



**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA ZOOTECNICA**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO**  
**ZOOTECNISTA**

**NIVELES DE POLVILLO DE ARROZ EN EL ENGORDE DE LA**  
**TILAPIA ROJA (*OREOCHROMIS-SP*) EN JAULAS FLOTANTES**

**AUTORES**

**EUGENIO ALBERTO RIZZO AGUIRRE**  
**VICTOR NICANOR CEVALLOS MALA**

**DIRECTOR**

**ING. ZOOT. M. Sc JORGE RODRIGUEZ TOBAR**  
**QUEVEDO – LOS RIOS - ECUADOR**

**2011**



El suscrito Ing. Zoot. M.Sc. Jorge Rodríguez Tobar académico de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

**CERTIFICA:**

Que los Egresados Eugenio Alberto Rizzo Aguirre y Víctor Nicanor Cevallos Mala realizaron la tesis titulada: Niveles de Polvillo de Arroz en el Engorde de la Tilapia Roja (OREOCHROMIS-SP) en jaula flotante, bajo mi dirección habiendo cumplido con las disposiciones establecidas para el efecto.

Ing. Zoot. M. Sc. Jorge Rodríguez Tobar  
DIRECTOR DE TESIS

# UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERIA ZOOTECNIA

NIVELES DE POLVILLO DE ARROZ EN EL ENGORDE DE LA TILAPIA ROJA  
(OREOCHROMIS-SP) EN JAULA FLOTANTE

## MIEMBROS DEL TRIBUNAL

---

---

Ing. M. Sc. Jorge Rodríguez Tobar  
Guerra  
Director de Tesis

Ing. M. Sc. Ítalo Espinoza  
  
Presidente del Tribunal

---

---

Dr. José Tuarez Cobeña  
Miembro del Tribunal

Ing. Gary Meza Bone  
Miembro del Tribunal

## Responsables del Trabajo

---

---

Alberto Rizzo Aguirre

Victor Nicanor Cevallos

## **AGRADECIMIENTO**

Los autores dejan constancia de nuestro agradecimiento a las siguientes personas.

- Ing. Zoot. M.Sc. Jorge Rodríguez Tobar, Director de Tesis
- Ing. M.Sc. Ítalo Espinoza Guerra, Presidente del Tribunal de Tesis
- Dr. José Tuarez Cobeña, Miembro del Tribunal de Tesis
- Ing. Gary Meza Bone, Miembro del Tribunal de Tesis
- Ing. Jaime Vera Barahona, Profesor encargado en la revisión del Diseño Experimental.
- Ing. Manuel Moreira, encargado de la revisión de Redacción Técnica
- Ing. Ingrid Cabrera, por su valioso aporte a la formación del ante proyecto
- Ing. M.Sc. Adolfo Sánchez, Docente de la FCP
- Tec. Piscicultura. Alfonso Benavides

## **DEDICATORIA**

Doy gracias a Dios por permitir lograr uno de mis objetivos que es la obtención del título y ser un profesional.

A mis padres a mi esposa a mis hijas que en todo momento me apoyaron en mi carrera universitaria.

A mi madre Elena Aidé Aguirre Nivelá que me apoyo en todo momento que siguiera adelante en mi preparación estudiantil y además por su gran amor y cariño.

A mi padre Vicente Cano Triviño por ser una persona correcta con principios cuyo ejemplo me incentivo para ser una persona de bien para la patria.

A mis familiares entre ellos mis hermanos Abel, Alexis, Vicente, Dacia, Beatriz, en especial Abel que me brindo toda su ayuda hasta el final de mi tesis, a mis tíos Israel, José, Aracely, Feliciano, Ángela, Juana, y a todas las personas que hicieron posible que yo obtenga el anhelado título.

Eugenio Alberto Rizo Aguirre

## **DEDICATORIA**

Agradezco primeramente a Dios por darme la vida y, a mis familias por estar a mi lado en todo momento, ellos han sido y son parte fundamental para seguir luchando en el convivir diario.

A mis padres, el Señor, Cristóbal Nicanor Cevallos Mera, a mi señora madre, María Eugenia Mala Basurto, les estoy muy agradecido por el apoyo que me brindaron diariamente en mi carrera universitaria.

A mi esposa la señora Neyda María Meza Quijije la cual ha sido en este proceso de estudio mi bastón fundamental para ser de mi un hombre útil hacia la sociedad, a mis hijos por su comprensión en esta ardua tarea.

A mis hermanos que me han brindado su apoyo brindado incondicionalmente.

Víctor Cevallos Mala

## CONTENIDO

Capítulo		Página
	<b>Certificación.....</b>	<b>ii</b>
	<b>Auditoría.....</b>	<b>iii</b>
	<b>Agradecimientos.....</b>	<b>iv</b>
	<b>Dedicatoria.....</b>	<b>v</b>
	<b>Contenido.....</b>	<b>vi</b>
	<b>Lista de Tablas.....</b>	<b>x</b>
	<b>Lista de Cuadros.....</b>	<b>xi</b>
	<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>xiii</b>
	<b>Lista de Apendice.....</b>	<b>xv</b>
<b>1.</b>	<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1.	Objetivos.....	2
1.1.1.	Objetivos General.....	2
1.1.2.	Objetivos Específicos.....	2
1.2.	Hipótesis.....	2
<b>2.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1.	La acuicultura.....	3
2.2.	La tilapia: distribución y taxonomía.....	6
2.3.	Cría y explotación de la tilapia roja.....	8
2.4.	Factores para la selección de la especie a cultivar.....	8
2.4.1.	Aspectos biológicos de la tilapia.....	9
2.4.2.	Condiciones y parámetros de cultivo.....	10
2.4.2.1.	Hábitat.....	10
2.4.2.2.	Oxígeno.....	10
2.4.3.	Factores que disminuyen el nivel de oxígeno disuelto.....	11
2.4.3.1	Consecuencias de las exposiciones prolongadas a valores bajos de oxígeno disuelto .....	11
2.4.3.2.	Tipos de aireación.....	12
2.4.3.3.	Ventajas de una buena aireación.....	12

2.4.3.4.	Temperatura.....	12
<b>Capítulo</b>		<b>Página</b>
2.4.3.5.	Dureza.....	13
2.4.3.6.	pH.....	13
2.4.3.7.	Calidad del agua.....	13
2.5.	Alimentación.....	14
2.5.1.	Aspectos importante sobre el alimento.....	14
2.5.2.	Forma de alimentar.....	14
2.5.2.1	Alimentación en un solo sitio.....	14
2.5.2.2	Alimentación en una sola orilla.....	15
2.5.2.3	Alimentación periférica.....	15
2.5.3.	Horas de alimentación.....	15
2.5.4.	Aspecto nutricionales de los alimentos.....	16
2.5.5.	Almacenamiento del alimento.....	18
2.6.	Producción de tilapia en Ecuador.....	19
2.7.	Requerimientos medioambientales.....	20
2.7.1.	Utilización de polvillo de arroz en la nutrición.....	21
2.7.2.	Polvillo de arroz de cono.....	21
2.8	Cultivo en jaulas flotantes.....	22
2.8.1.	Construcción de jaulas.....	22
2.8.2.	Producción.....	24
2.8.3.	Calidad del agua.....	24
2.9.	Alimentación de la tilapia roja.....	24
2.9.1.	Tipos de alimento y cálculo de raciones.....	25
2.9.2.	Incremento diario.....	26
2.9.3.	Factor de conversión alimenticia.....	26
2.10.	Sanidad.....	27
2.10.1.	Síntomas de enfermedad.....	27
2.10.2.	Control y normas sanitarias.....	28
2.11.	Cosecha.....	28
2.12.	Registro de datos.....	29

2.13.	Resultados de investigaciones realizadas en tilapia roja.....	29
<b>Capitulo</b>		<b>Página</b>
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>33</b>
3.1.	Localización y duración del experimento.....	33
3.2.	Condiciones meteorológicas.....	33
3.3.	Materiales y equipos.....	33
3.4.	Tratamientos en estudios.....	34
3.5.	Diseño experimental y prueba de rangos múltiples.....	35
3.6.	Mediciones experimentales.....	36
3.6.1.	Peso Inicial en (g).....	36
3.6.2.	Consumo de alimento cada 15 días y total en (g).....	36
3.6.3.	Ganancia de peso cada 15 días y total en (g).....	37
3.6.4.	Conversión alimenticia cada 15 días y total en (g).....	37
3.6.5.	Rendimiento a la canal (%)......	37
3.6.6.	Mortalidad y supervivencia (%)......	38
3.7.	Análisis económico.....	38
3.7.1.	Rentabilidad.....	38
3.7.2.	Ingreso bruto.....	39
3.7.3.	Costos totales.....	39
3.7.4.	Beneficio neto.....	39
3.7.5.	Mezcla del balanceado comercial de Expalsa para tilapia roja con tres niveles de arroz.....	39
3.8.	Manejo experimental.....	41
3.8.1.	Construcción y ubicación de jaula.....	41
3.8.2.	Siembra de alevines.....	41
3.8.3.	Temperatura del agua.....	41
3.8.4.	Porcentaje de balanceado ofertado mas niveles de polvillo de arroz.....	41
3.8.5.	Etapa de engorde.....	41
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>43</b>
4.1.	Consumo de alimento cada 15 días y total (g).....	43

<b>Capitulo</b>		<b>Página</b>
4.2.	Peso vivo cada 15 días (g).....	45
4.3.	Ganancia de peso cada 15 días y total (g).....	46
4.4.	Índice de conversión alimenticia (ICA) cada 15 días y total	49
4.5.	Peso a la canal (g) y rendimiento a la canal (%).....	51
4.6.	Análisis económico (USD).....	52
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>55</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>7.</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>57</b>
<b>8</b>	<b>SUMMARY.....</b>	<b>58</b>
<b>9.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>59</b>
<b>10.</b>	<b>APENDICE.....</b>	<b>63</b>
<b>11.</b>	<b>LISTA DE FOTOS EN EL TRABAJO DE CAMPO.....</b>	<b>67</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla</b>		<b>Página</b>
1.	Producción Mundial de la Pesca y La Acuicultura y su Utilización.....	6
2.	Aspectos biológicos de la tilapia.....	9
3.	Paramentos físicos- Químico.....	10
4.	Tamaño (en milímetros) del alimento balanceado a suministrarse de acuerdo al estado del pez (g).....	16
5.	Requerimientos de proteína para la tilapia según su peso.....	17
6.	Nivel de vitaminas en la alimentación de la tilapia.....	18
7.	Polvillo de arroz de cono.....	21
8.	Parámetros fisicoquímicos del agua para el cultivo de la tilapia	24
9.	Raciones alimenticias.....	25

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
1.	Condiciones meteorológicas y otras características en Embalse Daule Peripa sector San-Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de los Ríos 2011.....	33
2.	Esquema del experimento.....	35
3.	Esquema del análisis de varianza.....	35
4.	Dietas experimentales.....	39
5.	Composición químico del alimento balanceado utilizado en la investigación.....	40
6.	Examen bromatológico del polvillo de arroz de cono.....	40
7.	Consumo de alimento (g) cada 15 días y total, en la etapa de engorde de la Tilapia roja (OREOCHROMIS-SP) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse	

Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos. 44  
 2011.....

8. Peso inicial y peso vivo cada 15 días, en la etapa de engorde de la Tilapia roja (OREOCHROMIS-SP) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos. 45  
 2011.....

9. Ganancia de peso cada 15 días y total, en la etapa de engorde de la Tilapia roja (OREOCHROMIS-SP) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos. 47  
 2011.....

**Cuadro**

**Página**

10. Índice de conversión de alimento cada 15 días y total, en la etapa de engorde de la Tilapia roja (OREOCHROMIS-SP) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos. 50  
 2011.....

11. Peso a la canal (g) y rendimiento a la canal (%), en la etapa de engorde de la Tilapia roja (OREOCHROMIS-SP) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos. 51  
 2011.....

12.	Análisis económico (\$) en el engorde de la Tilapia roja ( <i>OREOCHROMIS-SP</i> ) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos 2011.....	53
-----	--	----

### LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Consumo de alimento (g) cada 15 días, en la etapa de engorde en Tilapia roja ( <i>OREOCHROMIS-SP</i> ) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos 2011.....	44
2	Consumo de Consumo de alimento total (g), en la etapa de engorde en Tilapia roja ( <i>OREOCHROMIS-SP</i> ) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos. 2011.....	45
3	Peso vivo cada 15 días, en la etapa de engorde en Tilapia roja ( <i>OREOCHROMIS-SP</i> ) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos 2011.....	46
4	Ganancia de peso (g) cada 15 días, en la etapa de engorde en Tilapia roja ( <i>OREOCHROMIS-SP</i> ) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos 2011.....	48

5	Ganancia de peso total (g), en la etapa de engorde en Tilapia roja ( <i>OREOCHROMIS-SP</i> ) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos 2011.....	48
6	Índice de conversión de alimento cada 15 días, en la etapa de engorde en Tilapia roja ( <i>OREOCHROMIS-SP</i> ) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos 2011.....	50

**Página**

**Figura**

7	Índice de conversión de alimento total, en la etapa de engorde en Tilapia roja ( <i>OREOCHROMIS-SP</i> ) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos 2011.....	51
8	Peso a la canal (g), en la etapa de engorde en Tilapia roja ( <i>OREOCHROMIS-SP</i> ) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos 2011.....	52
9	Rendimiento a la canal (%), en la etapa de engorde en tilapia roja ( <i>OREOCHROMIS-SP</i> ) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos 2011.....	52
10	Rentabilidad (%) en el engorde de la Tilapia roja ( <i>OREOCHROMIS-SP</i> ) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos 2011.....	54

## LISTA DE APENDICE

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
1	Cuadrado medio y significación estadística para el consumo de alimento (g) cada 15 días y total, en el engorde de Tilapia roja ( <i>OREOCHROMIS-SP</i> ) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos. 2011.....	69
2	Cuadrado medio y significación estadística para el peso inicial y peso vivo cada 15 días (g), en el engorde de Tilapia roja ( <i>OREOCHROMIS-SP</i> ) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos. 2011.....	69
3	Cuadrado medio y significación estadística para la ganancia de peso cada 15 días y total (g), en el engorde de Tilapia roja ( <i>OREOCHROMIS-SP</i> ) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos. 2011.....	70
4	Cuadrado medio y significación estadística para el índice de conversión de alimento cada 15 días y total, en el engorde de Tilapia roja ( <i>OREOCHROMIS-SP</i> ) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos. 2011.....	70
5	Cuadrado medio y significación estadística para el peso a la canal (g) y rendimiento a la canal (%), en el engorde de Tilapia roja ( <i>OREOCHROMIS-SP</i> ) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, Sector San Francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos. 2011.....	71

## 1. INTRODUCCION

La acuicultura se presenta como una nueva alternativa para la administración de los recursos acuáticos, constituyendo una actividad multidisciplinaria en una empresa productiva que utiliza los conocimientos sobre biología, ingeniería y ecología, para ayudar a resolver el problema nutricional en la población. El uso de la denominación ARPE (Acuicultura Rural en Pequeña Escala) surge en 1999 en el Taller de Acuicultura rural, organizado por FAO y la Universidad Católica de Temuco, Chile y es usado para distinguir otros sistemas de producción, el cultivo de organismos acuáticos por parte de grupos familiares mediante sistemas de cría extensivos o semi intensivos para el auto consumo o la comercialización parcial (Vega *et al*, 2010 a).

