se encuentran tanto por debajo o encima del valor de tolerancia, ocasionarían en los peces cambios en su comportamiento como por ejemplo: letárgia, inapetencia, además que su crecimiento y reproducción se retrasan. (Cantor, 2006).

Valores de pH cercanos a 5, pueden ocasionar mortalidades dentro de un periodo de tres a cinco horas, por deficiencias en la respiración. De igual forma, se puede observar una pérdida en la pigmentación del pez y finalmente una intensa producción de mucus, al nivel de la piel. (Morales, 1991).

Niveles entre 6.6 y 7.5 son los óptimos, por debajo de 4 y encima de 11 disminuye la supervivencia de los peces y entre 4.5 y 5.5 no permiten la reproducción. (López, 1997).

Esta variable fluctúa en un ciclo diurno principalmente influenciado por la concentración de CO₂, causado por la densidad del fitoplancton, la alcalinidad total y la dureza. (Boyd et al., 1979).

Sin embargo, el pH dentro de un medio con tilapias debería ser neutro o muy próximo a él, con dureza ligeramente alta proporcionando una producción adecuada del mucus en la piel. (Bardach *et al.*, 1986). En la tabla # 9 se presentan los valores registrados durante todo el proyecto.

Tabla#9 Promedios de pH registrados en el proyecto

Hora	pH	
	Piscina 1	Piscina 2
08:00	6.94	6.73
12:00	7.50	7.39
16:00	7.37	7.23

Fuente: Investigación realizada, 2008

3.2.4 Nutrientes:

Se realizó un análisis al agua del lago ESPOL y se midieron los siguientes parámetros: Nitrito, nitrato, fósforo total y dureza total, para este muestreo se utilizó una botella de 1 litro y se la llevó al laboratorio de análisis CSA (ANEXO II), para determinar nitritos, nitratos y fósforo total fue utilizado el método de espectrofotometría de Hach y el método de titulación para determinar la dureza total.

Tabla # 10

Tabla#10 Valores registrados en la determinación de nutrientes del agua del lago-ESPOL

Parámetros	Valor	Unidad
Nitrato	0.88	mg/L
Nitrito	0.0165	mg/L
Fósforo Total	0.02	mg/L
Dureza Total	107	mg/L

Fuente: CSA, 2008

Para detallar cada una de estas variables, podemos distinguir al amonio, que representa el producto de las excretas de los animales, orina y además la descomposición de la materia orgánica, como por ejemplo: la degradación tanto del

material vegetal como de las proteínas contenidas en el alimento suministrado, y que no fue consumida por el pez. (Marcillo y Landivar, 2000).

Además se puede ilustrar que el amonio no ionizado NH_3 , que es la forma gaseosa de este compuesto y primer producto de la excreción de los peces es de carácter tóxico para el sistema. Los niveles de tolerancia de esta variable para la tilapia oscila entre 0.6 – 2.0 ppm. (Marcillo y Landivar, 2000).

El nitrito es un parámetro de vital importancia por su gran toxicidad y por ser un poderoso agente contaminante. Se generan en el proceso de transformación del amoniaco 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 frecuentes, limitando la alimentación para disminuir el desperdicio de alimento y evitando concentraciones altas de amonio en el agua. (Cantor, 2006).

Los fosfatos son los productos que resultan de la actividad biológica de los peces, y también por una sobrealimentación con dietas artificiales. Su alta concentración trae como consecuencia un aumento en la concentración de fitoplancton en el medio, ocasionando la disminución del oxígeno disuelto durante la noche.

Los valores óptimos fluctúan entre 0.6-1.5 ppm bajo la forma de PO_4 . La toxicidad de este compuesto estará también en función del pH del agua, cuando este se encuentre en niveles ácidos. (Boyd *et al.*, 1979).

En el caso de la dureza se conoce que son la medida de la concentración de los iones de Calcio (Ca^{++}) y Magnesio (Mg^{++}) expresada en ppm de su equivalente a carbonato de calcio (CaCO_3), según estas concentraciones se pueden considerar el agua como blanda o dura, el rango óptimo para el cultivo de tilapia esta entre 50 ppm a 350 ppm. El rango óptimo de la alcalinidad fluctúa entre 100 ppm a 200ppm ya que esta relacionada directamente con la dureza, no afectado al pez directamente sino a la productividad de las piscinas. (Cantor, 2006)

3.3 Descripción Del Cultivo

A continuación se detallan los procedimientos seguidos durante todo el cultivo:

3.3.1 Captura y transporte de alevines

La captura se realizó el día Miércoles cuatro de Abril del 2007, en las instalaciones de la empresa Modercorp ubicado en Taura provincia del Guayas., utilizando como arte de pesca un chinchorro.

Con la ayuda de un matraz se cuantificaron volumétricamente mil alevines de aproximadamente un gramo cada uno, éstos fueron colocados en dos fundas plásticas con agua del mismo estanque y con la inyección de oxígeno, posteriormente fueron selladas con ligas y colocadas en cartones. De esta manera se trasladaron a las piscinas de la FIMCM en la ESPOL. Una vez llegado los alevines, se muestrearon, obteniendo un peso promedio de 1.8 gramos y las piscinas presentaban las siguientes características que se muestran en la tabla # 11.

Tabla#11 Parámetros Físicos tomados de la transferencia de Alevines

PARÁMETROS		
PISCINA (sin peces)	OD	T°
1	6.01 mg/L	28.8°C
2	4.85 mg/L	28.1°C
FUNDAS (con peces)	OD	T°
	8.89 mg/L	29.3°C

Fuente: Investigación realizada, 2008

3.3.2 Aclimatación y transferencia de alevines

Una vez tomado los parámetros de agua de las piscina (sin peces) y comparados con los obtenidos en las fundas (con peces) se encontró una diferencia de 1°C aproximadamente, entonces se procedió a colocar las fundas (selladas) en las piscinas por un tiempo de 30 minutos, esperando conseguir el equilibrio térmico.

Gráfico # 11. Transporte de alevines

Fuente: Aguaverde, 2007

Luego se procedió a abrir las fundas permitiendo el paso lento del agua de las piscinas para prevenir algún cambio brusco que pueda afectar a los peces.

3.3.3 Densidad de siembra de alevines

Se empleó la siguiente fórmula para hallar el número de animales que se iban a sembrar por corral:

$$\rho = \frac{BF}{\frac{\text{Peso deseado}}{\text{Supervivencia}}} =$$

Donde: ρ = Densidad de siembra.

BF = Biomasa final esperada (g).

Peso deseado= Peso deseado en el proyecto (g).

Supervivencia= Mayor igual al 70%.

$$\rho = \frac{\frac{3500 \text{ g}}{50 \text{ g}}}{0.70} = 100$$

El número de animales según la fórmula que se deben transferir es de 100 peces por cada corral, teniendo que extraer a todos los peces, debido a que permanecían en las piscinas todos juntos con el fin de que se adapten a las condiciones ambientales de las piscinas para disminuir las mortalidades, luego se los contabilizó y se los volvió a colocar como se había determinado.

3.3.4 Procesamiento y almacenamiento de la pulpa de samán

Se seleccionó las bayas de samán que iban a ser procesadas, fijándose de que este entera sin grietas y secas en su totalidad para evitar su descomposición. Luego se las almacenó en un tanque limpio y seco ubicado en el galpón de la FIMCM. Se empezó a procesar las bayas de samán extrayendo las semillas y las partes gruesas de los bordes con la finalidad de obtener solo la pulpa.

La pulpa de samán se la almacenó en un congelador, para luego ser mezclada con la pasta de soya que estaba almacenada en un lugar seco y fresco en las instalaciones del laboratorio. (Gráfico # 12).

Gráfico # 12. Pulpa de samán y soya



Fuente: Investigación realizada, 2008

Después de haber hecho la mezcla según los pesos que se obtienen en la formulación, se lo procesa por un molino eléctrico con el fin de hacer más homogénea y darle forma cilíndrica a la mezcla, se la coloca en bandejas para ser llevadas a la estufa regulada a 60°C hasta el día siguiente. (Gráfico # 13).