La tilapia roja (*Oreochromis-sp*) es un pez originario del continente africano que en las últimas décadas ha sido introducido prácticamente en todas las regiones del planeta susceptibles de cultivarlo, en comparación con otros peces poseen extraordinarias cualidades para el cultivo, como crecimiento acelerado, tolerancia a altas densidades, resistencia a enfermedades, fácil reproducción y alta adaptabilidad a diferentes ambientes, alimentos y calidades de agua, considerándola como una de las especies más populares en la piscicultura de los países en vías de desarrollo. Los sistemas empleados para su cultivo van desde los más rudimentarios (extensivos) hasta las granjas tecnificadas intensivos y súper-intensivos (Vega *et al*, 2010 b).

Estudios llevados a cabo en diversas regiones de México han sugerido que la acuicultura rural de tilapia roja es una alternativa de producción capaz de atenuar la demanda y disminuir la presión sobre los recursos naturales. La producción de tilapia es importante

como alternativa en la generación de empleos, el arraigo en las comunidades y la producción de alimento de alta calidad nutricional para el ser humano (Vega *et al*, 2010 a).

En la presente investigación se busca elaborar un alimento evaluando tres niveles de polvillo de arroz en la etapa de engorde, en jaulas flotantes con la finalidad de establecer cuál de los niveles es el más adecuado e implantar el costo del producto que será asequible para el consumidor final. La acuicultura se presenta como una nueva alternativa de producción en la zona del embalse Daule Peripa del sector San Francisco, Cantón Buena fe, Provincia de los Ríos; sin embargo, no se tiene conocimiento del valor proteico y energético que aporta el polvillo de arroz, siendo un subproducto agrícola muy económico que puede ser incluido en la dieta diaria para el proceso de engorde de la tilapia roja por lo tanto es necesario desarrollar tecnologías que optimicen el sistema de producción y transformación en el campo acuícola. Con estos antecedentes se plantea la presente investigación que persigue los siguientes objetivos:

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. General**

Evaluar diferentes niveles de polvillo de arroz en tilapia roja en la etapa de engorde en jaulas flotantes.

### **1.1.2. Específicos**

- ✓ Determinar el nivel de polvillo de arroz (0; 10; 20 y 30%) que permita incrementar la ganancia de peso en el engorde de la tilapia roja en jaulas flotantes.
- ✓ Determinar la rentabilidad de los tratamientos.

## **1.2. HIPOTESIS**

- ✓ Con uno de los niveles de polvillo de arroz (0; 10; 20 y 30%) en la alimentación de

tilapia roja en la etapa de engorde en jaulas flotantes, se obtendrá mayor ganancia de peso.

- ✓ Con uno de los porcentajes de polvillo de arroz (0; 10; 20 y 30%) en la etapa de engorde de la tilapia roja se incrementará la rentabilidad.

## **2. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1. La acuicultura**

La Acuicultura es el sistema de producción de alimento que ha tenido la mayor tasa de crecimiento después del arroz, los productos forestales, la leche y el trigo, los peces son el quinto producto agrícola más importante y el mayor recurso de proteína animal que consumen más de mil millones de personas en todo el mundo, ácidos grasos esenciales (especialmente ácidos grasos poli-insaturados OMEGA 3), vitaminas (retinol = vitamina A, E, D) y minerales (Yodo, Selenio) disponible para los humanos, proveen el 25% de la proteína animal en países desarrollados y más del 75% en los países en vías de desarrollo. La producción acuícola mundial a seguido creciendo en el nuevo Milenio, aunque mas lentamente que en los decenios de 1980 y 1990. En el transcurso de medio siglo aproximadamente, la acuicultura ha pasado de ser casi insignificante a equipararse totalmente a la producción de la pesca de captura en cuanto a la alimentación de la población en el mundo. La producción acuícola mundial alcanzo otro nivel máximo sin precedentes en 2010 de 60 millones de toneladas (excluidas las plantas acuáticas y los productos no alimentarios), con un valor total estimado de 119.000 millones de USD. En 2010 un tercio de la producción acuícola mundial de especies comestibles se logró sin utilizar piensos y correspondió a la producción de bivalvos y carpas que se alimentan por filtración. Si se incluyen las plantas acuáticas y los productos no alimentarios, la producción acuícola mundial de 2010 asciende a 79 millones de toneladas por valor de 125 mil USD. (FAO, 2010).

Actualmente, se crían unas 600 especies acuáticas en cautividad en todo el mundo en diversos sistemas e instalaciones de cultivo de diferentes grados de utilización de insumos y complejidad tecnológica, utilizando agua dulce, salobre y marina. Así mismo la acuicultura contribuye notablemente a la producción de la pesca de captura basada en el cultivo, en particular en las aguas continentales, gracias al material de repoblación producido en viveros. Sin embargo, sigue habiendo un desequilibrio en todas las regiones respecto a la etapa de desarrollo y la distribución de la producción acuícola. Algunos países en desarrollo de Asia y el Pacífico, África, Subsahariana y América del Sur, han realizado progresos considerables en el desarrollo acuícola en los últimos años y se están convirtiendo en productores importantes en sus respectivas regiones. En 2010, la FAO registró 181 países y territorios con una producción acuícola y nueve países y territorios que no aportaron datos en ese año, pero se disponía de información sobre su producción de años anteriores. De estos 190 países y territorios, aproximadamente el 30 %, incluidos algunos de los principales productores de Asia y Europa, no había facilitado estadísticas sobre la producción acuícola nacional, incluso un año después del año de referencia de 2010. Menos del 30 % de ellos, pudieron dar a conocer datos nacionales que abarcaban la producción en las fases de crecimiento posterior desglosados por ambiente y método de cultivo o por instalaciones y zonas de cultivo y producción de material de repoblación. Más del 40 % de ellos, hizo públicos datos nacionales con distintos grados de exhaustividad y calidad, así como de puntualidad en la presentación de los informes. Para compensar esas deficiencias, la FAO realizó estimaciones utilizando la información disponible de otras fuentes en la medida de lo posible (FAO, 2010).

En 2010, la producción mundial de cultivo de especies acuáticas comestibles fue de 59.9 millones de toneladas, lo cual supuso un aumento de un 7.5 % con respecto a los 55.7 millones de toneladas en 2009 (32.4 millones de toneladas en 2000). La cría de especies comestibles incluye peces de escama, crustáceos, moluscos, anfibios (ranas), reptiles acuáticos (excepto cocodrilos) y otros animales acuáticos (como cohombres de mar, erizos, ascidias y medusas); todos ellos se incluyen en el término "peces" a efectos del presente documento. En los últimos tres decenios (1980-2010), la producción acuícola mundial de

especies comestibles a crecido casi doce veces a una tasa media anual de 8.8 %. En los decenios de 19080 y 1990, la acuicultura ha registrado altas tasa medias de crecimiento anual de 10.8 % y 9.5 % respectivamente, pero desde entonces ha disminuido aun promedio anual de 6.3%. Se estima que el valor total en la explotación de la producción acuícola de especies comestibles en 2010 fue de 119.400 millones de USD. Estos datos podrían ser exagerados teniendo en cuenta que algunos países notificaron valore distintos a los precios de primera venta, la producción acuícola mundial es vulnerable a los efectos socioeconómicos, ambientales, tecnológicos y de origen natural adversos. Por ejemplo, la acuicultura marina en jaulas de salmón del Atlántico en Chile, el cultivo de ostras en Europa y la cría de camarón marino en varios países de Asia, América del Sur y Africa han registrado una alta mortalidad debido a los brotes de enfermedades en los últimos años, con la consiguiente pérdida parcial total de la producción. Los países expuestos a desastres naturales se ven muy afectados por los daños o las perdidas causadas por inundaciones, la sequia, tormentas tropicales y, con menor frecuencia, terremotos. La contaminación del agua amenaza cada vez más a la producción en algunas zonas de reciente industrialización y rápida urbanización. En 2010, la acuicultura en china sufrió pérdidas de producción de 1.7 millones de toneladas (por valor de 3.300 millones de USD) causadas por enfermedades (295.000 toneladas) desastres naturales (1.2 millones de toneladas), contaminación (123.000 toneladas), etc. En 2011, los brotes de enfermedades acabaron prácticamente con la producción de cría de camarón marino en Mozambique. (FAO, 2010).

La pesca de captura y la acuicultura suministraron al mundo unos 148 millones de toneladas de pescado en 2010 (con un valor total de 217. 500 millones de USD). De ellos, aproximadamente 128 millones de toneladas se destinaron al consumo humano y, según datos preliminares para 2011, la producción se incrementó hasta alcanzar los 154 millones de toneladas, de los que 131 millones de toneladas se destinaron a los alimentos (Tabla 1; todas las cifras ofrecidas se han redondeado). Con el crecimiento mantenido de la producción de pescado y la mejora de los canales de distribución, del suministro mundial de alimentos pesqueros ha aumentado considerablemente en las cinco últimas décadas, con una tasa media de crecimiento del 3.2 % anual en el periodo de 1961 a 2009, superando el índice de crecimiento de la población mundial del 1.7 % anual. El suministro mundial de

peces comestibles per cápita aumentó desde un promedio de 9.9 kg (equivalente en peso vivo) en la década de 1960 hasta 18.4 kg en 2009. Las cifras preliminares para 2010 señalan que el consumo de pescado seguirá aumentando hasta alcanzar los 18.6 kg. De los 126 millones de toneladas de pescado disponible para consumo humano en 2009, el menor consumo se registro en Africa (9.1 millones de toneladas, con 9.1 kg per cápita), mientras que las dos terceras partes del consumo total correspondieron a Asia, con 85.4 millones de toneladas (20.7 kg per cápita), de las que 42.8 millones de toneladas se consumieron fuera de china (15.4 kg per cápita). Las cifras del consumo per cápita correspondientes a Oceanía, América del Norte, Europa y América Central y el Caribe fueron 24.6 kg, 24.1 kg, 22.0 kg y 9.9 kg, respectivamente. (FAO 2010).

**Tabla 1. Producción Mundial de la Pesca y La Acuicultura y su Utilización (Millones de Toneladas)**

<b>Producción</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
<b>Pesca de captura</b>						
Continental	9,8	10,0	10,2	10,4	11,2	11,5
Marítima	80,2	80,4	79,5	79,2	77,4	78,9
<b>Pesca de captura Total</b>	<b>90,0</b>	<b>90,3</b>	<b>89,7</b>	<b>89,6</b>	<b>88,6</b>	<b>90,4</b>
<b>Acuicultura</b>						
Continental	31,3	33,4	36,0	38,1	41,7	44,3
Marítima	16,0	16,6	16,9	17,6	18,1	19,3
<b>Acuicultura Total</b>	<b>47,3</b>	<b>49,9</b>	<b>52,9</b>	<b>55,7</b>	<b>59,9</b>	<b>63,6</b>
<b>Producción pesquera mundial Total</b>	<b>137,3</b>	<b>140,2</b>	<b>142,6</b>	<b>145,3</b>	<b>148,5</b>	<b>154,0</b>
<b>Utilización</b>						
Consumo humano	114,3	117,3	119,7	123,6	128,3	130,8
Usos no alimentarios	23,0	23,0	22,9	21,8	20,2	23,2
Población (miles de millones)	6,6	6,7	6,7	6,8	6,9	7,0
Suministro per cápita de pescado comestible (kg)	17,4	17,6	17,8	18,1	18,6	18,8

*Nota: No se contabilizan las plantas acuáticas. Las cantidades totales pueden no coincidir debido al redondeo. Las cifras para 2011 son cálculos provisionales.*

*Fuente: FAO( 2011)*

## 2.2. La tilapia: distribución y taxonomía

Grupo de peces de origen africano que habita mayoritariamente en regiones tropicales del mundo, donde se dan las condiciones favorables para su reproducción y crecimiento. Sus extraordinarias cualidades, como crecimiento acelerado, tolerancia a altas densidades, adaptación al cautiverio, aceptación a una amplia gama de alimentos, resistencia a enfermedades de tipo parasitario (ciliados, flagelados, monogéneos, digenéos), bacteriano (aeromonas, pseudomonas, vibriosis, estreptococosis) y hongos (saprolegnia); carne blanca de calidad y amplia aceptación, han despertado gran interés comercial en la acuicultura mundial. Es un pez de aguas cálidas, que vive tanto en agua dulce como salada e incluso puede acostumbrarse a aguas poco oxigenadas. Se encuentra naturalmente distribuida por América Central, sur del Caribe, sur de Norteamérica y el sudeste asiático. Antes considerado un pez de bajo valor comercial, hoy su consumo, precio y perspectivas futuras han aumentado significativamente. Aprovechando sus características se consideraron ideales para la piscicultura rural, especialmente en el Congo Belga (actualmente Zaire); a partir de 1924 se intensifica su cultivo en Kenia, sin embargo fue en el Extremo Oriente, en Malasia en donde se obtuvieron los mejores resultados y se iniciará su progresivo cultivo en el ámbito mundial. Posteriormente estos peces han sido introducidos en forma acelerada hacia otros países tropicales y subtropicales en todo el mundo, recibiendo el sobrenombre de las "gallinas acuáticas", ante la "aparente facilidad de su cultivo". Para su manejo científico y técnico, las más de 70 especies y 100 subespecies de tilapias han sido agrupados en cuatro géneros de la Tribu TILAPINI de acuerdo con sus hábitos reproductivos. (Castillo et al, 1994 a).

Dentro del Género *Oreochromis*, en forma intempestiva aparece la tilapia roja como una mutación albina en un cultivo artesanal de tilapia *Oreochromis mossambicus* de coloración normal (negra) cerca de la población de Tainan. La tilapia roja, se convirtió en la punta de lanza para el desarrollo acelerado de la piscicultura comercial a partir de la década de los 80 en países sin tradición acuícola suramericanos como: Colombia (introducida en 1982), Venezuela (introducida en 1989) y Ecuador (introducida en 1993) en forma casi simultánea con países Centroamericanos, Caribeños y Norteamericanos. (Castillo et al, 1994 b).

La atractiva coloración estimuló a los productores e investigadores a iniciar un acelerado e incontrolado programa de hibridación que permitió la obtención de nuevas líneas de tilapia roja. Se persigue cultivar sólo machos debido a que su crecimiento es más acelerado que las hembras y para obtenerlos se utiliza la hormona androgénica 17 alfa metil testosterona que modifica directamente las características sexuales secundarias (Fenotipo), y tiene un efecto adicional sobre las gónadas, al afectar su normal desarrollo, pero en ningún momento afecta el Genotipo, por lo que los individuos genéticamente mantienen la segregación normal esperada en el momento de la fertilización, lo que ocasiona una disparidad de tallas típica de machos y hembras, pero con menor incidencia de enanismo. Grandes productores de tilapia son los países asiáticos, que representan el 80% de la producción mundial, con China a la cabeza, seguida de Tailandia, Indonesia, Filipinas y Taiwán. Precisamente este último país es el primer exportador del mundo. Otros países exportadores son Colombia, Ecuador, Honduras y Costa Rica. Puede llegar a un peso de tres kilos. Sin embargo, la talla comercial es desde 230 gramos. Estados Unidos es un gran importador de esta especie, que constituye el tercer producto acuático más importado por ese país, después del camarón y el salmón del Atlántico. (Castillo et al, 1994 a).

### **2.3. Cría de la tilapia roja**

La crianza de tilapia ofrece oportunidades de producción por la adaptabilidad de estos peces al manejo del hombre aceptando el suministro de alimentos elaborados, ya sean estos industrializados o bien procesados y producidos en la propia granja, además de considerar sus hábitos plantòfagos, aprovechando así la productividad primaria del estanque y mostrando un temperamento apacible en su confinamiento en los estanques, por lo que estos deben reunir las condiciones apropiadas para el manejo y desarrollo de los peces. (Gómez et al, 1994 a).

### **2.4. Factores para la selección de la especie a cultivar**

Dentro de las principales características que se deben tener en cuenta para la elección de la especie a cultivar se mencionan:

- ✓ Curva de crecimiento rápida.
- ✓ Hábitos alimenticios adaptados a dietas suplementarias que aumenten los rendimientos (facilidad de administrar alimentos balanceados).
- ✓ Tolerancia a altas densidades de siembra, debido a los altos costos de adecuación de terrenos e insumos.
- ✓ Tolerancia a condiciones extremas: resistencia a concentraciones bajas de oxígeno, niveles altos de amonio, valores bajos de pH.
- ✓ Fácil manejo: resistencia al manipuleo en siembra, transferencias .cosechas, manejo de reproductores.
- ✓ Capacidad de alcanzar tamaños de venta antes de la madurez sexual: la Cosecha se hace a los ocho meses y la madurez sexual se alcanza dependiendo de la pureza de la línea (luego de los tres meses).
- ✓ Facilidad de reproducción, levante de reproductores y disponibilidad de alevinos. Buen fenotipo y de fácil aceptación en el mercado.
- ✓ Buenos parámetros de producción (conversión alimenticia, ganancia de peso, sobrevivencia, etc.) (López et al, 2002, citado por Nicovita, 2012 a).

#### **2.4.1. Aspectos biológicos de la tilapia**

La tilapia es un pez teleósteo, del orden Perciforme perteneciente a la familia Cichlidae, originario de África, habita en la mayor parte de las regiones tropicales del mundo, donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento, su cultivo se inició en 1820 en África y desde ahí se ha extendido a gran parte del mundo. Es un pez de buen sabor y rápido crecimiento, su carne blanca, puede ser un sustituto de peces marinos. Resiste condiciones ambientales adversas, tolera bajas concentraciones de oxígeno, se puede cultivar en estanques y en jaulas, soporta altas densidades, es capaz de utilizar la productividad primaria de los estanques, y puede ser manipulado genéticamente (Tabla 2). (Cantor et al, 2007 a).

**Tabla. 2. Aspectos biológicos de la tilapia**

<b>Hábitat</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
Aguas cálidas (25-34 <sup>0</sup> C)	Oreochromis-sp aureus	Tilapia plateada.
Aguas lenticas Ciclidae	Oreochromis niloticus	Plateada. Tilapia roja
	Oreochromis-sp	Tilapia roja.

*Fuente: (Cantor et al, 2007 b)*

Dentro de los principales aspectos biológicos de la tilapia tenemos:

- ✓ Rango de pesos adultos: 1000 a 3000 g.
- ✓ Edad de madurez sexual: Machos (4 a 6 meses), hembras (3 a 5 meses). Número de desoves: 5 a 8 veces/año.
- ✓ Temperatura de desove: Rango 25°C a 31°C.
- ✓ Número de huevos/hembra/desove.
- ✓ Huevos hasta un promedio de 1500 dependiendo de la hembra.
- ✓ Vida útil de los reproductores: 2 a 3 años.
- ✓ Tipo de incubación: Bucal.
- ✓ Tiempo de incubación: 3 a 6 días.
- ✓ Proporción de siembra de reproductores: 1.5 a 2 macho por cada 3 hembras.
- ✓ Tiempo de cultivo: Bajo buenas condiciones de 7 a 8 meses, cuando se alcanza un peso comercial de 300 g (depende de la temperatura del agua, variación de temperatura día vs noche, vs densidad de siembra y técnica de manejo (Cantor et al, 2007 a).

## **2.4.2. Condiciones y parámetros de cultivo**

### **2.4.2.1. Hábitat**

Son especies aptas para el cultivo en zonas tropicales y subtropicales. Debido a su naturaleza híbrida, se adapta con gran facilidad a ambientes téticos (aguas poco estancadas), estanques, lagunas, reservorios y en general medios confinados (Cantor et al, 2007 a)

### **2.4.2.2. Oxígeno**

El nivel de oxígeno mayor a 4.5 ppm es el rango deseable para el crecimiento del pez. La descomposición de la materia orgánica, el alimento no consumido, las heces y la excesiva densidad de siembra disminuye el nivel de oxígeno (Use rima et al, 2003, citado por Nicovita, 2012 a).

Los parámetros físico-químicos, son los más importantes en el cultivo de especies acuáticas. El grado de saturación del oxígeno disuelto es inversamente proporcional a la altitud y directamente proporcional a la temperatura y pH (Tabla 3). (Use rima et al, 2003, citado por Nicovita, 2012 b).

**Tabla 3. Parámetros físicos- Químico**

Oxígeno (ppm)	Efectos
0-0.3	Los peces pequeños sobreviven un corto periodo.
0.3-2.0	Letal a exposiciones prolongadas.
3.0-4.0	Los peces sobreviven pero crecen lentamente.
>4.5	Rango deseable para el crecimiento del pez.

*Fuente: (Use rima et al, 2003, citado por Nicovita, 2012 a)*

### 2.4.3. Factores que disminuyen el nivel de oxígeno disuelto

- ✓ Descomposición de la materia orgánica.
- ✓ Alimento no consumido.
- ✓ Heces.
- ✓ Animales muertos.
- ✓ Aumento de la tasa metabólica por el incremento en la temperatura (variación la temperatura del día con respecto a la noche).
- ✓ Respiración del plancton (organismos microscópicos vegetales y animales que forman la cadena de productividad primaria y secundaria).
- ✓ Desgasificación: salida del oxígeno del agua hacia la atmósfera.
- ✓ Nubosidad: en días opacos las algas no producen suficiente oxígeno.
- ✓ Aumento de sólidos en suspensión: residuos de sedimentos en el agua, heces, etc.
- ✓ Densidad de siembra. (Cantor et al, 2007 a).

La tilapia es capaz de sobrevivir a niveles bajos de oxígeno disuelto (1,0 mg/l), pero esto provoca efecto de estrés, siendo la principal causa de origen de infecciones patológicas. Para mantener un cultivo exitoso de tilapia, los valores de oxígeno disuelto deberían estar por encima de los 4 mg/L, el cual debería ser medido en la estructura de salida del estanque (desagüe). Valores menores al indicado, reducen el crecimiento e incrementa la mortalidad. (Cantor et al, 2007 b).

#### **2.4.3.1. Consecuencias de las exposiciones prolongadas a valores bajos de oxígeno disuelto**

Entre las principales debemos anotar:

- ✓ Disminuye la tasa de crecimiento del animal.
- ✓ Aumenta la conversión alimenticia (relación alimento consumido/aumento de peso).
- ✓ Se produce inapetencia y letargia.
- ✓ Causa enfermedad a nivel de branquias.
- ✓ Produce inmunosupresión y susceptibilidad a enfermedades.
- ✓ Disminuye la capacidad reproductiva. (Cantor et al, 2007, citado por Nicovita, 2012 a).

#### **2.4.3.2. Tipos de aireación**

Natural: caídas de agua, escaleras, chorros, cascadas, sistemas de abanico. Mecánica: Motobombas, difusores, aireado res de paletas, aireado res de inyección de O, generadores de oxígeno líquido (Vásquez et al, 2008, citado por Nicovita, 2012 a).

#### **2.4.3.3. Ventajas de una buena aireación**

Entre las principales anotaremos:

- ✓ Permite incrementar las densidades de siembra hasta un 30% y manejar densidades más altas por unidad de área, como en el caso del cultivo en jaulas
- ✓ Se obtiene buenos rendimientos (crecimiento, conversión alimenticia, incremento de

peso y menor mortalidad).

- ✓ Compensa los consumos de oxígeno demandados en la degradación de la materia orgánica, manteniendo niveles más constantes dentro del cuerpo de agua.
- ✓ Elimina los gases tóxicos. (Vásquez et al, 2008, citado por Nicovita, 2012 a).

#### **2.4.3.4. Temperatura**

La temperatura es un parámetro que se debe verificar en cualquier cuerpo de agua donde queramos desarrollar el cultivo de los peces. El rango óptimo de temperatura es de 28–32°C. Cuando la temperatura disminuye a los 15°C los peces dejan de comer y cuando desciende a menos de 12°C los peces no sobreviven mucho tiempo. Durante los meses fríos los peces dejan de crecer y el consumo de alimento disminuye, cuando se presentan cambios repentinos de 5°C en la temperatura del agua, el pez se estresa y algunas veces mueren. Cuando la temperatura es mayor a 30°C los peces consumen más oxígeno. La tilapia es en general altamente tolerante a las temperaturas, bajas concentraciones de oxígeno y altos niveles de amoníaco. Sin embargo, tienen poca tolerancia a las bajas temperaturas, convirtiéndose en un problema en la instalación de sus cultivos en regiones de clima templado. Las temperaturas letales se ubican entre los 10-11°C la reproducción se inhibe cuando las temperaturas se sitúan por debajo de los 20°C. Para su crecimiento, se

necesitan entre 29 y 31°C. Cuando los peces son alimentados a saciedad, el crecimiento se manifiesta 3 veces superior que los 20 – 22°C. Cuando la temperatura excede los 37-38°C se producen problemas por estrés. (COLPOS et al, 2008 a).

#### **2.4.3.5. Dureza**

Es la medida de la concentración de los iones de Ca y Mg expresados en ppm de su equivalente a Carbonato de calcio. Existen aguas blandas (<100 ppm) y aguas duras (>100 ppm). Rangos óptimos: entre 50-350 ppm de CaCO<sub>3</sub> Por estar relacionada directamente con la dureza, el agua para el cultivo debe tener una alcalinidad entre 100 ppm 200 ppm. Durezas por debajo de 20 ppm ocasionan problemas en el porcentaje de fecundidad [se

controlan adicionando carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), o cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ )]. Durezas por encima de 350 ppm se controlan con el empleo de arcilla en polvo, adicionada al sistema de filtración. (Cantor et al, 2007, citado por Nicovita, 2012 a).

#### **2.4.3.6. pH**

La tilapia crece mejor en aguas de pH neutro. Su crecimiento se reduce en aguas ácidas y toleran hasta un pH de 5 ppm. El alto valor de pH, de 10 durante las tardes, no las afectan y el limite es el pH 11, ya que el alto pH, se transforma en amoníaco tóxico. (COLPOS et al, 2008 a).

#### **2.4.3.7. Calidad del agua**

La calidad del agua está determinada por sus propiedades físico-químicas, entre las más importantes destacan: temperatura, oxígeno, pH y transparencia. Estas propiedades influyen en los aspectos productivos y reproductivos de los peces, por lo que, los parámetros del agua deben mantenerse dentro de los rango óptimos para el desarrollo de la tilapia. (Cantor et al, 2007, citado por Nicovita, 2012 a).

### **2.5. Alimentación**

El éxito de la actividad piscícola depende de la eficiencia en el cultivo, principalmente del Manejo del alimento y técnicas de alimentación considerando la calidad y cantidad del alimento suministrado. La tilapia es omnívora y su requerimiento y tipo de alimento varían con la edad del pez. Durante la fase juvenil pueden alimentarse tanto de fitoplancton, zooplancton así como pequeños crustáceos. (Cantor et al, 2007, citado por Nicovita, 2012 a).

### **2.5.1. Aspectos importantes sobre el alimento**

- ✓ El alimento representa entre el 50% al 60% de los costos de producción.
- ✓ Un alimento mal manejado se convierte en el fertilizante más caro.
- ✓ Un programa inadecuado de alimentación disminuye la rentabilidad del negocio.
- ✓ Una producción semi-intensiva e intensiva depende directamente del alimento.
- ✓ El manejo de las cantidades y los tipos de alimento a suministrar deben ser controlados y evaluados periódicamente para evitar los costos excesivos.
- ✓ El sabor del animal depende de la alimentación suministrada. La subalimentación hace que el animal busque alimento del fondo y su carne adquiera un sabor de desagradable. (Cantor et al, 2007 a).

### **2.5.2. Forma de alimentar**

Las formas de alimentación dependen directamente del manejo, el tipo de explotación, la edad y los hábitos de la especie, entre las más comunes se tiene:

#### **2.5.2.1. Alimentación en un solo sitio**

Es una de las formas menos convenientes de alimentar por la Acumulación de materia orgánica en un solo lugar y la dificultad para que coma toda la población de peces que constituyen el lote, lo que hace que gran parte del alimento sea consumido solamente por los más grandes y se incremente el porcentaje de peces pequeños. Este tipo de alimentación en un solo sitio, es altamente eficiente en sistemas intensivos (300 a 500 peces m<sup>2</sup>). (Cantor et al, 2007, citado por Nicovita, 2012 a).