Gráfico # 13. Horno utilizado durante la elaboración de alimento



Fuente: Investigación realizada, 2008

A la mañana siguiente solo se dejaba enfriar el alimento y se lo pasaba por un molino manual para reducir el tamaño de la partícula asegurándose que el pez lo pueda ingerir. (Gráfico # 14)

Gráfico # 14. Molienda del balanceado



Fuente: Investigación realizada, 2008

3.3.5 Metodología de alimentación y recambios de agua

En el proyecto se elaboró una dieta experimental a base de pulpa de samán y pasta de soya y se la comparó contra una dieta comercial, ambos contenían 32% de proteína.

Se suministró dos raciones diarias y se determinó el horario de la siguiente manera: la primera ración se suministro a las 11:00 y la segunda a las 15:00. La tasa de alimentación determinada para el cultivo fue el del 5% de la biomasa.

Diariamente se realizaban recambios de agua de hasta el 20% del volumen del los estanques, para esto se utilizaron bolsos filtradores de agua con un ojo de malla de 10 micras, el mismo que retenía lodo, impurezas y una lata carga de algas.

Se utilizaron estos bolsos filtradores con la finalidad de disminuir la carga fitoplanctónicas en el estanque y prevenir el ingreso de cualquier agente patógeno debido a que se estaba probando el consumo y aprovechamiento de las dos dietas, las mismas que se podrían ver alteradas con el consumo de productividad primaria.

Las dietas correspondientes a cada parcela fueron:

C: Dieta Comercial.

C1: Réplica de la dieta comercial.

S : Dieta Experimental (pulpa de samán y pasta de soya).

S1: Réplica 1 de la dieta experimental.

S2: Réplica 2 de la dieta experimental.

S3: Réplica 3 de la dieta experimental.

Tabla#12 Actividades realizadas

ACTIVIDAD	CARACTERÍSTICA
Preparación del Alimento	Cada vez que era requerido, dependiendo de las nuevas biomasaas determinadas en cada muestreo, se aumentaba la ración alimenticia.
Alimentación	Se lo realizaba dos veces al día, por la mañana y por la tarde.
Toma de Parámetros	Temperatura, Oxígeno disuelto y pH.
Recambio de Agua	Era necesario para mantener niveles de oxígeno óptimos y el nivel de la columna de agua.
Muestreo	Esta actividad básicamente se realizaba para determinar el crecimiento del animal, y para dar mantenimiento a las piscinas (<i>limpiezas</i>)

Fuente: Investigación realizada, 2008

3.3.6 Rutina diaria

El trabajo diario realizado durante el proyecto se basaba en la alimentación, toma de parámetros y en el recambio de agua, sin embargo en cada muestreo biométrico se dejaba de alimentar debido al estrés producido por la manipulación a los animales.

Tabla # 13.

Cabe resaltar también que diariamente se analizaba el comportamiento del animal, nado, tiempo de reacción, presencia de hongos, etc. Así mismo, en el caso de encontrar mortalidades y ciertos residuos como hojas secas ó basura se procedía a su desecho.

Tabla#13 Rutina Diaria

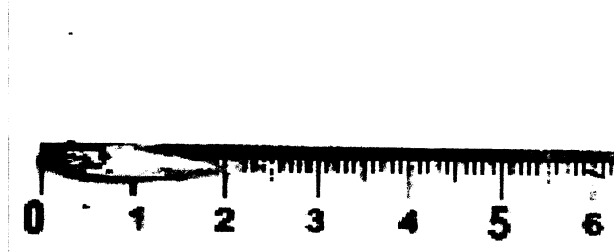
Hora	Actividad
8:00	Recambio de agua y toma de Parámetros
9:00	
10:00	Pesaje de las dietas y 1era alimentación
15:00	Pesaje de las dietas y 2da alimentación
16:00	Toma de parámetros

Fuente: Investigación realizada, 2008

3.3.7 Muestreos de crecimiento y supervivencia

Para determinar la evolución del cultivo era necesario realizar muestreos de crecimiento y de la misma manera analizar la supervivencia de los peces, para ir mejorando el manejo durante todo el cultivo e ir estableciendo nuevas raciones alimenticias.

Dichos muestreos se hacían cada dos semanas por lo general los días sábados y domingos, el primer muestreo empezó el día 20 de Mayo del 2007. Comenzaba con la limpieza de los corrales bajando el nivel de agua, después una vez capturados se pesaban y se media la longitud (gráfico # 15) de un porcentaje de la población total de los alevines (30%), mientras que el resto esperaba en gavetas rotuladas, con el agua y el oxígeno necesario; hasta que nuevamente regresaban a sus respectivos corrales.

Gráfico # 15. Medición longitudinal

Fuente: Aguaverde, 2007

Por otro lado la depredación ocasionado por las aves fue un problema durante el proyecto, se quiso contrarrestar de alguna manera colocando mallas que cubrían parte de las piscinas sin embargo el corral C1 fue el que presentó la máxima depredación, quedando en el último muestreo un total de 68 ejemplares. Todos los resultados obtenidos en los muestreos se muestran en el ANEXO III

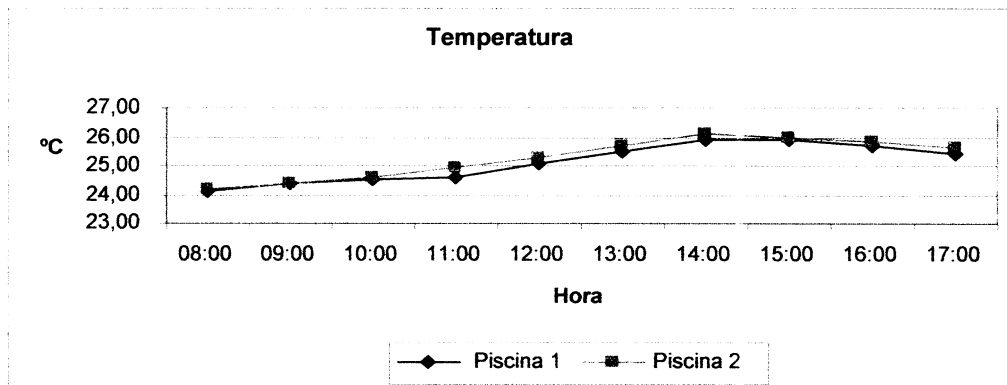
CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Análisis de parámetros ambientales

Parte importante de la producción es el analizar el comportamiento de los parámetros ambientales; en el presente trabajo se tomaron los principales parámetros siendo estos: temperatura, oxígeno disuelto (OD) y pH.

Dichos muestreos se realizaban por la mañana y por la tarde, cabe recalcar que después de cada 15 días se realizaron muestreos evaluando el comportamiento de éstos, cada 60 minutos.

El gráfico # 16 se muestra en el comportamiento de la temperatura promedio durante las diferentes horas del día.

Gráfico # 16. Comportamiento promedio de la temperatura en un día

Fuente: Investigación realizada, 2008 Autor, 2008

En el gráfico se puede notar una ligera diferencia entre la piscina 1 y 2, pudiendo deducirse que se debía a la existencia de árboles que producían una gran área de sombra encima de la piscina 1 dificultando la incidencia directa de los rayos del sol. También se puede observar claramente que en las horas de la mañana las temperaturas se mantenían casi iguales.

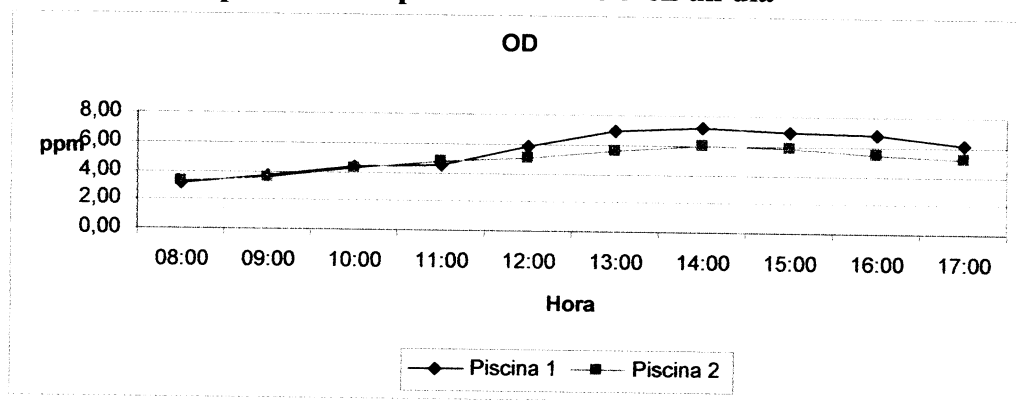
En la piscina 1 presentó una temperatura máxima de 25.90°C y una mínima de 24.10°C y la piscina 2 presentó una temperatura máxima de 26.10°C y una temperatura mínima de 24.20°C.