#### **2.5.2.2. La alimentación en una sola orilla**

Es un sistema adecuado para animales de 1 a 50 (g), ya que no les exige una gran actividad de nado y permite realizar una alimentación homogénea y eficiente alimentación en "L".

(dos orillas del estanque). Este sistema de alimentación es sugerido para animales de 50 a 100 (g), el cual se realiza en dos orillas continuas del estanque. Lo más recomendable es alimentar en la orilla de salida (desagüe) y en uno de los dos lados, con el fin de sacar la mayor cantidad de heces en el momento de la alimentación. (Gonzales et al, 2003, citado por Nicovita, 2012 a).

### **2.5.2.3. Alimentación periférica**

Se realiza por todas las orillas del estanque y se recomienda para peces mayores a 100 (g), dado que por encima de este peso se acentúan los instintos territoriales de estos animales, en varios sitios del estanque. Alimentadores automáticos. Existen muchos tipos de comederos automáticos, como el de péndulo, con timer horario (reloj automático), con bandejas, etc. Sin embargo, por su costo elevado se convierten en sistemas antieconómicos y sirven solamente en explotaciones donde se sobrepase la relación costo beneficio (Gonzales et al, 2003, citado por Nicovita, 2012 a).

### **2.5.3. Horas de alimentación**

Debido a que los niveles de secreciones digestivas y la acidez aumentan con el incremento de la temperatura en el tracto digestivo, los picos máximos de asimilación se obtienen cuando la temperatura ambiental alcanza los valores máximos. En cultivos extensivos a semis-intensivos no es recomendable agregar una cantidad de alimento cuyo tiempo de consumo y flotabilidad supere los 15 minutos, ya que esta misma abundancia tiende a que el animal coma en exceso y no asimile adecuadamente el alimento. En sistema intensivos a súper -intensivos el alimento debe permanecer menos de 1 a 1.5 minutos. La transición de la dieta de los juveniles a la del adulto puede darse gradual o abrupta. La dieta natural de las tilapias adultas es omnívora, sin embargo varía según la especie. A continuación se presenta como referencia el tamaño de alimento balanceado que debe ser suministrado según el estado del pez (Tabla 4). (Cantor et al, 2007, citado por Nicovita, 2012 a).

**Tabla 4. Tamaño (en milímetros) del alimento balanceado a suministrarse de acuerdo al estado del pez (g)**

<b>Estado del pez (g)</b>	<b>Tamaño del pellet recomendado (mm).</b>
<b>Alevines</b>	<b>Polvo</b>
De 0.50 g. a 5.0 g.	Quebrantado (0.50 a 1.0 mm.)
De 6.0 g. a 15.0 g.	gr. 1 x 1
De 15.0 g. a 30.0 g.	1 1/2 x 1 %
De 30.0 g. a 80.0 g.	2x2
De 80.0 g. a 200 g.	3x3
De 200 g. a 500 g.	4x4
De 500 g. ó más	5x5

*Fuente: (Cantor et al, 2007, citado por Nicovita, 2012 b)*

#### **2.5.4. Aspectos nutricionales de los alimentos**

Para la alimentación de los peces en su diferente estado, se debe tener en cuenta el nivel de proteína con el que se obtiene el máximo crecimiento, a medida que avanza el cultivo, este nivel de proteínas que produce máximo crecimiento disminuye con el incremento del peso del pez. También se debe considerar que en la elaboración de alimentos balanceados para el cultivo intensivo de tilapia, el suplemento de proteína puede llegar a representar más del 50% del costo total del alimento. Por otro lado, también se debe tener en cuenta que el nivel de proteína en la dieta la cual produce máximo crecimiento se ve influenciada por múltiples factores como son:

- ✓ El contenido de energía en la dieta
- ✓ El estado fisiológico del pez (edad, peso y madurez)
- ✓ Factores ambientales (temperatura del agua, salinidad y oxígeno disuelto).
- ✓ La calidad de la proteína (nivel y disponibilidad de aminoácidos esenciales).
- ✓ Tasa de alimentación (Cantor et al, 2007, citado por Nicovita, 2012 a).

En la Tabla 5 se señalan los requerimientos de proteína para la tilapia según su peso.

**Tabla 5. Requerimientos de proteína para la tilapia según su peso**

<b>Rango de pesos (g)</b>	<b>Nivel óptimo de proteína (%)</b>
Larva (0,5)	40-45
0,5-10	40-35
10-30	30-35
30-250	30-35
250 peso de mercado	25-30

*Fuente: (Cantor et al, 2007, citado por Nicovita, 2012 b)*

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

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

Los lípidos constituyen el mayor recurso energético (hasta 2.25 veces más que la Proteína), está muy ligado al nivel de proteína en la dieta. Así para niveles de 40% de proteína se recomienda niveles de grasa de 6 a 8%. Con 35% de proteína el nivel de grasa es de 4.5 a 6% y con niveles de 25 a 30% de proteína se recomienda de 3-3.5% de grasa. Como fuente de ácidos grasos esenciales se recomienda para tilapia utilizar los niveles de 0.5 a 1% de omega 3 y un 1% de omega 6. Las grasas requeridas para los peces son poli saturadas, livianas y fácilmente asimilables. La relación proteína-grasa es crucial para cualquier dieta, un exceso de grasas en el alimento contamina el agua y un nivel insuficiente afecta el crecimiento. Los carbohidratos son la fuente más barata de energía en la dieta; además de contribuir en la conformación física del pellet y su estabilidad en el agua. Los niveles de carbohidratos en la dieta de tilapia deben de estar alrededor del 40%. La mayoría de las vitaminas no son sintetizadas por el pez, por lo tanto deben de ser suplidas en una dieta balanceada (Tabla 6). Las vitaminas son importantes dentro de los factores de crecimiento, ya que catalizan todas las reacciones metabólicas. Los peces de aguas cálidas requieren entre 12 y 15 vitaminas en su dieta. El nivel de vitaminas utilizadas va a variar dependiendo del sistema de cultivo empleado. Una mezcla generalmente recomendada es la siguiente. (Cantor et al, 2007, citado por Nicovita, 2012 a).

**Tabla 6 Nivel de vitaminas en la alimentación de la tilapia**

<b>Vitaminas</b>	<b>Nivel en la dieta.</b>
Tiamina	0.1 mg/kg
Riboflavina	3.5 mg/kg
Piridoxina	0.5 mg/kg
Ácido Pantoténico	3-5 mg/kg
Niacina	6 -10 mg/kg
Biotina	0 - 0.5 mg/kg
Ácido Fólico	0 - 0.5 mg/kg
Cianocobalamina	0.01 mg/kg
Inositol	300 mg/kg
Colina	400 mg/kg
Ácido Ascórbico	50 mg/kg

*Fuente: (Cantor et al, 2007, citado por Nicovita, 2012 b)*

El buen aprovechamiento del alimento dentro de una estación piscícola depende de varios aspectos:

- ✓ Calidad del agua: la apetencia del pez es directamente proporcional a la calidad del agua.
- ✓ Palatabilidad del alimento: aceptación del alimento por parte del pez.
- ✓ Presentación del alimento: pele tizado o extruido, alimento flotante o de hundimiento lento.
- ✓ Técnica de alimentación: manejo y forma de alimentar.
- ✓ Control de la temperatura: manejo de la temperatura dentro del cuerpo de agua.  
(Cantor et al, 2007, citado por Nicovita, 2012 a).

### **2.5.5. Almacenamiento del alimento**

Muchos de los problemas con el alimento se presentan por un mal sistema de Almacenamiento. Los requerimientos básicos para un buen bodegaje de alimentos concentrados son:

- ✓ Protección de temperatura alta y humedad: una bodega seca, libre de humedad, evita la oxidación de grasas y la proliferación de hongos y bacterias.

- ✓ Debe contar con pisos y paredes impermeables, con suficiente espacio para una ventilación óptima y buena iluminación, sin permitir la entrada directa de los rayos del sol.
- ✓ Protección contra insectos y roedores: los programas de fumigación y trampas para roedores evitan la contaminación del alimento. Rotación de inventarios: almacenajes por períodos cortos evitan la pérdida de nutrientes.
- ✓ Entre las consecuencias más importantes de un almacenamiento inadecuado
- ✓ están la proliferación de hongos, que se presentan con humedades superiores al 70% y se hace máxima a temperatura entre los 35°C y los 40°C.
- ✓ Los sacos de alimento deben almacenarse sobre estibas de madera o
- ✓ Plástico, pero nunca en contacto directo con el piso. Entre estibas debe haber una distancia de por lo menos 50 cm. La zona de almacenamiento debe mantenerse completamente limpia. (Cantor et al, 2007, citado por Nicovita, 2012 a).

## **2.6. Producción de tilapia en Ecuador**

Se considera interesante agregar datos sobre el país, debido a la acelerada producción de tilapia en los últimos años. En el Ecuador algunas de las piscinas que dejaron de emplearse en el cultivo de camarón sirvieron para aumentar la producción de tilapia, un pez de agua dulce. En los cinco últimos años sufrió un ataque masivo de dos enfermedades del camarón blanco (cabeza amarilla y mancha blanca) de tipo virósico, que diezmaron su producción. Las condiciones de medio ambiente, topografía, clima y suelos convierten el Ecuador en el sitio ideal para la implementación de piscifactorías en pequeña y mediana escala, además de ser una fuente económica de lograr proteína de alta calidad a bajo costo y contribuir significativamente a la economía familiar y social. La mayor parte de los productores camaroneros prefirieron cambiar hacia la piscicultura de la tilapia, teniendo en cuenta la demanda en el mercado interno así como los excelentes precios y demanda de filetes existentes en el mercado norteamericano; sumado a que este pez, debido a su habitat alimentario, puede lograr en poco tiempo la limpieza de los estanques previamente utilizados para el camarón. En el país existen algunas compañías procesadoras y exportadoras que buscan productores y productos para satisfacer la demanda de los

mercados locales e internacionales, la misma que va en aumento, existen alrededor de 2.000 HA de espejo dedicada al cultivo de tilapia roja, con un monto estimado de producción anual de 20.000 toneladas métricas con potencial de crecimiento. (Bard et al, 1980 a)

## **2.7. Requerimientos medioambientales**

Para el óptimo desarrollo de la tilapia se requiere que en el sitio de cultivo se mantengan los requerimientos medio ambientales en los siguientes valores: Temperatura: Los rangos óptimos de temperatura oscilan entre 20-30°C, pueden soportar temperaturas menores. A temperaturas menores de 15°C no crecen. La reproducción se da con éxito a temperaturas entre 26-29°C. Los límites superiores de tolerancia oscilan entre 37-42°C. Oxígeno Disuelto: Soporta bajas concentraciones, aproximadamente 1 mg/l, e incluso en periodos cortos valores menores. A menor concentración de oxígeno el consumo de alimento se reduce, por consiguiente el crecimiento de los peces. Lo más conveniente son valores mayores de 2 ó 3 mg/l, particularmente en ausencia de luz. pH. Los valores óptimos de pH son entre 7 y 8. No pueden tolerar valores menores de cinco, pero sí pueden resistir valores alcalinos de once.

**Turbidez:** Se deben mantener 30 cm de visibilidad (lectura del Disco Secchi).

**Altitud:** 850 a 2000 msnm.

**Luz o Luminosidad:** La radiación solar influye considerablemente en el proceso de fotosíntesis de las plantas acuáticas, dando origen a la productividad primaria, que es la cantidad de plantas verdes que se forman durante un período de tiempo. El sistema de alimentación de las tilapias es:

- ✓ Alimentar por lo menos 6 días a la semana.
- ✓ Alimentar de 2 a 4 veces/día, en el mismo lugar y a la misma hora.
- ✓ Aplicar el alimento balanceado a favor del viento para evitar desperdicio. No sobre alimentarse (Cantor et al, 2007, citado por Nicovita, 2012 a).

### **2.7.1. Utilización de polvillo de arroz en la nutrición acuícola.**

Las investigaciones llevadas a cabo en Sri Lanka fueron encaminadas a probar la posibilidad de realizar cultivo de tilapia en jaulas y abaratar los costos de producción mediante el uso de ingredientes dietéticos más baratos, como el polvillo de arroz. (Blacio et al, 1991 a).

### 2.7.2. Polvillo de arroz de cono

El polvillo de arroz es el resultado del pulimento en la obtención del arroz para la alimentación humana. En nuestro país es de alta disponibilidad también como harina o pulidora de arroz en la elaboración de pan que contiene pequeñas cantidades de granos enteros más pericarpio más germen debido a su alto contenido de grasa cruda que es el 3% y no debe ser almacenada por mucho tiempo. En la pulidora se obtiene el blanqueado al 8% del polvillo con una proteína cruda del 13% y contenido de fibra cruda al 1.6 (m,cal/kg). Se recomienda como práctica sencilla para determinar la cantidad de polvillo de arroz colocando la muestra en un recipiente de agua, si flota es por el alto contenido de cascara de arroz que es muy alto en fibra cruda con un valor de proteína que es al 6% si se sedimenta la muestra es un polvo de alta calidad y con un bajo de 0% de fibra cruda, ver Tabla 7 (Suarez *et al*, 2008 a).

**Tabla 7. Polvillo de arroz de cono**

Característica	Referencial		Limite de Comercialización	
	Min	Max	Min	Max
Humedad*	---	10,0	---	---
Proteína*	13,0	---	---	---
Grasa*	15,0	---	---	---
Fibra*	---	6,0	---	---
Ceniza*	---	10,0	---	---
Materia extraña*	---	1,0	---	---
Acidez***	---	2,0	---	---

**Fuente: (Suarez *et al*, 2008 b)**

\* Valor expresado en porcentaje masa/masa y en base húmeda.

\*\*\* Valor expresado en porcentaje masa/masa como ácido oleico (factor: 0,0282)

Materia extraña: es toda aquella partícula visible de barro, tierra, piedras, pedazos de ramas y en general todo material diferente al polvillo de arroz.

En general, el polvillo de arroz a comercializarse debe cumplir con lo siguiente:

- Debe estar libre de adulterantes, de terrones, suciedad, partículas de fierro, u otras piezas metálicas, así como de infestación por insectos y contaminación por microorganismos.
- Debe estar libre de olor rancio y mohoso como de sabor rancio y agrio.
- Los residuos de materiales tóxicos (por ejemplo, metales pesados, semillas tóxicas, residuos de plaguicidas, micotoxinas u otros) deben encontrarse dentro de los límites permisibles por las regulaciones vigentes. (Suarez et al, 2008 a).

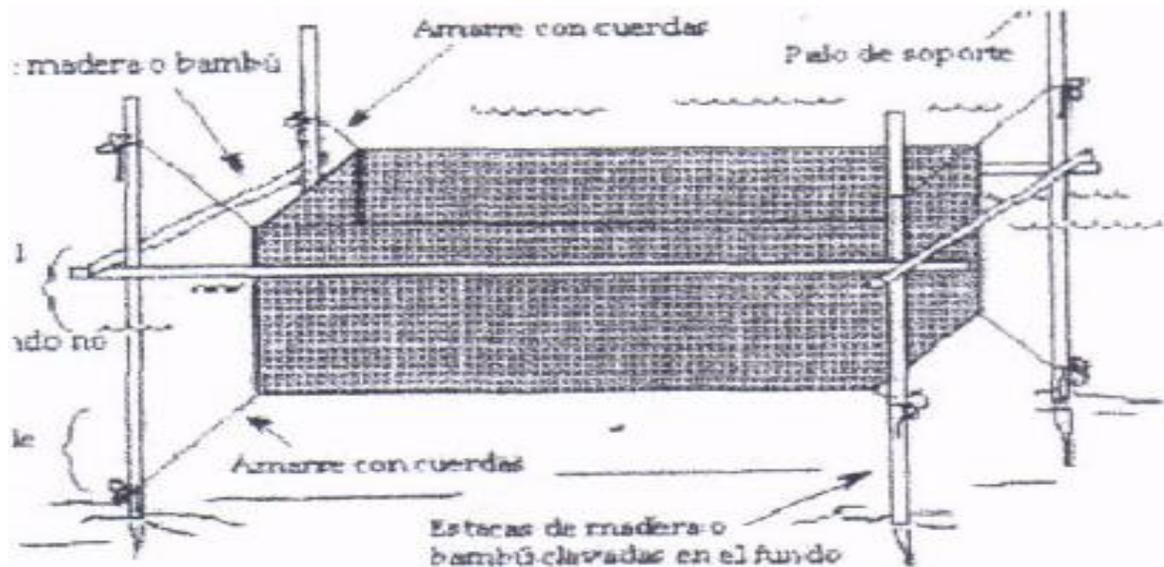
## **2.8. Cultivo en jaulas flotantes**

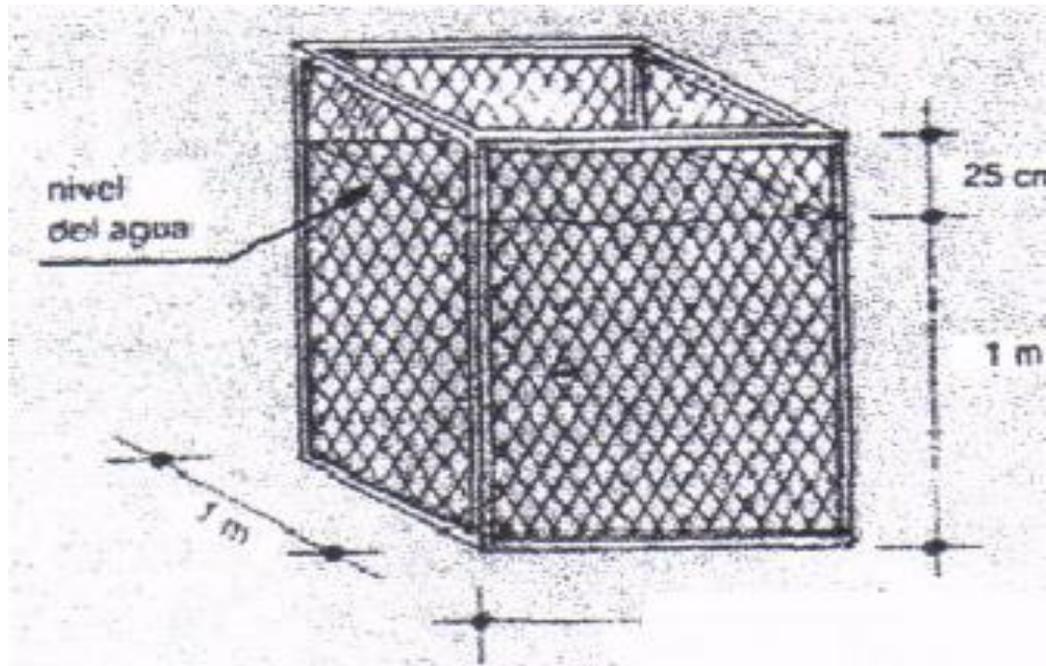
El cultivo de tilapia se puede realizar en jaulas flotantes permitiendo una explotación intensiva de un cuerpo de agua. El cultivo intensivo de peces en jaulas de bajo volumen (de 1 a 4 m<sup>2</sup>), a altas densidades (de 200 a 500 peces o 200 kg/ m<sup>2</sup>), en jaulas podrían convertirse en el medio de expansión mas importante y simple en la producción de tilapia. Se caracteriza por evitar la reproducción, por lo que puede utilizar machos y hembras en el cultivo, se puede realizar varios tipos de cultivo en un mismo cuerpo de agua, intensifica la producción de peces, facilita el control de depredadores y reduce el costo de inversión inicial, el cultivo en jaula se puede desarrollarse en canales, lagunas, esteros. etc. (Beltrán et al, 1998 a).

### **2.8.1. Construcción de jaulas**

Las jaulas se pueden construir en una gran variedad de formas, utilizando materiales como el bambú o tablas de madera y alambre, nylon u otras mallas sintéticas. Las estructuras de soporte pueden sostener las jaulas sobre la superficie del agua o sobre el fondo de un

cuerpo de agua Pueden variar de tamaño entre uno a varios cientos de metros cúbicos y pueden ser de cualquier forma, pero las más comunes son las rectangulares, cuadradas o cilíndricas. Las jaulas pequeñas son más fáciles de manejar que las grandes y pueden proveer una ganancia económica mayor por unidad de volumen. Las jaulas pueden ser de bajo volumen, o sea menos de 5 metros cúbicos o de volumen alto, mayor de 5 m<sup>3</sup>; se pueden sembrar hasta 600 tilapias/m<sup>3</sup> en las jaulas de volumen bajo y de 50-100 tilapias/m<sup>3</sup> en las jaulas de volumen alto. (Beltrán et al, 1998 a).





Fuente: (Beltrán et al, 1998 b)

### 2.8.2. Producción

Las producciones esperadas oscilan entre 50-300 kg/m<sup>3</sup>; las de volumen bajo son más productivas debido a que hay mayor recambio de agua dentro de las jaulas, lo cual mantiene la calidad de la misma. (Beltrán et al, 1998 a).

### 2.8.3. Calidad del agua

La calidad del agua está determinada por sus propiedades físico-químicas, entre las más importantes destacan: temperatura, oxígeno, pH y transparencia. Estas propiedades (Tabla 8) influyen en los aspectos productivos y reproductivos de los peces, por lo que, los parámetros del agua deben mantenerse dentro de los rango óptimos para el desarrollo de la tilapia. (Cantor et al, 2007, citado por Nicovita, 2012 a).

**Tabla 8. Parámetros fisicoquímicos del agua para el cultivo de la tilapia**

<b>Parámetros</b>	<b>Rangos</b>
-------------------	---------------

Temperatura	25-30 °C
Nitritos	0.1 mg/l
Nitratos	1.5-2.0 mg/l
Amonio total	0.1 mg/l
Hierro	0.05-0.2 mg/l
Fosfatos	0.15-0.2 mg/l
Dióxido de carbono	5-1° mg/l
Sulfuro de hidrogeno	0.01 mg/l

*Fuente: (Cantor et al, 2003, citado por Nicovita, 2012 b)*

## **2.9. Alimentación de la tilapia roja**

Los organismos naturales alimenticios encontrados en un estanque proveen nutrientes esenciales. En algunas ocasiones, este alimento natural no se encuentra disponible en suficiente cantidad para proveer de adecuada nutrición para que los peces crezcan. Cuando esto sucede, los peces se deben alimentar a intervalos regulares (por ejemplo, diariamente, semanalmente, etc.), con alimentos concentrados manufacturados. (Saavedra et al, 2003, citado por Nicovita, 2012 a).

### **2.9.1. Tipos de alimento y cálculo de raciones.**

Los organismos vivos son el alimento natural de la tilapia, los cuales, son producidos en el agua donde viven. Algunos ejemplos de alimentos naturales son el fitoplancton (plantas microscópicas), zooplancton (animales microscópicos) e insectos; la abundancia de estos organismos se incrementa con la fertilización. También pueden utilizarse alimentos suplementarios, algunos ejemplos son las raciones comerciales (alimentos concentrados) para pollos y cerdos, salvado de arroz, desechos de cocina (no procesados), tortas de semillas oleaginosas, y otros productos y desechos agrícolas. Sin embargo, el alimento suplementario no es nutricionalmente completo y no permitirá un buen crecimiento a la tilapia si el alimento natural está totalmente ausente (Tabla 9). Si el alimento natural está totalmente ausente del estanque, se les debe proporcionar a los peces alimentos manufacturados (concentrados) nutricionalmente completos que contengan todos los requerimientos de vitaminas y nutrientes esenciales. Estos alimentos completos son

utilizados en sistemas de cultivo intensivo. Para efectos de cálculo de raciones hay diferentes tablas de alimentación y una de ellas es la siguiente (Saavedra et al, 2003, citado por Nicovita, 2012 a).

**Tabla 9. Raciones alimenticias**

<b>Peso promedio (g)</b>	<b>Ración alimenticia (%)</b>
<10	5.0
25	4.5
50	3.7
75	3.4
100	3.2
150	3.0
200	2.8
250	2.5
300	2.3

*Fuente: (Saavedra et al, 2003, citado por Nicovita, 2012 b)*

### **2.9.2. Incremento diario**

El crecimiento de la tilapia y por ende la tasa de utilización del alimento depende de varios factores a menudo difíciles de controlar: cantidad de alimento, temperatura, densidad de siembra, estrés, disponibilidad de oxígeno, competencia con otros peces, etc. Una de las relaciones más importantes para el acuicultores es la que describe la dependencia entre el crecimiento y la cantidad de alimentos.

- ✓ Ración cero (ayuno): El crecimiento es negativo, es decir pierde peso.
- ✓ Ración de mantenimiento: El alimento apenas compensa la pérdida de peso, el pez no gana ni pierde peso.
- ✓ Ración máxima: A medida que aumentamos la ración de crecimiento también aumenta el crecimiento del pez, hasta llegar a un punto máximo por encima del cual no ganará más peso por mucho que le demos de comer.

- ✓ Ración óptima: Es el punto entre la ración de mantenimiento y la ración máxima en el que la relación, crecimiento/ración, es máxima, o al revés la relación ración/crecimiento (factor de conversión) es mínima. En este punto el pez crece con la máxima eficiencia, aunque crece menos que con la ración máxima. (Saavedra et al, 2003, citado por Nicovita, 2012 a).

### **2.9.3. Factor de conversión alimenticia**

El Factor de Conversión Alimenticia (FCA)= alimento entregado/ganancia de peso. Es la medida más usual para la utilización del alimento. El FCA depende por supuesto al igual que el crecimiento de la calidad de la dieta, de las condiciones de manejo, pero, también depende de la ración. El FCA también depende de la edad del pez. Los mejores valores se encuentran en peces jóvenes y el FCA aumenta lentamente con la edad del pez hasta tender a infinito cuando el pez alcanza su peso máximo y deja de crecer. (Saavedra et al, 2003, citado por Nicovita, 2012 a).

### **2.10. Sanidad**

Al mantener los peces en cautiverio las condiciones de hábitat son bastantes diferentes a las de su hábitat normal y, a medida que las producciones se intensifican, las alteraciones del ambiente son mayores lo cual posibilita la aparición de enfermedades. Por esta razón es necesario tener un adecuado conocimiento de las condiciones ambientales del medio acuático, de la especie en cultivo y de los posibles agentes infecciosos que pudieran atacar a los peces. El surgimiento de las enfermedades se atribuye a lo siguiente:

- ✓ Cambios bruscos del medio, los cuales conllevan al organismo a un estado de "estrés" (tensiones). En relación a los peces, el estrés o tensión puede ser considerado como el estado de defensa del organismo ante la acción de factores externos, lo que permite el rompimiento de la función normal del organismo,

presionando su resistencia.

- ✓ Factores No Biológicos del medio exterior: la luz, el contenido de oxígeno, la mineralización del agua y la reacción activa del medio (pH). Estos factores pueden ejercer una real influencia sobre los agentes y contribuir a un brusco aumento de su cantidad.
- ✓ Factores Biológicos: juegan un gran papel en el surgimiento de una plaga; entre ellos son de gran importancia:
  - ✓ Densidad de población
  - ✓ Edad y especie (Saavedra et al, 2003, citado por Nicovita, 2012 a).

### **2.10.1. Síntomas de enfermedad**

El comportamiento del pez enfermo visualmente se diferencia del comportamiento de los peces saludables, por tal razón es importante vigilar el comportamiento de los peces en el estanque y registrar todas las divergencias de las normas:

- ✓ El ascenso de los peces del fondo a la superficie
- ✓ La flacidez de su inmovilidad
- ✓ Sus movimientos giratorios
- ✓ Otros
- ✓ Muy a menudo en los peces enfermos se pueden observar cambios en la epidermis:
  - ✓ Capa de mucosidad
  - ✓ Coloración
  - ✓ Presencia de manchas
  - ✓ Cambios en el color de la dermis (Saavedra et al, 2003, citado por Nicovita, 2012 a).

### **2.10.2. Control y normas sanitarias**

- ✓ La tilapia es una especie muy resistente a enfermedades y si se siguen controles y normas sanitarias es poco probable que puedan presentarse problemas de orden sanitario. Entre los controles y normas se tienen:

- ✓ Mantener estabilidad de las condiciones ambientales.
- ✓ Conocer a ciencia cierta, que las densidades sembradas corresponden a un real estimativo del porcentaje de la "buena semilla" tanto en calidad como en cantidad. En la siembra, eliminar predadores y/o competidores.
- ✓ Mantener siempre el suministro principal de agua, a un nivel que permita cambios de agua inmediatos, en casos de emergencia.
- ✓ Observar siempre en las horas críticas, la presencia de peces en la superficie, en que estanques, lugares, etc.
- ✓ Tomar las muestras de agua en horas regulares, tanto de superficie como de fondo.
- ✓ Realizar limpieza diaria de filtros.
- ✓ Controlar entradas y salidas de agua.
- ✓ No permitir una turbidez menor a 20 cm de visibilidad (Saavedra et al, 2003, citado por Nicovita, 2012 a).