El parámetro del oxígeno disuelto se procedió analizar de la misma manera que la temperatura, conociendo que este parámetro es inversamente proporcional a la temperatura como se puede observar en el gráfico # 18 donde los niveles de OD en la

piscina 1 son mayores a pesar de que su temperatura haya sido ligeramente menor en comparación con la piscina 2.

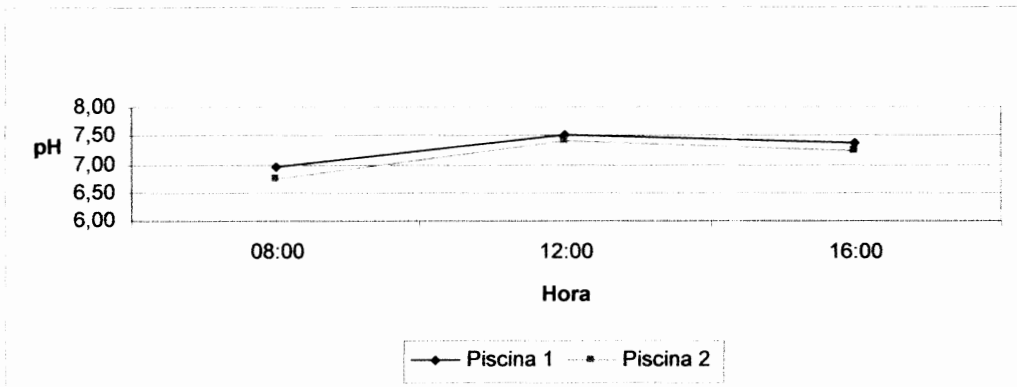
Con respecto a los promedios se pueden registrar en la piscina 1 un máximo nivel de OD de 7.20 ppm y un mínimo de 3.14 ppm, por el contrario la piscina 2 presentó un máximo nivel de OD de 6.01 ppm y un mínimo de 3.32 ppm.

Gráfico # 17. Comportamiento promedio del OD en un día



Fuente: Investigación realizada, 2008

El pH presentó también cierta variación en las piscinas; teniendo como promedios por las mañanas en la piscina 1: 6,94 y la piscina 2: 6,73, por las tardes los valores fueron en la piscina 1: 7,37 de la misma manera la piscina 2: 7,23. Los valores más altos se presentaron al mediodía con 7,50 en la piscina 1 y 7,39 en la piscina 2. (Gráfico # 18).

Gráfico # 18. Comportamiento del pH

Fuente: Investigación realizada, 2008 Autor, 2008

4.2 Análisis del crecimiento en peso

Con el fin de cumplir con las cantidades alimenticias requeridas por los animales se hicieron muestreos biométricos cada 15 días a excepción del último que tuvo una diferencia de 30 días. Durante todo el cultivo se realizaron un total de siete muestreos. (Tabla # 14)

Tabla#14 Resultado promedio del crecimiento en gr. según muestreos

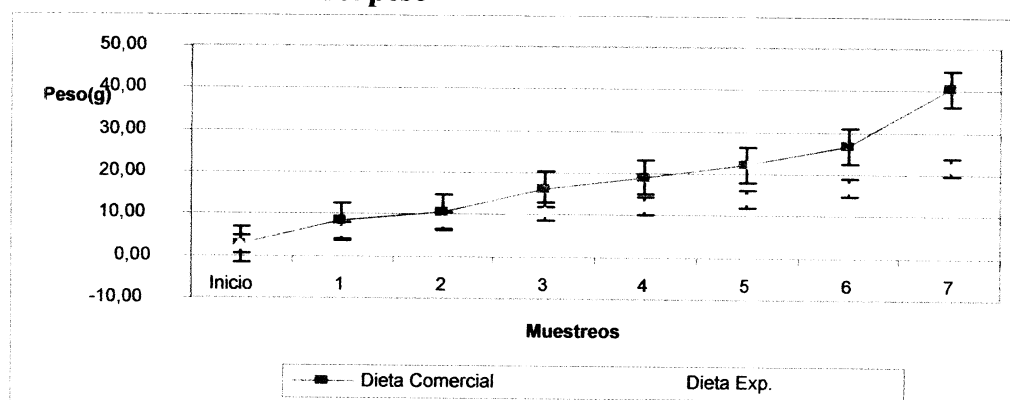
Incremento en peso por muestreos				
Muestreos	Dieta Comercial	Desviación estándar	Dieta Natural	Desviación estándar
Inicio	2,75	x	2,75	x
1	8,33	2,42	5,85	2,01
2	10,63	3,97	8,40	2,69
3	16,18	5,51	10,76	2,85
4	19,11	7,40	12,29	3,27
5	22,04	8,44	14,04	3,88
6	26,73	10,85	16,90	5,49
7	40,61	11,50	21,88	5,96

Fuente: Investigación realizada, 2008

En el gráfico # 19 se puede observar el incremento del peso en gramos en los peces por cada muestreo. De la misma manera se puede constatar que a partir del día 45 empezó a notarse una leve diferencia entre las distintas dietas. Y así las diferencias fueron incrementándose hasta que en el último muestreo se evidencia que la dieta comercial supero en más del 50% a la dieta experimental.

Sin embargo es importante mencionar que si bien la dieta con la pulpa de samán presentó menos crecimiento en peso, que el comercial, este fue mucho más uniforme.

Gráfico # 19. Incremento del peso



Fuente: Investigación realizada, 2008

Comparando estos resultados con los que se obtienen en cultivos a nivel comercial, estos logran llevar al animal a 40 gr. en un tiempo de 56 días aunque utilizando un mayor porcentaje de proteína, de 45% hasta llegar a un peso de 8.5gr.; de 35% hasta llegar a un peso 25 gr.; y de 32% hasta llegar a un peso de 50 gr. aproximadamente.

(Conversación personal, Uyaguari, 2008)

4.3 Análisis del crecimiento en longitud

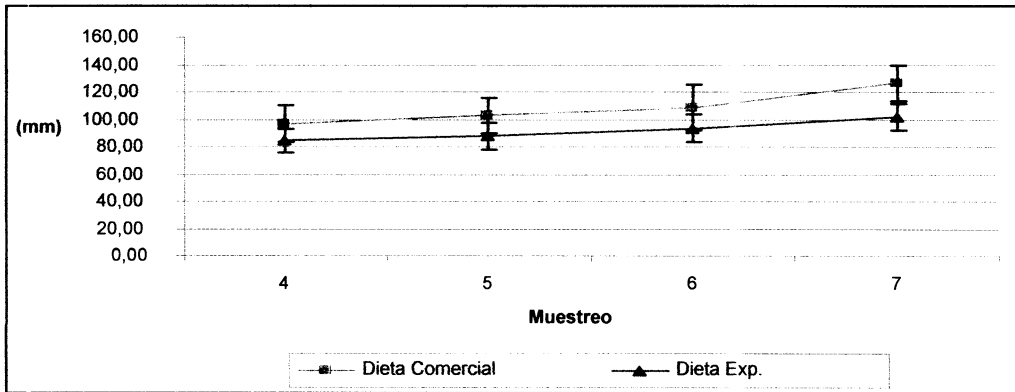
Por motivos de manejo se empezó a tomar las medidas longitudinales después de 60 días de iniciado el cultivo. En la tabla # 15 se detallan los resultados promedios del crecimiento en mm. de los animales alimentados con ambas dietas.

Tabla#15 Resultado Promedio del crecimiento en mm. según muestreos

Incremento en longitud por muestreos				
Muestreos	Dieta Comercial	Desviación estándar	Dieta Experimental	Desviación estándar
4	96,63	13,19	83,87	8,68
5	102,46	12,99	87,44	9,61
6	108,53	16,52	93,48	10,60
7	126,35	12,87	101,87	9,44

Fuente: Investigación realizada, 2008

Debido a que no se conoce con exactitud las longitudes iniciales de los peces en estudio, no se podría determinar con exactitud el momento en que empezaron a notarse las diferencias en los crecimientos; sin embargo, de acuerdo con el gráfico # 20 se puede apreciar que después del sexto muestreo los animales alimentados con la dieta comercial presentaron un incremento significativo en comparación con los muestreos anteriores; ambos crecimientos venían presentado la misma tendencia.

Gráfico # 20. Incremento de la longitud

Fuente: Investigación realizada, 2008 Autor, 2008

4.4 Análisis de Supervivencia

La supervivencia es otro indicador de mucha importancia; por medio de este podemos evaluar el comportamiento de los peces frente a las diferentes condiciones en la que son cultivados y de esta manera poder determinar el suministro justo de alimento.

En la tabla # 16 se citarán los valores de supervivencia correspondientes desde el comienzo de la experimentación hasta el final de la misma.

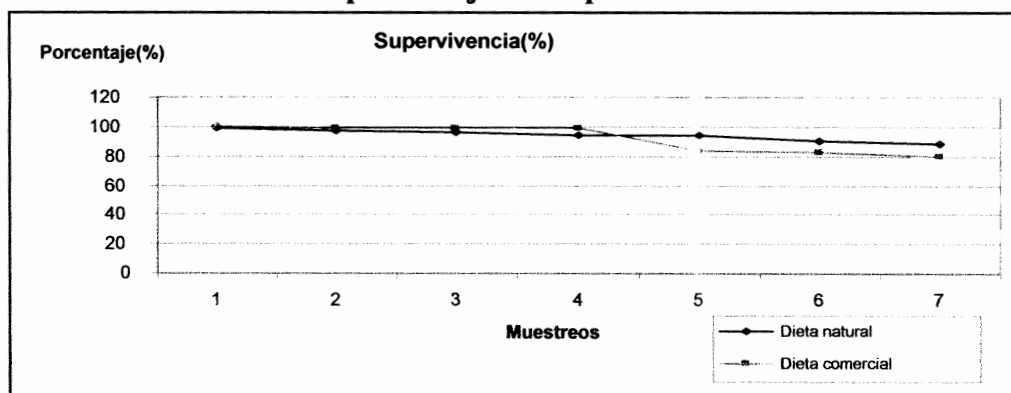
Tabla#16 Resultados de la supervivencia

Muestreos	N° promedio de animales		Supervivencia	
	Dieta natural	Dieta comercial	Dieta natural	Dieta comercial
1	99	100	99%	100%
2	97	99	97%	99%
3	96	99	96%	99%
4	94	99	94%	99%
5	94	84	94%	84%
6	90	83	90%	83%
7	88	80	88%	80%

Fuente: Investigación realizada, 2008

Se puede observar que la mortalidad fue mayor en los peces alimentados con la dieta comercial debido a que entre el 4^{to} y 5^{to} muestreo hubo depredación por aves en el corral C1, sin embargo se puede considerar que en ambos la mortalidad no fue muy significativa a pesar de que esta suele tener mayores porcentajes durante esta etapa del cultivo.

En el grafico # 21 se observa el comportamiento de la supervivencia promedio entre los tratamientos con las diferentes dietas, durante todo el cultivo, según los muestreos realizados.

Gráfico # 21. Resultados de los porcentajes de supervivencia

Fuente: Investigación realizada, 2008

4.5 Resultados del aminograma de la pulpa de Samán (*Samanea saman*)

Una de las características más relevantes en el contenido de los alimentos es la cantidad y clase de aminoácidos presentes en él. Las dietas que se suministran a los peces, sean de tipo artificial ó natural, deben presentar un alto porcentaje de proteína.

Los peces al igual que otros animales no presentan necesidades absolutas de proteínas, sin embargo requieren una mezcla balanceada de aminoácidos esenciales, así como también de aminoácidos no esenciales; el nivel óptimo de proteína difiere en función de: la especie íctia; efecto de las diferentes condiciones ambientales y las distintas prácticas de manejo. (Hurtado, 2005)

En la tabla # 17 se muestran los aminoácidos esenciales requeridos por el *Oreochromis niloticus*.

Tabla#17 **Requerimientos de aminoácidos en el *Oreochromis niloticus*.**

Especie: <i>Oreochromis niloticus</i>	
Aminoácido	% de alimento requerido
Arginina	1,34
Histidina	0,54
Isoleucina	0,99
Leucina	1,09
Lisina	1,63
Cistina	1,02
Tirosina	1,82
Treonina	1,15
Triptófano	0,32
Valina	0,9

Fuente: National Research Council, 1992

Según el informe de resultados, para la determinación de los aminoácidos se utilizó una muestra aproximada 900 g con una temperatura de 23°C y 45% de humedad. Dicho análisis fue realizado mediante el método Pre-derivatization (HPLC-FLP) (ANEXO IV). En la tabla # 18 se muestran los resultados obtenidos.

Comparando las tablas # 17 y 18 se puede apreciar que de todos los aminoácidos requeridos por la especie; la pulpa de samán engloba la mayoría de éstos, excepto por el triptófano. Otro aspecto importante a considerar es que de los porcentajes de aminoácidos presentes en la pulpa son menores a los porcentajes de aminoácidos requeridos.

Tabla#18 Resultados del análisis de aminograma de la pulpa de samán

Perfil de aminoácidos en la pulpa de Samán		
Parámetro	Resultado	Unidad
Acido Aspartico	0,46	gAA/100g de muestra seca
Treonina	0,49	
Serina	0,30	
Acido glutámico	0,52	
Prolina	0,36	
Glicina	0,03	
Alanina	0,23	
Cistina	ND	
Valina	0,30	
Metionina	0,01	
Isoleucina	0,21	
Leucina	0,00	
Tirosina	0,25	
Fenil Alanina	0,24	
Histidina	0,10	
Lisina	0,06	
Arginina	0,30	

Fuente: Analytical laboratories, 2008

4.6 Resultado del Factor de Conversión alimenticia (FCA)

La conversión alimenticia es el peso del alimento que contribuye al aumento de una unidad de peso del pez (Marcillo; Landivar, 2000). Se representa mediante la

siguiente fórmula:
$$FCA_n = \frac{Atc}{(Bf - Bi)}$$

Donde: FCA_n = Factor de conversión alimenticia neta.

Atc = Alimento total consumido.

Bf = Biomasa final.

Bi = Biomasa inicial.

4.7 Análisis estadístico

Para el desarrollo de este análisis se trabajó con el programa estadístico SPSS. Los datos evaluados fueron los muestreos biométricos realizados durante todo el cultivo.

El análisis Anova de una sola vía, realizado entre los pesos de cosecha, demuestra que no existía diferencia significativa entre el control (dieta comercial) y la dieta experimental (dieta a base de la pulpa de samán). (Tabla # 20)

Tabla#20 Anova para análisis de los pesos del control y experimental

Test of Between - Subjects Effects					
Dependente Variable: Peso C					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4831.340(a)	39	123.881	.715	.772
Intercept	78.775.796	1	78.775.796	454.721	.000
Peso S	4.831.340	39	123.881	.715	.772
Error	1.385.920	8	173.240		
Total	89.875.910	48			
Corrected Total	6.217.260	47			

a R Squared = .777 (Adjusted R Squared = -.310)

Fuente: Investigación realizada, 2008 Autor, 2008

Así mismo el análisis de los promedios de los análisis de Fulton, demuestran que no hubo diferencias significativas entre el control y la dieta experimental. (tabla # 21)

Tabla#21 Anova de los índices de Fulton del control y la dieta experimental

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: icC					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.761(a)	43	.018	.311	.979
Intercept	148.165	1	148.165	2.604.254	.000
lc S	.761	43	.018	.311	.979
Error	.228	4	.057		
Total	156.573	48			
Corrected Total	.989	47			

a R Squared = .770 (Adjusted R Squared = -1.705)

Fuente: Investigación realizada, 2008 Autor, 2008

4.8 Análisis Costo - Beneficio

Para este análisis se determinaron solo los costos totales de alimento consumido, tanto para la pulpa de samán (dieta experimental) como para la comercial; porque los demás gastos como; precio de juveniles de tilapia, costos fijos de producción, materiales, equipos, etc. fueron los mismos para ambos tipos de dieta.