### **2.11. Cosecha**

La cosecha es la etapa final del cultivo, se pueden realizar cosechas totales o parciales, dependiendo de la cantidad y frecuencia con que se desee tener producto disponible para la comercialización. Las cosechas se realizan cuando los animales han alcanzado un tamaño adecuado para su venta. Para la cosecha se pueden utilizar atarrayas o chinchorros. (Saavedra et al, 2003, citado por Nicovita, 2012 a).

### **2.12. Registro de datos**

El registro de Talla y Peso permite determinar el estado del pez. La muestra se saca con chinchorro o atarraya, colocándola en tinas con agua del mismo estanque para luego proceder a medir las tallas y pesos individuales. Los muestreos se hacen quincenalmente, registrándose los datos en tablas que luego permitirán calcular tallas y pesos promedios, biomasa y ración alimenticia. Estos muestreos también sirven para determinar el grado de salud del pez, a través de observaciones de la textura, coloración y órganos internos (sacrificando unos cuantos). Se tienen que realizar en cada estanque y llevar registros

separados, por el hecho de que no todos se comportan de la misma forma. (Saavedra et al, 2003, citado por Nicovita, 2012 a).

### **2.13. Resultados de investigaciones realizadas en tilapia roja**

Es importante buscar alternativas sostenibles con subproductos para sustituir la harina de pescado en dietas para la engorda de tilapia roja cultivadas en jaulas flotantes a 27.8 °C. En el presente estudio se formularon cuatro dietas (tratamientos, T; 0%, T0; 14%, T14; 16%, T16 y 18 %, T18) isoproteínicas (26%) e isoenergéticas (2.7 kcal g<sup>-1</sup> alimento) usando una mezcla de subproducto de caña proteínica enriquecido con ensilaje ácido de pescado (harina de caña proteínica) en sustitución de harina de pescado. En este estudio se usaron 420 machos de tilapias (58.34±0.01 g) alimentados por 60 d. El diseño experimental fue completamente al azar con siete jaulas rectangulares por tratamiento (0.256 m<sup>3</sup>; 0.8x0.8x0.4 m) y suspendidas sobre un estanque circular de hormigón (8 m diámetro y 2 m alto), con 15 peces por jaula. El análisis de los datos, efectuado mediante un análisis de varianza de una vía, indicó que para T0 y T14 no hubo diferencias significativas (p>0.05) en peso final (94.10 y 94.02), factor de conversión (1.75). Los mayores incrementos de peso diario fueron para T0 y T14 (0.597 y 0.595). Se concluye que se puede incluir hasta 14 % de la harina de caña proteínica en dietas para la engorda de tilapia roja sin afectar los indicadores productivos (León *et al*, 2011 a).

Con el objetivo de determinar la respuesta biológica de alevines de tilapia roja, alimentados con diferentes niveles de inclusión de harina de caña proteica, se formularon cuatro dietas isoproteicas con diferentes niveles de inclusión de HCP (Control; D12; D14 y D16). Se alimentaron 700 alevines de tilapia roja (10,48 ± 0,01 g), distribuidos en un diseño completamente aleatorizado en siete jaulas por tratamiento (25 peces por jaulas). Después de 60 días de bioensayo, el peso final del grupo Control, D12 y D14 mostraron resultados similares; D16 presentó valores inferiores y diferentes significativamente (p<0,05) con respecto al Control (33.74; 33.64; 33.65; 33.17 g). En el caso del incremento de peso diario (g día<sup>-1</sup>) y factor de conversión alimentario, el tratamiento D16 mostró los resultados más bajos (1.73; 1.73; 1.73; 1.75); sin embargo, no se observaron diferencias al estimar la tasa de eficiencia proteica y crecimiento específico. La supervivencia mostró valores de 99 a

100%. Se concluye que la HCP se puede incluir en dietas para alevines de tilapia roja hasta 14 % sin afectar los indicadores bioproductivos (Botello *et al*, 2011 a).

Perea *et al* (2011), investigaron para generar una alternativa de manejo de los residuos, aplicando la técnica de ensilaje biológico para su inclusión en la alimentación de Tilapia roja en etapa de engorde. Se evaluaron tres niveles de inclusión, 10% (T1), 20% (T2), 30% (T3), más una dieta testigo 0% (T0) sin ensilaje. Para ello, se determinó digestibilidad aparente (total, materia seca, proteína cruda, extracto etéreo y cenizas) mediante la adición de óxido crómico como marcador inerte y los parámetros zootécnicos (ganancia de peso, incremento en talla y conversión alimenticia). Las evaluaciones se llevaron a cabo en jaulas metabólicas, bajo un diseño completamente al azar, en tres réplicas. Los parámetros de digestibilidad no presentaron diferencias significativas ( $p>0,05$ ), indicando que el ensilaje biológico de residuos de pescado al ser incluido en las raciones para tilapia, no afectan la ingestión de los componentes alimenticios. Los parámetros zootécnicos presentaron diferencias significativas ( $p<0,05$ ), observándose que a mayor inclusión de ensilaje se presenta un mejor comportamiento de talla, peso y conversión alimenticia.

Con la finalidad de evaluar la calidad nutricional de la harina de lenteja de agua (*Lemna obscura*) como ingrediente en la elaboración de alimento para tilapia roja (*Oreochromis spp.*), se prepararon 3 dietas con niveles de inclusión de 15% (dieta A), 25% (dieta B) y 35% (dieta C) y una dieta control exenta de harina de *Lemna*. Estas fueron isocalóricas e isoproteicas con un nivel de 30% de proteína. Además se utilizó una dieta comercial (dieta D), con 40% de proteína, para compararla con las dietas experimentales. Los alevines se alimentaron durante 10 semanas consecutivas y cada 14 días, se evaluaron los parámetros más importantes como ganancia de peso, alimento consumido, factor de conversión alimentaria (FCA) y la relación eficiencia-proteica (REP). La comparación estadística reveló que no hubo diferencias significativas ( $P>0,05$ ) en los valores de los resultados finales de la conversión entre las dietas Control A, B, C y D (2.04; 2.41; 2.26; 2.52; 2.24, respectivamente). En relación al peso promedio final, hubo diferencias significativas ( $P<0,05$ ) entre los peces alimentados con la dieta B, con respecto a la dieta control y dieta

comercial (12.52; 15.32; 17.20; 16.16; 9.37, respectivamente). No hubo diferencias significativas entre las dietas experimentales ( $P > 0,05$ ).

Se demuestra en este estudio que la dieta con un 25% de inclusión resultó ser más eficiente en cuanto a los parámetros evaluados que la dieta control. Los excedentes de *Lemna* crecidos en el lago de Maracaibo o cultivados pueden ser utilizados como harina en las dietas para tilapia roja y representa una alternativa para reducir los costos de alimentación, siempre y cuando se utilice en combinación con otros ingredientes de alto contenido proteico (Ramón *et al*, 2009 a).

Con el propósito de determinar el comportamiento productivo de la tilapia roja al suministrar un alimento con inclusiones crecientes de harina de yuca (0; 5; 10 y 15), como fuente energética de la dieta, se utilizaron 20 jaulas flotantes, se aplicó un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Se tomaron datos de ganancia de peso, factor de conversión alimenticia (FCA), eficiencia en la utilización de la proteína (PER) y la supervivencia de los animales, además de determinar la productividad de la tilapia por unidad de área en jaulas flotantes. El alimento se elaboró en base a una fórmula comercial del 28% de proteína, los peces fueron alimentados seis veces al día, suministrando el alimento sobre 2.95 de la biomasa disponible. Los resultados arrojaron que la dieta con 15% de harina de yuca produjo una ganancia de peso levemente superior a las otras (229.4 $\pm$ 19.6). El factor de conversión alimenticia no presentó diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). La mejor conversión la obtuvo el tratamiento testigo (1.7 $\pm$  0.22). Para la ganancia de peso no se registraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), pero se puede observar un mejor rendimiento en el tratamiento control (2.1 $\pm$ 0.25). Los resultados obtenidos indican que no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre las medias de las dietas y nos dan un indicativo de que la harina de yuca podría suplementar en gran parte, y sin ningún problema, una dieta para tilapia con el 28% de proteína (Tobón *et al*, 2008 a).

Se evaluó el efecto nutricional de diferentes raciones alimentarias elaboradas a partir de un alimento comercial (AC) mezclado en diferentes proporciones con harina de cascara de

naranja (HCN), en híbridos F1 de *Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus* (Perciforme: Cichlidae). Las raciones fueron: 80% HCN+20% AC; 50% HCN+50% AC y 20% HCN + 80% AC. Los parámetros evaluados fueron: Incremento de peso, ganancia de peso, e índice de conversión alimenticia. La duración del ensayo fue de 95 días. Se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P < 0,05$ ). El tratamiento 20% HCN+80% AC presentó el mejor ICA (3.56), incremento de peso diario (0.81) y peso final (76.75). Los resultados obtenidos sugieren que las cascarras de naranja, que representan un residuo industrial importante, podrían tener un potencial uso en la elaboración de piensos para la alimentación de peces (Moreno *et al*, 2000 a).

Avilés (1998), al evaluar diferentes niveles de polvillo de arroz (0; 10; 20; 30 y 40%) en las etapas de precria y cría de la tilapia roja, reportó el mayor consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia con el 20% de inclusión de polvillo de arroz, en las etapas de precria y cría de esta especie (3.54; 4.12; 4.31; respectivamente).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización y duración del experimento**

La investigación se ejecutó en los meses de junio a septiembre del 2011 en el embalse Daule Peripa del sector San-francisco, Cantón Buena Fe, Provincia de los Ríos. Entre las

coordenadas geográficas de 01° 6' 23" de latitud Sur y 79° 30' 02" de latitud Oeste y a una altura de 128 msnm. El trabajo de campo tuvo una duración de 90 días.

### 3.2. Condiciones meteorológicas

El embalse Daule Peripa del sector San-Francisco presenta las siguientes condiciones meteorológicas (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Condiciones meteorológicas y otras características en Embalse Daule Peripa sector San-Francisco Cantón Buena Fe, Provincia de los Ríos 2011\***

Parámetros	Promedios
Temperatura	24,59 °C
Humedad relativa	86,42 (%)
Heliofania	743,50 (horas, luz, año)
Precipitación	2229,50 (mm anual)
Evaporación	830,80 (anual)
Zona ecológica	(bh-T)

*\*Fuente: Estación meteorológica del INAMHI ubicada en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP (2011)*

### 3.3. Materiales y equipos

Para la realización de la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

- ✓ Alimento balanceado (561 kg)
- ✓ Cinta métrica (1 unidad)
- ✓ Cabo (500 m)
- ✓ Clavos (1 libra)
- ✓ Cuchillos
- ✓ Libreta de campo (1 unidad)

- ✓ Hidro-termometro (1 unidad)
- ✓ Bajío (1 unidad)
- ✓ Cedazo (1 unidad)
- ✓ Alevines (960)
- ✓ Mallas (3 rollos)
- ✓ Lijas (1 unidad)
- ✓ Piola alquitranada (5 rollos)
- ✓ Tubo galvanizado(6 m)
- ✓ Tubo galvanizado (7 tubos de una pulgada)
- ✓ Pomas ( 6 unidades)
- ✓ Chalos (1 unidad)
- ✓ Canoa (1 unidad)
- ✓ Pintura (1 galón)
- ✓ Funda de polietileno (200 unidades)
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Pegamentos (1 litro)
- ✓ Agujas (15 unidades)
- ✓ Agujones (4 unidades)
- ✓ Balanza de precisión (1 digital)
- ✓ Balde plástico (4 unidades)

### **3.4. Tratamientos en estudios**

En la presente investigación se evaluaron los siguientes tratamientos:

**T0:** Polvillo de arroz (0%).

**T1:** Polvillo de arroz (10%).

**T2:** Polvillo de arroz (20%).

**T3:** Polvillo de arroz (30%).

### **3.5. Diseño experimental y prueba de rangos múltiples**

Se aplicó un diseño completamente al azar (*DCA*) con seis repeticiones. El tamaño de la unidad experimental fue conformado 40 alevines. Para determinar las diferencias entre medias de tratamientos se utilizó la prueba de Rango Múltiple de Tukey ( $P \geq 0,05$ ). El esquema del experimento y el análisis de varianza se detallan en los cuadros 2 y 3.

**Cuadro 2. Esquema del experimento**

Trat.	Polvillo de arroz (%)	N° Repeticiones	N° animales	
			UE	Trat.
<b>T0</b>	0,0	6	40	240
<b>T1</b>	10,00	6	40	240
<b>T2</b>	20,00	6	40	240
<b>T3</b>	30,00	6	40	240
<b>Total</b>				<b>960</b>

**Cuadro 3. Esquema del análisis de varianza**

Fuente de Variación		Grados de libertad
Tratamientos	t-1	3
Error Experimental	t (r - 1)	20
<b>Total</b>	<b>t . r - 1</b>	<b>23</b>

*Modelo matemático*

$$Y_{ij} = u_i + T_i + \varepsilon_{ij}$$

*Dónde.*

- $Y_{ij}$  = Total de una observación  
 $\mu_i$  = Media de una población  
 $T_i$  = Efecto de los tratamientos  
 $\epsilon_j$  = Efecto aleatorio (error experimental)

### **3.6. Mediciones experimentales**

En la presente investigación se evaluaron las siguientes variables:

#### **3.6.1. Peso inicial en (g)**

Al inicio de la investigación los alevines de tilapia roja fueron pesados en (g) por cada uno de los tratamientos, utilizando una balanza gramétrica con capacidad de 5.000 (g) tratando siempre que sean homogéneos donde se iniciaron con un peso promedio de 90.85 (g).