Tabla#22 Costos de la dieta experimental consumidos en 4 CORRALES

Detalle	Costo (\$)	Personas	Tiempo días
Preparación 22Kg. de samán	5.30	1	2
Viáticos	2.00	1	2
20 Kg. De pasta de soya	8.00	1	120
Electricidad Total (uso de horno+uso de molino)	3.50	x	120
Molino manual	30.00	x	
Costo total de alimento natural para la tesis \$48.80 para 4 CORRALES			

Fuente: Investigación realizada, 2008

Una vez encontrado los gastos para cada tipo de alimentación se procede a comparar dichos resultados, obteniendo así que el costo total de la dieta experimental para 4 corrales (tabla # 22) fue de \$48.80 y el costo de la dieta comercial (tabla # 23) para 2 corrales fue de \$55.20; representando un ahorro por parte del alimento natural de 39.30%.

Tabla#23 Costos de la dieta comercial consumidos en 2 CORRALES

Detalle	Costo Unidad (\$)	Total utilizado
Saco de 30 Kg. (32%)	34.20	20.20
Molino	30.00	30.00
Transporte	5.00	5.00
Costo total de alimento para la tesis \$55.20 para 2 CORRALES		

Fuente: Investigación realizada, 2008

CONCLUSIONES

1. Después de 117 días de cultivo, los animales que recibieron la dieta experimental terminaron con un peso promedio de 21.88 g y una longitud promedio de 101.87 mm; y los animales que recibieron la dieta comercial terminaron con un peso promedio 40.61 g. y una longitud promedio de 126.35 mm.
2. La dieta a base de pulpa de samán y soya presentó un crecimiento homogéneo.
3. Se evidencia también que los animales alimentados con la dieta comercial crecieron más, tanto en peso como en longitud; lo que no sucedió con los

animales alimentados con la dieta experimental, ya que éstos presentaron mayor incremento sólo en longitud.

4. Según datos obtenidos en cultivos a nivel comercial se logra una mayor eficiencia en etapa de precría, comparada con los resultados del presente proyecto, debido básicamente a que estos utilizan mayores porcentajes proteicos para esta etapa.
 5. En relación a los parámetros ambientales los resultados promedios de temperatura presentaron un máximo de 25.9°C y un mínimo de 25.10°C en la piscina 1, de la misma manera en la piscina 2 el máximo presentado fue de 26.10°C y el mínimo de 34.2°C. En cuanto al OD los resultados fueron el máximo 7.2 ppm y un mínimo de 3.14 en la piscina 2 el máximo registrado fue de 6.01 y un mínimo de 3.32ppm. Por su parte el pH en piscina 1 presento un máximo 7.37 y un mínimo de 6.94 y en la piscina 2 un máximo de 7.23 y un mínimo 6.73.
- ~
6. En los resultados de los parámetros ambientales se puede notar una leve diferencia entre la piscina 1 y 2 debido a la ubicación de los mismos.

7. De acuerdo con los precios obtenidos de ambas dietas, el samán presentó menor costo que el alimento comercial. Presentando un ahorro aproximado de 40%.
8. La dieta experimental presentó una supervivencia de 88%, mientras que la comercial presentó una supervivencia del 80%. Siendo ambos porcentajes óptimos.
9. En cuanto al FCA; en ambas dietas los resultados no fueron óptimos, resultando un factor de 7 para la dieta comercial y uno de 17 para la natural; pudiendo ser por motivos de deficiencias proteicas, bajos requerimientos de aminoácidos, características físicas del alimento (flotabilidad, tamaño, estabilidad, etc.), etc.
10. Las condiciones ambientales juegan un papel importante en el cultivo, donde los peces empiezan a asimilar mejor los hidratos de carbono en la época seca (baja temperatura del agua) en relación a la época húmeda. A pesar de que la pulpa de samán es rica en hidratos de carbono, se puede atribuir que la proporción en que se formuló para obtener una dieta de 32% de proteína no fue la suficiente en comparación con otras dietas elaboradas con la misma pero para en la etapa de engorde.

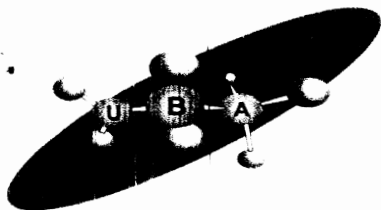
11. En los resultados del aminograma, la pulpa de samán presenta la mayoría de los aminoácidos esenciales requeridos, aunque los porcentajes mostrados no son suficientes según las cantidades requeridas para la alimentación de los peces.
12. De todos los aminoácidos esenciales requeridos para el buen desarrollo de la tilapia (*Oreochromis sp.*) el samán de acuerdo con el aminograma realizado no presentó el triptófano.
13. Si bien es cierto en investigaciones realizadas en años anteriores la pulpa de samán presentó mejores resultados, aunque éstos fueron evaluados en etapa de engorde específicamente, se ve imprescindible conservar los datos obtenidos para mejorar ciertos aspectos que pudieron haberse excluido durante el cultivo.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario realizar evaluaciones para mejorar ciertas características físicas del alimento como la flotabilidad, estabilidad, tamaño; para que de esta manera el animal logre aprovechar de mejor manera su alimento.
2. Sería también recomendable combinar la pulpa de samán con otras materias primas naturales como se hizo con la soya, que puedan complementar de alguna manera el contenido nutricional del alimento y así obtener mejores resultados.
3. Mejorar las estructuras de las piscinas de experimentación de la FIMCM con mantenimientos periódicos, reemplazando material deteriorado, y así poder optimizar el manejo y minimizar el estrés en los animales.

ANEXOS

ANEXO I AMINOGRAMA



**Analytical
Laboratories**
Testing & Consulting

WWW.UBA-LAB.CO

**INFORME DE RESULTADOS
IDR 0604-2008**

Fecha: 28 de Junio de 2008

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre	GRANJA BENITES RICARDO
Dirección	Av. General Urdaneta y Bolívar, Nueva Loja
Teléfono	041 400 0000
Solicitado por	Gerente de Planta
DATOS DE LA MUESTRA	
Tipo de muestra	Pulpa de samán
No. de muestras	1
Datos del muestreo	Realizado por cliente
Fecha de Recepción	25 de Junio de 2008
NA: No aplica	

CONDICIONES DEL ANALISIS			
Temperatura (°C)	23±0	Humedad (%)	45±1
Fecha de Inicio de Análisis	26 de Junio de 2008		
Fecha de Finalización del análisis	27 de Junio de 2008		
Método aplicado	Pre-derivatization (HPLC-FLP)		

RESULTADOS

CODIGO DE CLIENTE	CODIGO UBA	PERFIL DE AMINOACIDOS		
		PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
PULPA DE SAMAN	UBA-0808-08	ACIDO ASPARTICO	0.46	gAA/100g muestra seca
		TREONINA	0.49	
		SERINA	0.30	
		ACIDO GLUTAMICO	0.52	
		PROLINA	0.36	
		GLICINA	0.03	
		ALANINA	0.23	
		CISTINA	N D	
		VALINA	0.30	
		METIONINA	0.01	
		ISOLEUCINA	0.21	
		LEUCINA	0.00	
		TIROSINA	0.25	
		FENIL ALANINA	0.24	
		HISTIDINA	0.10	
LISINA	0.06			
ARGININA	0.10			

ANEXO II – RESULTADOS DE NUTRIENTES - CSA



INFORME DE ANALISIS IA- 220 - 2008

1. Información general

SOLICITUD DE ANALISIS		IA-220-2008	
FECHA DEL INFORME		2008	
Datos del Cliente			
NOMBRE DEL CLIENTE		Rosario Grampa Bentes	
NOMBRE DE LA EMPRESA			
DIRECCION			
TELEFONO			
Datos de la muestra/ensayo			
TIPO DE MUESTRA		Agua	
DATOS DEL MUESTREO		Realizado por el cliente	
LUGAR DE MUESTREO			
FECHA DE MUESTREO			
FECHA/HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRA		3-jun-08	Hora: 10h51
FECHA DE ENSAYO		Inicio: 3-jun-08	Fin: 4-jun-08
CONDICIONES AMBIENTALES		Temperatura (°C) 23,1°C	Humedad(%o) 95% a IR

2. Resultados

CODIGO DEL CLIENTE	CODIGO CSA	* NITRATO NO ₃	* NITRITO NO ₂
PISCINA - ESPOL	CSA-1299-2008	0,88	0,0165
UNIDAD		mg/l	mg/l
METODO USADO		Espectrofotometria de Hach	
		8171	8507

CODIGO DEL CLIENTE	CODIGO CSA	* FOSFORO TOTAL P	* DUREZA TOTAL CaCO ₃
PISCINA - ESPOL	CSA-1299-2008	0,02	107
UNIDAD		mg/l	mg/l
METODO USADO		Espectrofotometria de Hach	Titulacion
		8048	8213

Observaciones:

* Ensayo subcontratado

Sonyia Mendoza

Sonya Mendoza L., M.Sc.
Gerente General

Notas: 1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo

2. La presente informacion debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobacion escrita del laboratorio

**ANEXO III – RESULTADOS DE LOS MUESTREOS BIOMÉTRICOS
REALIZADOS**

MUESTREO I						
Fecha: 20/05/2007						
PISCINA						
Animales	C	C1	S	S1	S2	S3
	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)
1	8,6	8	4,3	4,4	4,2	4,8
2	9	5,9	4,8	3,1	4,7	4,5
3	8	3,4	8,2	7,7	6,7	4
4	5,5	7,4	7,5	10,2	3,6	7,4
5	7,2	6,8	4,1	3,3	3,2	4,3
6	7,3	11,2	4,5	4,1	8,3	9,6
7	7,9	6,1	3,7	4,8	3	5,3
8	7,5	10,6	4,1	5,1	5	5,1
9	8,4	9,6	3	5	3,7	5,2
10	7,4	10,9	2	4,8	6,7	5,8
11	12,7	6,5	3,6	7,4	8,8	7,5
12	8,3	4,3	5,2	9,7	5,6	5,2
13	5,7	12,8	3,7	9,6	3,7	5,3
14	5,6	7,4	6,2	6,6	3,7	5
15	6,8	9,5	3,2	7,5	3,4	9,7
16	3,8	3,4	3,1	5,1	3,9	3,8
17	10	8,7	2,5	8,1	4,4	3,7
18	6,9	4,3	5,9	3,4	6,3	8,6
19	10,1	7,5	3,5	8,4	5,5	2,2
20	4,7	8,8	4	5	2,4	7,8
21	7,6	11,8	5,4	3,8	5,9	5,2
22	8,8	12,4	6,2	6	3,5	5,6
23	5,3	7,7	5,5	4,7	3,8	2,5
24	9,3	5,3	2,6	4,3	5,5	3,9
25	10,2	6,1	3,8	4,8	3,6	3,5
26	11,4	3,8	3,7	4	4,2	3,2
27	9	7,6	9,1	2,5	3,3	2,9
28	6,1	4,3	7,3	5,9	4,8	6,5
29	8,4	3,7	9,8	11,4	7	7
30	8,3	5,1	2,9	5,4	6,5	2,9
Muestreados	30	30	30	30	30	30
Promedio	8,57	8,09	5,59	6,65	5,64	6,06

MUESTREO II						
Fecha: 02/06/2007						
PISCINA						
Animales	C	C1	S	S1	S2	S3
	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)
1	9	13,5	8,6	8,3	9,8	4,8
2	14	11	5,5	5,1	5,5	4,3
3	6	13	6,4	5,9	7,4	9,7
4	5,6	8,7	4,8	8,8	1,7	12,6
5	11,6	13	7,3	11	3,7	5,2
6	13	5,5	8,1	9,4	8,7	4,6
7	8,9	4,8	7,3	7,5	6,4	8,6
8	10,6	9,9	9,5	7,2	7,7	10,4
9	18,3	12,6	9	4,8	11,9	6,6
10	11	10,7	10,1	3,7	7,8	9,6
11	3,3	15	5,9	2,9	3,8	8,4
12	12,4	5,4	6,5	14,4	5	3,5
13	7,3	8,3	12,4	8,6	3,1	8,6
14	18,3	5,4	9,6	9,1	8,9	13,9
15	6,3	17,4	6,6	10,8	5,3	9,5
16	16	15,9	7,5	10,3	7	6,2
17	5,1	6	9,5	5,1	9,6	3,3
18	10,8	12,2	4,4	5,2	10	8,6
19	14,4	10,6	5,4	4,3	9,5	8,2
20	11,9	11,1	7,9	7,3	4,3	6
21	5	2,7	4,9	6,1	5,6	8,8
22	12	7,2	14,7	4	6,3	13,5
23	9,6	14,6	9,3	12,7	6,7	5
24	12,8	10,8	5,4	9,6	6	13
25	10,6	4,9	5,4	4,3	10,6	4,3
26	9,2	3,1	11	12,5	6,9	9,3
27	10	5	8,9	7,6	5,7	7,4
28	6,2	6,8	6,2	6,3	11	8,7
29	10,2	12,1	9,4	7,3	9,1	8,1
30		3,7	7,7	5,5		6,8
Muestreados	29	30	30	30	29	30
Promedio	10,95	10,03	8,55	8,25	7,80	8,63

MUESTREO III

Fecha: 17/06/2007

PISCINA

Animales	C	C1	S	S1	S2	S3
	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)
1	17,5	18,9	6,6	16,3	7,1	10,5
2	16,8	10,3	8,7	11	5,1	11,9
3	20,6	9,2	10,2	11	9,8	16,5
4	17,4	7,5	13,5	11,4	9,3	6,1
5	25,2	19,8	7,9	18,3	13	6,9
6	27,7	16,3	11,5	10,9	8,9	12,5
7	19,6	14,1	8	10,8	7,3	13,5
8	14,3	13,6	8,6	8,5	7,5	11,2
9	17,2	22	9,4	8,7	10,3	11,1
10	13,2	11,2	12	7	8,2	11,2
11	15,9	7,5	8,9	13,6	9,3	11,3
12	15,8	7	12,7	12,1	10,4	11,1
13	17,9	20	15,4	11,6	8	16,1
14	19	17,6	11,6	12,7	9,5	8,1
15	14,6	8,7	18,4	13,4	12	5,9
16	19,2	9,1	12,6	11,8	9,8	8
17	27,7	12	13,2	9,9	13,2	5,1
18	23,9	16	8,1	12,3	5,9	11,5
19	21,9	8	7,1	10,2	11,5	11,2
20	14,3	7	14,7	12	5	8
21	10,2	6	15,5	7,7	6,9	8,5
22	22,3	24	11,2	9	8	13,3
23	20,1	7,6	6,8	11	12,3	10,3
24	15,8	16,5	6,9	8,8	5,5	7,5
25	20,6	7	10,4	13,3	6,8	7
26	11,1	8,1	7,6	10,1	6,6	6,1
27	18,5	21	9,5	9,4	12,4	7
28	19,4	22	7,7	10,1	6,9	5,7
29	15	14,5	13	10,7	13,2	6,6
30	19,2	11,5	8,1	10,8	10,2	11,6
Muestreados	30	30	30	30	30	30
Promedio	18,77	13,58	11,15	11,75	9,67	10,36