#### **3.6.2. Consumo de alimento cada 15 días y total en (g)**

El consumo de alimento diario se hizo gradualmente, las dietas experimentales, se les proporciono el alimento de acuerdo a la tabla del Manual de Manejo de CRIANZA DE TILAPIA. (NICOVITA 2010). Se aplicó la siguiente fórmula.

$$CN=AO-AS$$

*Donde:*

**CN**= Consumo Neto (g)

**AO**= Alimento ofertado (g)

**AS**= Alimento sobrante (g)

### 3.6.3. Ganancia de peso cada 15 días y total en (g)

Se pesaron 20 alevines al azar, por tratamiento, cada 15 días, utilizando una balanza de precisión. Se aplicó la siguiente fórmula:

$$GP = PF (g) - PI (g)$$

*Donde:*

**GP**= Ganancia de peso.

**PF**= Peso final.

**PI**= Peso inicial.

### 3.6.4. Conversión alimenticia cada 15 días y total en (g)

La conversión alimenticia se la realizó cada 15 días. Se calculó mediante la siguiente fórmula.

$$CA = \frac{AC (g)}{GP (g)}$$

*Donde:*

**CA**= Conversión alimenticia.

**AC**= Alimento consumido.

**GP**= Ganancia de peso.

### 3.6.5. Rendimiento a la canal (%)

El rendimiento a la canal se lo realizó al final del experimento (90 días), con el sacrificio de una muestra representativa (10% de cada tratamiento) se tomó en consideración el peso vivo individual (g). Los órganos que se incluyeron en la canal fueron intestino y la grasa

abdominales, para precisar el grado de engrosamiento de la canal de la tilapia de cada uno de los tratamientos. Para el efecto se aplicó la siguiente formula:

$$RC = \frac{PC(g)}{PV(g)} \times 100$$

*Donde:*

**RC** = Rendimiento a la canal.

**PC** = Peso a la canal.

**PV**= Peso vivo.

### **3.6.6. Mortalidad y supervivencia (%)**

La mortalidad se registró cada día y se calculó mediante la siguiente formula:

$$PM = \frac{\# \text{ numeros de peces muertos (unidad)}}{\# \text{ de peces iniciales (unidad)}} \times 100\%$$

*Donde:*

**PM** = Porcentaje de mortalidad.

**#PM** = Números de peces muertos.

**#PI** = Numero peces iníciales.

## **3.7. Análisis económico**

Para realizar el análisis económico de los tratamientos, se consideró los ingresos brutos, costo total, y beneficio neto.

### **3.7.1. Rentabilidad**

Se obtuvo del beneficio neto, dividido para el costo total y el resultado multiplicado por 100, utilizando la siguiente fórmula.

$$R(b/c) = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Costo Total}} \times 100$$

### 3.7.2. Ingreso bruto

Fueron los valores totales obtenidos por la venta de las canales de cada tratamiento, multiplicado por el precio del kilogramo de carne en el mercado.

### 3.7.3. Costos totales

Se obtuvo la suma de los costos fijos (costos de los alevines, sanidad y mano de obra), y de los costos variables (costos de dietas experimentales).

### 3.7.4. Beneficio neto

Consistió en obtener la diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales de los tratamientos.

### 3.7.5. Mezcla del balanceado comercial de Expalsa para tilapia roja con tres niveles de arroz.

En el cuadro 4 se detallan las dietas experimentales.

**Cuadro 4. Dietas experimentales**

Ingredientes	T0	T1	T2	T3
Balanceado tilapia expalsa(*) <sup>1</sup>	100	90	80	70
Polvillo de arroz de cono (*)	0	10	20	30
<b>Total</b>	100	100	100	100
<b>Requerimientos</b>	<b>Análisis calculado</b>			
Energía	2.780	2.832	2.884	2.936
Proteína	28	26.5	25	23.5

<b>Calcio</b>	0.60 – 1.00	0.60	0.54	0.49	0.43
<b>Fibra</b>	2.00 – 8.00	2	2.9	3.80	4.70
<b>Grasa</b>	5	5	5.65	6.20	6.95

*Fuente. Expalsa 2011*

**Cuadro 5. Composición química del alimento balanceado utilizado en la investigación**

Nutrientes		Porcentaje en base seca
<b>Humedad total</b>	%	13
<b>Materia seca</b>	%	87.9
<b>Ceniza</b>	%	7
<b>Proteína bruta</b>	%	28
<b>Fibra cruda</b>	%	2
<b>Extracto etéreo (grasa)</b>	%	5
<b>Calcio</b>	%	0.60
<b>Energía bruta kcal/kg</b>		2.780

*Fuente. Expalsa 2011.*

**Cuadro 6. Examen bromatológico del polvillo de arroz de cono**

Polvillo de cono	
<b>Proteína</b>	13 %
<b>Energía</b>	3.300 kcal
<b>Calcio</b>	0.04
<b>Grasa</b>	11.5
<b>Fibra</b>	11.00
<b>Cenizas</b>	8.00
<b>Humedad</b>	8.00
<b>Materia seca</b>	92.00

*Fuente. Planta Balanceado, FCP.UTEQ.2011.*

### **3.8. Manejo experimental**

En la presente investigación se utilizaron 960 alevines de tilapia roja sin sexar, niveles de polvillo de arroz, alimento balanceado, jaulas flotantes.

#### **3.8.1. Construcción y ubicación de jaulas**

La jaula fue construida y ubicada sobre la superficie del agua obteniendo una forma cuadrada de 4 m de largo por 4 m de ancho con una profundidad de 1.5 m dividida en 24 compartimientos de 1 m de largo por 0,70 cm de ancho y 1.5 m de profundidad en cuyos bordes se colocaron 6 pomas de 20 litros y amarradas con sogas en cada esquina para evitar el hundimiento de la jaula colocada en una zona abierta para observar el recambio de agua, para facilitar el mantenimiento y alimentación de los peces.

#### **3.8.2. Siembra de alevines**

La siembra de alevines se la realizó ubicando en cada repetición la cantidad de 40 peces por repetición dando un total de 240 peces por tratamiento cuyo peso inicial era de 90.85 g.

#### **3.8.3. Temperatura del agua**

En el experimento la temperatura de agua fue de 28<sup>0</sup>C con un excelente pH de 6.5-7.0.

#### **3.8.4. Porcentaje de balanceado ofertado más niveles de polvillo de arroz**

La cantidad de balanceado ofertado en la dieta con polvillo de arroz de cono fue 150 g por repetición y por día.

### **3.8.5. Etapa de engorde**

Esta fase comprendió la crianza de la tilapia roja con un peso promedio de 90.85 g, a una temperatura de 28°C, suministrando en cada jaula un alimento balanceado al 28% de proteína con diferentes niveles de polvillo de arroz (0, 10, 20, 30%). El alimento fue suministrado en tres frecuencias durante 90 días. Para aquello se utilizó 4 baldes de 15 kg, una balanza gramétrica donde pesamos la dieta diaria realizando un muestreo cada 15 días para verificar el crecimiento de los alevines de tilapia roja y compararlo con el peso inicial.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSION**

### **4.1. Consumo de alimento cada 15 días y total (g)**

El mayor consumo de alimento a los 15 días (g) lo registraron los tratamientos *T0* y *T1* (56,28 y 56,17 g animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, respectivamente). Sin embargo, en los periodos 30; 45; 60; 75; 90 días y total, el tratamiento que registró el mayor consumo de alimento ( $P < 0,01$ ) fue el tratamiento *T3* (89,26; 126,66; 101,72; 144,51; 173,54 y 691,07 g, lo que representa un consumo animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> de 7,678 g. Ver Cuadro 7, Figuras. 1 y 2 y Cuadro 1 del Apéndice. Los resultados obtenidos pueden ser sustentados respecto al hábito alimenticio predominante en condiciones naturales de la tilapia, que es el consumo de fitoplancton, que en su composición presenta bajo contenido de carbohidratos pero alto en lípidos, siendo la última fuente inmediata de energía y ácidos grasos esenciales, características similares a las encontradas en las dietas experimentales. El consumo de alimento y la conversión alimenticia reportados en la presente investigación fueron más eficientes que los indicados por Avilés (1998), que al evaluar diferentes niveles de polvillo de arroz (0; 10; 20; 30 y 40%) en las etapas de precria y cría de la tilapia roja, reportó el mayor consumo de

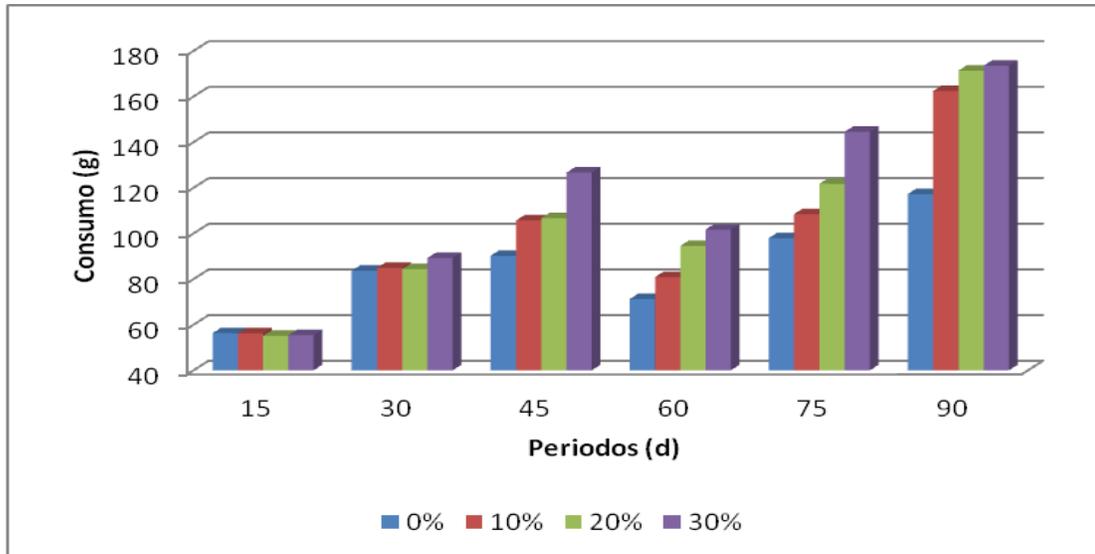
alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia con el 20% de inclusión de polvillo de arroz, en las etapas de precría y cría de esta especie (3.54; 4.12; 4.31; respectivamente).

Durante el año del cultivo en los cambios de estaciones entre los meses de julio y agosto, se tuvo un clima neutral de bajas temperaturas formándose un termoclima y a la vez un mínimo contenido de oxígeno hasta 3 ml/l, en la cual la actividad de los peces baja considerablemente, entre ellos tenemos; se vuelven inapetentes, no consumen el alimento, baja su crecimiento y conversión alimenticia.

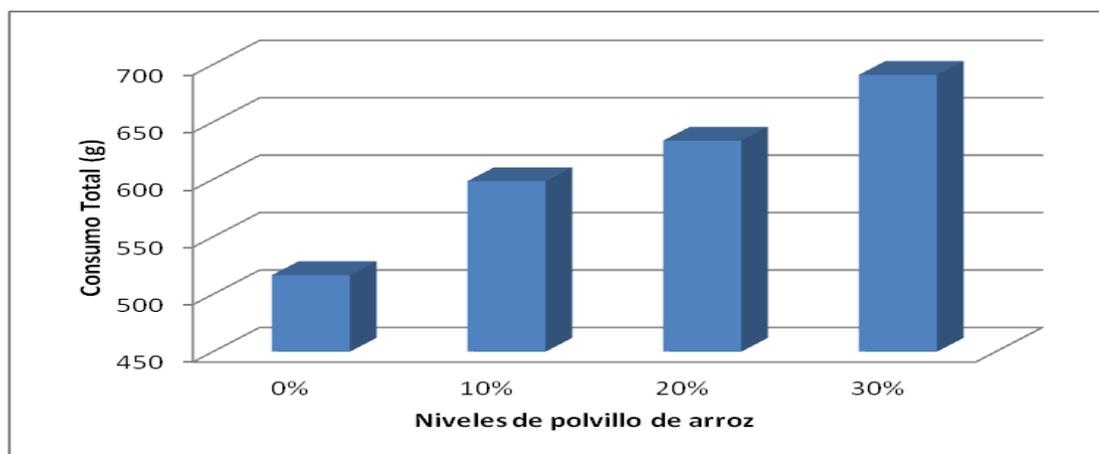
**Cuadro 7. Consumo de alimento (g) cada 15 días y total, en la etapa de engorde de la tilapia roja (*Oreochromis-sp*) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos. 2011**

Trat.	Periodos (d)						
	15	30	45	60	75	90	Total
<b>T0</b>	56,28 a*	83,63 b	90,21 d	71,22 d	97,94 d	117,28 d	516,63 d
<b>T1</b>	56,17 a	84,89 b	105,68 c	80,87 c	108,48 c	162,41 c	598,50 c
<b>T2</b>	55,17 b	84,34 c	106,68 b	94,52 b	121,75 b	171,35 b	633,81 b
<b>T3</b>	55,38 b	89,26 a	126,66 a	101,72 a	144,51 a	173,54 a	691,07 a
<b>CV (%)</b>	<b>0,28</b>	<b>0,20</b>	<b>0,14</b>	<b>0,18</b>	<b>1,53</b>	<b>0,16</b>	<b>0,29</b>

\* Letras iguales no difieren estadísticamente según Tukey ( $P \geq 0,05$ )



**Figura 1.** Consumo de alimento (g) cada 15 días, en la etapa de engorde en tilapia roja (*Oreochromis*-sp) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos. 2011



**Figura 2. Consumo de alimento total (g), en la etapa de engorde en tilapia roja (*Oreochromis-sp*) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos. 2011**

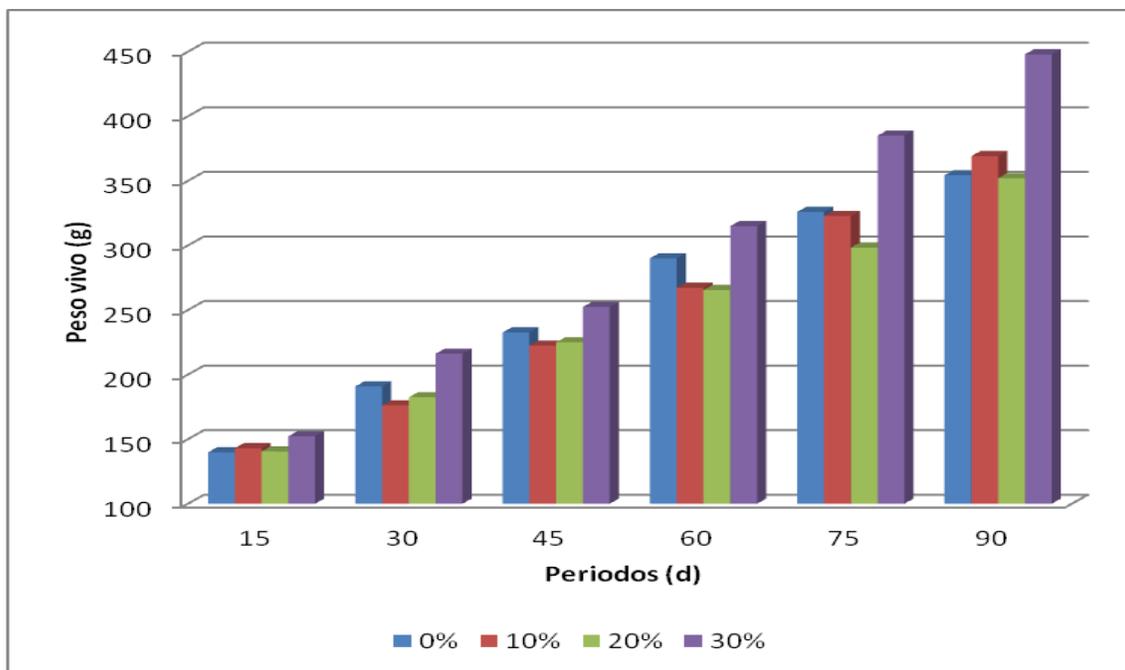
#### **4.2. Peso vivo cada 15 días (g)**

El peso vivo no registró diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ) entre los periodos 15 y 60 días de evaluación, sin embargo, el tratamiento T3 registró el mayor peso vivo ( $P < 0,01$ ) a los 75 y 90 días (385,00 y 448,00 g, respectivamente), dando lugar al tratamiento T3, a los 90 días el peso vivo final fue de 448,00 (g). Se puede atribuir que el mayor peso vivo, se debe a la cantidad de polvillo de arroz suministrado debido a que el mismo contiene mayor cantidad de energía que el balanceado comercial y por ende aumenta su tamaño. Ver Cuadro 8. Figura 3 y Cuadro 2 del Apéndice.