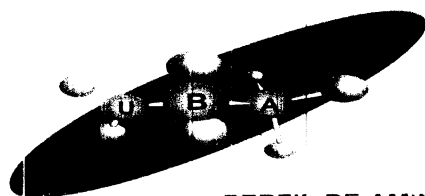
MUESTREO IV												
Fecha: 30/06/2007												
PISCINA												
Animales	C		C1		S		S1		S2		S3	
	Peso (g)	Longitud (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)
1	29,9	114	22,7	105	13,8	88	14,5	90	14,5	95	13	90
2	23,8	111	22,2	103	14,3	93	7,6	70	10	82	10	81
3	15,8	94	13,7	90	8,6	73	10,6	80	5,9	70	13	104
4	30,4	115	18,9	101	11,2	93	16,7	100	10,4	84	16,8	95
5	21	108	8,7	79	15,6	94	10,8	83	9,5	75	15	92
6	22,7	108	32,8	122	14,8	96	12,3	88	16,5	100	13,5	92
7	11,8	82	23,9	102	6,9	75	13,3	90	8	72	13	89
8	33	125	25,5	109	9,2	82	14,5	90	7,9	75	13	90
9	18,3	97	10,3	83	12,5	86	12,8	85	10,5	80	10,6	82
10	12,1	101	9,7	78	13,3	88	15,8	96	13,6	90	17,2	100
11	22,3	108	21,7	115	9,7	84	12,5	85	10,9	85	12,9	90
12	8,5	78	18,5	100	17,6	102	22,3	101	14,4	95	14,5	90
13	12,4	93	12	87	6,9	70	11,2	80	12,6	86	18,2	100
14	19,6	101	8	76	7,7	73	15,4	98	12,2	91	9,6	80
15	28,7	112	24,2	112	10,3	80	9,6	81	11,1	81	13,1	90
16	37,5	121	22	102	8,5	80	13,5	86	10,5	84	8,5	77
17	14	93	10	82	9,1	80	14,2	95	12,6	85	18	100
18	10,8	84	15,1	92	10,3	94	13	90	7,3	75	8,7	80
19	29,6	110	12,7	84	12,7	90	13	92	14,3	95	5,9	79
20	22,4	103	11,6	82	10,8	84	15,1	95	10,7	83	8,3	75
21	22,1	111	23,8	109	5	67	13	87	10,8	85	8	72
22	16,1	98	19,2	101	14,5	94	13,7	90	14,3	95	13,5	91
23	15,2	92	19,4	99	6,4	75	9,5	83	14,7	92	17,9	98
24	23,1	110	11,3	85	6,3	67	14,7	92	7,7	82	10	81
25	25	109	7,7	77	8,6	77	13,2	95	14,6	92	10,2	82
26	26,9	100	9,7	81	7,9	75	10,5	85	12,6	85	16,2	93
27	18,1	99	12,5	110	6	79	12,2	86	8,9	80	6,7	70
28	14,5	95	13	90	5,5	78	12,7	85	8	75	12,3	90
29	14,4	95	8,2	74	8,3	70	10,4	77	7,3	70	7,2	73
30	27,3	118	28,4	116	8,3	75	13,6	92	12,9	90	12	85
Muestreados	30		30		30		30		30		30	
Promedio (g)	21,20		17,01		10,66		13,62		11,78		12,80	
Promedio (mm)		100,48		92,77		80,39		86,35		82,55		85,19

MUESTREO V												
Fecha: 15/07/2007												
PISCINA												
Animales	C		C1		S		S1		S2		S3	
	Peso (g)	Longitud (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)
1	11	85	14,1	117	15,8	93	14,5	99	13,4	88	9,8	80
2	18	100	25,7	117	13,1	85	10,7	87	20,8	103	9	80
3	37,2	127	19	100	15	95	15,1	97	11,3	87	15,8	95
4	35	120	28	115	6	72	15,3	96	12,7	88	14,5	99
5	22,2	110	21	103	15,6	93	13,1	86	16,2	92	22,2	107
6	21	111	11	90	14	91	16	96	18,2	100	15	95
7	19	98	10,5	85	13,9	92	18,2	102	13,9	93	14,9	92
8	44	130	14,7	95	16	101	13,5	90	14,3	95	13	90
9	15,7	97	12	90	8,9	80	16,7	102	12,4	86	7,6	73
10	29,7	119	20,5	105	14,3	95	17,3	98	12,6	87	17,5	97
11	24,4	107	21,5	105	7,9	74	16,5	93	18,8	98	5,5	69
12	21,2	105	28	115	8,1	78	13,9	87	9,7	80	16,1	99
13	36,2	130	14	92	8,8	75	16,1	97	11,6	85	16,5	97
14	27,3	115	20	103	7,3	75	16,3	104	11,2	87	14,1	101
15	29	115	23,5	116	6,3	69	17,4	100	9,2	81	14,1	94
16	7,5	75	25,7	116	6,5	70	9	80	17,9	100	11,8	87
17	8,9	80	14,7	95	11,2	84	11,5	87	14,4	95	12	87
18	33	110	27,7	114	19	105	7,7	74	19,6	99	19,9	102
19	13,2	87	19,8	101	14,1	94	8,3	75	10,1	80	15,8	102
20	22	109	11,2	89	12,8	97	14,6	90	19,4	105	9,6	79
21	25,5	113	10,7	85	10,3	84	13	89	9,9	83	9,6	89
22	33	120	12,1	90	11,3	87	13	90	12,7	89	13,4	90
23	33,8	120	21,5	105	13,8	90	12	86	8,7	75	21,3	107
24	19,5	105	21,2	100	15,9	95	14,9	90	7,9	73	15,2	92
25	25	115			9,5	84	11	82	9,3	76	22,2	104
26	19,7	104			12,9	90	12,9	84	8	76	21,5	104
27	23,7	109			9,4	76	13	90	8,9	78	11,7	85
28	35,7	115			10,4	83	7,4	75	15,5	90	8,3	75
29	36,5	125			7,8	79	13,7	87	14,9	89	7,7	75
30	23,2	107			6,8	72	15	90	19,1	100	7,5	74
Muestreados	30		24		30		30		30		30	
Promedio (g)	25,20		18,88		12,02		14,12		13,95		14,29	
Promedio (mm)	106,23		98,68		83,48		88,16		86,71		88,71	

MUESTREO VI												
Fecha: 04/08/2007												
PISCINA												
Animales	C		C1		S		S1		S2		S3	
	Peso (g)	Longitud (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)
1	25,2	112	28,9	112	11	85	21,1	104	25,9	110	18,3	99
2	29	119	18	103	8	75	18	100	21,2	100	5,3	67
3	29,1	124	15	99	18,9	99	15,9	91	14,6	90	24	110
4	46,9	140	42,8	133	20,4	102	11	80	15,5	96	15,5	97
5	31,5	115	18	101	17,3	97	12,7	94	14,3	91	17,5	98
6	29	120	38,5	125	18	100	13,4	94	18,2	100	25	112
7	39,4	131	21,9	104	16	98	13	90	14,7	94	25	108
8	27,1	118	36,9	130	20,4	107	19	105	9,4	80	17,4	95
9	43	129	41,2	125	8,8	87	14,6	96	19,2	100	14,1	92
10	16	91	41,5	130	10,3	81	12,6	92	13,7	90	7,7	75
11	24,1	107	25,3	112	12	89	14,2	95	23,6	107	13,4	90
12	37,5	129	17,4	100	9,9	84	17,9	96	13,7	87	10,3	80
13	31,1	121	26,4	110	11,3	86	16,4	95	20,7	103	28,7	113
14	32,3	122	15,4	94	15,6	96	21	107	27	110	8,1	78
15	28,3	119	23,4	110	12,7	89	14,9	95	25,7	112	20,4	104
16	26,1	116	44	123	11,9	87	12	99	30,9	112	12,4	98
17	35,8	129	12,7	93	9,7	83	17,1	100	21,5	100	9,2	83
18	22,3	113	8,6	77	11,6	88	11,5	88	14,8	92	8,8	78
19	33,9	129	10,2	82	15,1	96	19,2	104	12,3	85	11,3	84
20	27,8	111	10,2	81	13,4	95	18,8	103	12,9	86	9	79
21	28,7	118	16,6	100	10,7	81	17,9	106	13,9	94	23	108
22	33	127	8,6	82	11,5	84	14,2	91	13,8	92	26,8	112
23	39,2	127	26	113	18	100	15,2	92	21,6	108	19,8	98
24	35,1	113	6	70	16,2	97	17,9	100	19,5	100	17,4	97
25	15	95			12,9	92	17,4	100	24,3	110	17,8	98
26	14,7	93			9	77	12	89	12	86	8,7	80
27	21,3	106			7,3	71	11,4	90	12,8	88	14,6	88
28	37,6	135			8,8	77	18,7	100	8,7	74	29,2	119
29	49,1	139			16	99	18,8	105	21,6	106	14,4	91
30	22,2	110			18	105	23,5	108	11,3	83	33,2	119
Muestreados	30		24		30		30		30		30	
Promedio (g)	30,36		23,10		13,89		16,49		18,04		17,30	
Promedio (mm)	115,74		101,32		88,29		94,81		94,06		92,90	

MUESTREO VII												
Fecha: 29/08/2007												
PISCINA												
Animales	C		C1		S		S1		S2		S3	
	Peso (g)	Longitud (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)
1	58	140	57,5	148	12,4	85	25,4	107	31,7	125	23,2	107
2	48,4	140	57,5	147	25,8	112	25,3	106	23	107	32,4	121
3	57,4	143	28,5	117	15,8	95	20,7	99	22,9	110	22,9	108
4	69,9	160	37,8	128	23	114	21,4	107	23,4	107	27,3	117
5	44,2	134	37,8	130	24,7	113	31	112	20,4	110	27,2	115
6	37	130	32,7	120	24,7	107	18	93	26,7	110	37	125
7	35	134	45,4	135	15,1	92	23,1	110	32	120	25,7	113
8	41	135	55,4	140	15,3	95	24,9	110	15,4	93	22	107
9	56,9	147	46	135	22,6	103	25	115	24,6	112	25	105
10	41,3	130	26	110	14,3	95	18,6	105	27,3	115	34	120
11	29,8	120	59	147	24,7	110	22	108	15,4	97	22	105
12	36,4	123	55,5	140	16,2	95	24,5	112	23,3	110	27,3	120
13	49,9	140	41,4	139	14,2	93	20,1	105	13,6	94	24	113
14	52,9	144	40	139	12,9	89	23	105	22,9	107	31	117
15	25,8	112	35,4	129	8,6	95	22	105	36,6	109	20,1	100
16	35,4	120	29,7	120	15,1	90	21	105	14,3	96	21	105
17	39,4	128	24	110	19,7	102	19	100	25,4	113	16,6	97
18	35,1	126	23,8	105	20,8	102	15	95	25,6	112	22	107
19	43,3	134	16,9	96	11,2	84	19,2	97	18,8	103	27,2	123
20	22,9	110			19	100	19,9	100	16,2	97	21,2	114
21	34,4	124			23,7	105	16	85	16,4	97	23,2	112
22	42,7	130			13	95	20	95	17,2	99	19	103
23	41,8	136			22,6	105	22	98	28,2	116	19,5	99
24	37,8	130			13,1	86	23,4	110	10,6	104	21	100
25	49,9	140			37	127	34	110	30,2	114	19,6	102
26	46,2	135			18,3	97	17	94	36	114	18,7	99
27	45,9	145			21	102	13,7	95	14	92	19,1	103
28	41	136			18,7	97	14,9	95	14,3	93	20,2	103
29	53,9	145			11,8	85	16,9	100	21,6	107	21,12	105
30					12,8	82	16	100	15,2	95	17,7	95
Animales	29		19		30		30		30		30	
Promedio (g)	42,75		38,47		18,65		21,39		22,36		23,81	
Promedio (mm)	130,00		122,70		96,19		100,26		103,48		106,13	

ANEXO IV –MÉTODO DEL AMINOGRAMA



**Analytical
Laboratories**
Testing & Consulting

WWW.UBA-LAB.COM

PERFIL DE AMINO ACIDOS MEDIANTE HPLC-FLP

Método de Referencia

Watanabe . T. 1988. Fish Nutrition and Mariculture

Burbach.. Rudolph Magnus Institute

Instrumentos

- Balanza analítica calibrada, exactitud ± 0.01 mg
- pHmeter (0.01)
- High-Performance Liquid Chromatography con Detector de Fluorescencia (FLP)
- Sonicador
- Columna cromatografica: XDB 100 (RP-18, 5 μ m, 150-4)

Reactivos

- Orto-Pthalaldehyde
- 2-Mercaptoethanol
- SDS
- Sodium Hydroxide
- Water HPLC grade
- Phosphoric acid
- Chlorhidric acid
- Tetrahidrofurane

Materiales

- Tubos de hidrólisis
- Pipetas automáticas
- Matraces volumétricos, clase A, diferentes volúmenes
- Viales ámbar con tapa rosca
- Filtros desechables, 0.45 μ m, nylon, PVDF, o vidrio
- Filtros, 13mm de diámetro
- Jeringa insulínicas

ALIMENTOS

FARMACÉUTICOS

AMBIENTALES

AGROPECUARIO

Av. Carlos L. Plaza Danín, Cda. La FAE, Mz 20 Solar 12 (A dos cuadras del BOLOCENTRO)
TELEFONOS: 2288578 - 2397185 FAX: 2397185 Cel.: 096211702
e-mail: nmontoya@uba-lab.com
Guayaquil - ECUADOR

BIBLIOGRAFÍA

1. ALANILLA, H. A. 2001. Cultivo de Tilapia. México D.F., Zoe tecno-campo, 15 p.
2. BOYD, C. E. 1979. "Water Quality ub ponds for aquaculture". Alabama Agricultural Experiment Station.
3. CANTOR, F. 2006. Manual de Tilapia Roja. Secretaria del Estado rural de Puebla.
4. CASTELLANOS, J. 2000. El samán, un árbol que beneficia a la ganadería. Colombia. 10 p.
5. CASTILLO, L. F. 1994. Historia genética y cultivo de la tilapia roja. Cali (Valle), Colombia., ed. Ideal. 330 p.
6. CASTILLO, L.F. 2001. Situación del comercio de tilapia en el año 2000. Panorama acuícola, México D.F., Vol. 6 N° 3: 24-27.
7. CASTILLO, L.F. 2006. Tilapia Roja 2006. Una evaluación de 25 años, de la incertidumbre al éxito.
8. FAO, 1998. El estado mundial de la Pesca y la acuicultura.
9. Herrera, Z. 1997. Genízaro. Afiche en Revista Forestal Centroamericana No. 18, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
10. IRENA (1992). Genízaro: *Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth. Mimosaceae. Nota Técnica No. 12, Servicio Forestal Nacional, Proyecto Forestal Campesino. IRENA, Managua, Nicaragua.
11. I TALLER, 2005. Seminario de Acuicultura Continental – Especies de agua Templado-cálidas.
12. HURTADO, N., 2005. Inversión Sexual en Tilapias. Revisión Bibliográfica.
13. JARAMILLO, D. 1988. Alimentación de peces: requerimientos, cálculo de raciones, materias primas y dietas. Centro de investigación piscícola. Manizales, Colombia, Universidad de Caldas, 35 p.

14. LAGLER, K. BARDACH, J. E. MILLER, R. PASSINO, D. 1984. Ictiología. Primera edición en español. México D.F., AGT editor S.A., 489 p.
15. LÓPEZ, J. N. 1997. Nutrición acuícola. San Juan de Pasto, Colombia, Universidad de Nariño 211 p.
16. MANUAL de Tilapia Roja, 2006.
17. MARCILLO, E & LANDÍVAR J. 2000. Tecnología de producción de alevines monosexo de tilapia. Guayaquil, Ecuador, ESPOL, 61 p.
18. MARCILLO, E., 1988. Taller de Subgrupo de trabajo sobre la acuicultura en pequeños embalses del grupo de trabajo sobre acuicultura de la comisión de pesca continental para América latina (COPESCAL) de la FAO.
19. MAUN, M. 1978. Effect of tending operation on the survival and growth of acacia (*Samanea saman*) (reforestation). *Sylvatrop.* 3(4): 249-250.
20. MORALES, A. 1974. Datos Biológicos. El cultivo de tilapia en México. Instituto Nacional de Pesca. INP/si: 24-25.
21. MORALES, A. 1991. La tilapia en México, biología, cultivo y pesquería. México DF., ed. AGT S.A.
22. National Academy of Sciences. 1979. Tropical legumes—resources for the future. Report of the Ad Hoc Panel of the Advisory Committee on Technology Innovation. Washington, DC: National Academy of Sciences. 332 p.
23. NOTARIANNI, E. 2006. La industria de tilapia en el Ecuador. INFOPECA. tilapia seminal. San José, Costa Rica. 7p.
24. SKOLMEN, R., 1974. Woods of Hawai properties and uses of 16 comerciales species. gen.tech.
25. SKOLMEN, R., 1999. *Samanea saman* (Jacq.) Merr. Saman, Monkey-pod. 10 p.
26. SOLLA, S.A. 2000. Cultivo de peces de aguas frías. Boogotá, Colombia, 23 p.
27. SOLLA, S.A. 2000. Peces de aguas cálidas. Medellín, Colombia, 11 p.
28. ZAMORA, N., Gonzáles J. & Poveda, L. 1999. Árboles y arbustos del bosque seco de Costa Rica.