**Cuadro 8. Peso inicial y peso vivo cada 15 días, en la etapa de engorde de la tilapia roja (*Oreochromis-sp*) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos. 2011**

Trat.	Periodos (d)						
	P. I	15	30	45	60	75	90
<b>T0</b>	90,85a*	139,82a	190,85a	232,67a	290,07a	326,00b	354,33b
<b>T1</b>	91,47 <sup>a</sup>	143,07a	176,20a	222,40a	267,25a	322,80b	369,15b
<b>T2</b>	93,30 <sup>a</sup>	140,50a	182,42a	225,00a	265,50a	298,33b	352,03b
<b>T3</b>	93,43 <sup>a</sup>	152,25a	216,15a	252,43a	315,00a	385,00a	448,00a
<b>CV (%)</b>	<b>3,78</b>	<b>11,17</b>	<b>13,22</b>	<b>12,82</b>	<b>11,22</b>	<b>9,73</b>	<b>9,29</b>

\* *Letras iguales no difieren estadísticamente según Tukey ( $P \geq 0,05$ )*



**Figura 3.** Peso vivo cada 15 días, en la etapa de engorde en tilapia roja (*Oreochromis*-*sp*) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos. 2011

#### 4.3. Ganancia de peso cada 15 días y total (g)

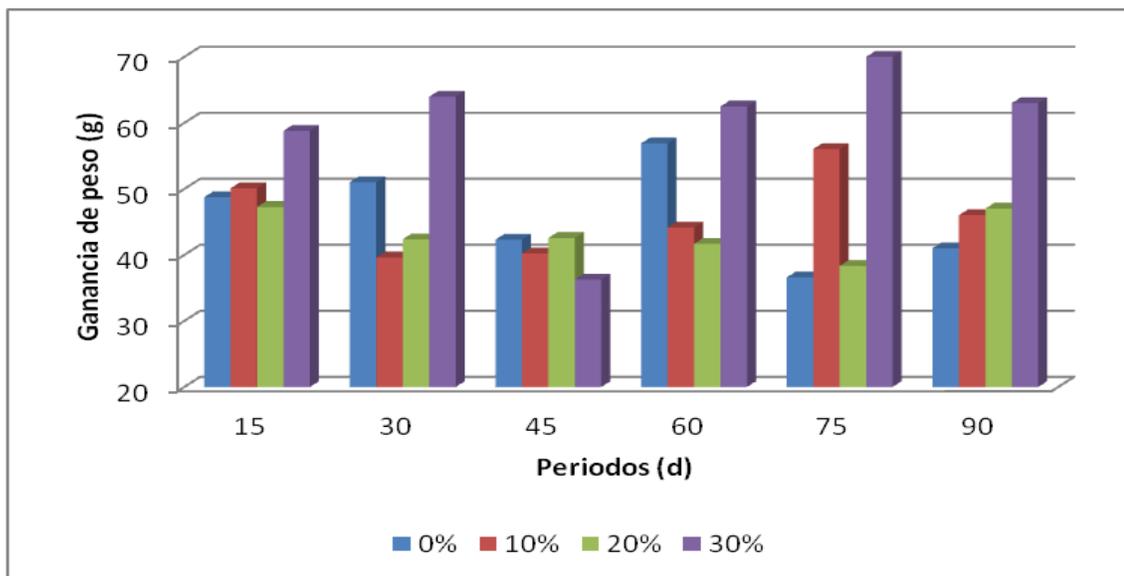
La ganancia de peso no registró diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ) entre los periodos 15, 30; 45 y 60 días de evaluación, sin embargo, el tratamiento T3 registró la mayor ganancia de peso ( $P < 0,01$ ) a los 75; 90 días y total (70,00; 63,00 y 354,57 g, respectivamente, lo que representa un consumo animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> de 4,66; 4,20 y 3,94, respectivamente). Ver Cuadro 9, Figuras 4 y 5 y Cuadro 3 del Apéndice. Estas ganancias de pesos pueden atribuirse a que existen diversos factores que afectan el crecimiento de los peces, donde los requerimientos proteicos presentan una gran importancia, siendo necesario considerar la calidad de la proteína, el contenido de energía y la digestibilidad de los ingredientes. Al incluir polvillo de arroz en raciones para tilapias se garantiza una cantidad importante de proteína de alto valor biológico, que se traduce en una adecuada disponibilidad de aminoácidos esenciales.

Las ganancias de pesos registradas en la presente investigación superan a las registradas por Tobón *et al* ( 2008), quienes al determinar el comportamiento productivo de la tilapia roja al suministrar un alimento con inclusiones crecientes de harina de yuca (0; 5; 10 y 15%), como fuente energética de la dieta, utilizaron 20 jaulas flotantes, aplicando un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Se tomaron datos de ganancia de peso, factor de conversión alimenticia (FCA), eficiencia en la utilización de la proteína (PER) y la supervivencia de los animales, además de determinar la productividad de la tilapia por unidad de área en jaulas flotantes. El alimento se elaboró en base a una fórmula comercial del 28% de proteína, los peces fueron alimentados seis veces al día, suministrando el alimento sobre 2.95 de la biomasa disponible. Registrando que para la ganancia de peso no se existieron diferencias significativas ( $p>0.05$ ), pero se puede observar un mejor rendimiento en el tratamiento control (2.1+/-0.25). Los resultados obtenidos indican que no se encontraron diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre las medias de las dietas y nos dan un indicativo de que la harina de yuca podría suplementar en gran parte, y sin ningún problema, una dieta para tilapia con el 28% de proteína.

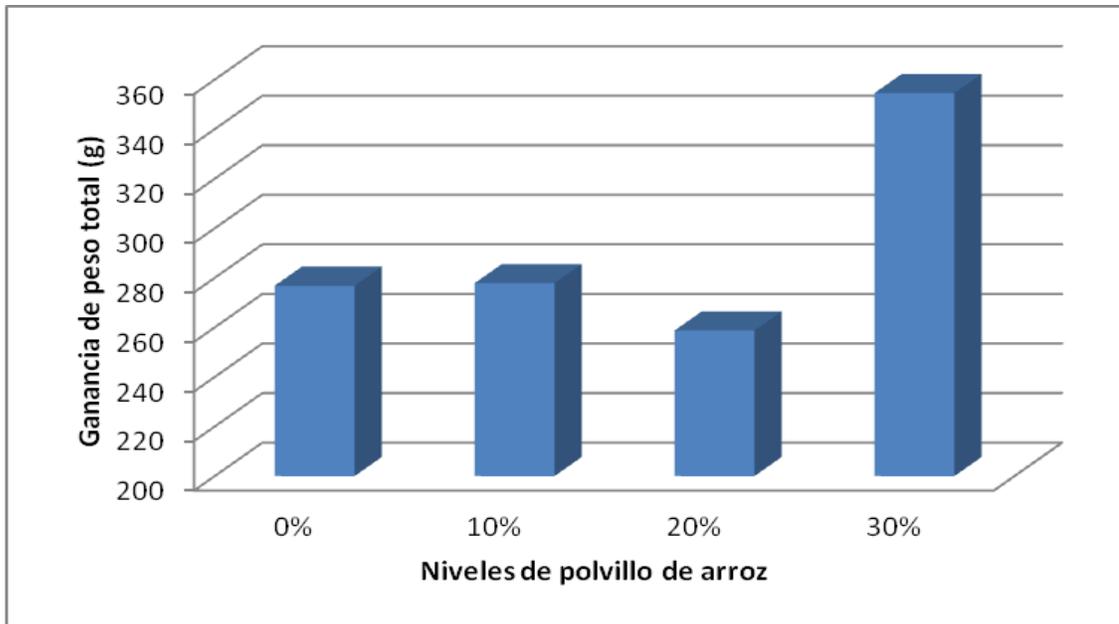
**Cuadro 9. Ganancia de peso cada 15 días y total, en la etapa de engorde de la tilapia roja (*Oreochromis*-sp) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos. 2011**

Trat.	Periodos (d)						
	15	30	45	60	75	90	Total
<b>T0</b>	48,74 a*	51,03 a	42,32 a	56,90 a	36,60 b	41,00 b	276,82 b
<b>T1</b>	50,10 a	39,63 a	40,23 a	44,15 a	56,05 ab	46,02 b	277,85 b
<b>T2</b>	47,27 a	42,38 a	42,58 a	41,67 a	38,33 b	47,03 ab	258,73 b
<b>T3</b>	58,82 a	63,97 a	36,28 a	62,50 a	70,00 a	63,00 a	354,57 a
<b>CV (%)</b>	<b>31,74</b>	<b>42,01</b>	<b>34,38</b>	<b>32,47</b>	<b>24,31</b>	<b>20,12</b>	<b>10,96</b>

\* *Letras iguales no difieren estadísticamente según Tukey ( $P \geq 0,05$ )*



**Figura 4.** Ganancia de peso (g) cada 15 días, en la etapa de engorde en tilapia roja (*Oreochromis-sp*) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos. 2011



**Figura 5. Ganancia de peso total (g), en la etapa de engorde en tilapia roja (*Oreochromis-sp*) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos. 2011**

#### **4.4. Índice de conversión alimenticia (ICA) cada 15 días y total**

El ICA no registró diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ) entre los periodos 15; 30; 45 y 90 días, sin embargo, los tratamientos que registraron el mejor ICA a los 75 días y total, fueron los tratamientos T1 y T3 (2,05 y 1,95, respectivamente). Ver Cuadro 10, Figuras 6 y 7 y Cuadro 4 del Apéndice. Esta eficiencia puede atribuirse a la inclusión de polvillo de arroz en la dieta, permitiendo una mayor palatabilidad, relacionada con las sustancias solubles disponibles que estimulan su consumo.

Los ICA registrados en la presente investigación son similares a los reportados por Ramón *et al* (2011), quienes al evaluar la calidad nutricional de la harina de lenteja de agua (*Lemna obscura*) como ingrediente en la elaboración de alimento para tilapia roja, prepararon tres dietas con niveles de inclusión de 15% (dieta A), 25% (dieta B) y 35% (dieta C) y una dieta

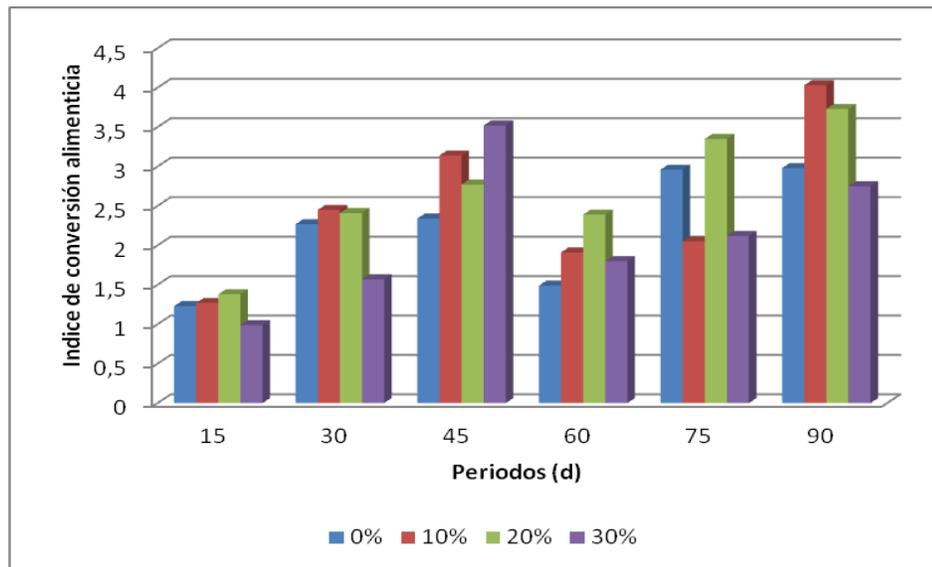
control exenta de harina de *Lemna*. Estas fueron isocalóricas e isoproteicas con un nivel de 30% de proteína. Además se utilizó una dieta comercial (dieta D), con 40% de proteína, para compararla con las dietas experimentales. Los alevines se alimentaron durante 10 semanas consecutivas y cada 14 días, se evaluaron los parámetros más importantes como ganancia de peso, alimento consumido, factor de conversión alimentaria (FCA) y la relación eficiencia-proteica (REP). La comparación estadística reveló que no hubo diferencias significativas ( $P>0,05$ ) en los valores de los resultados finales de la conversión entre las dietas Control A, B, C y D (2.04; 2.41; 2.26; 2.52; 2.24, respectivamente). Se demuestra en este estudio que la dieta con un 25% de inclusión resultó ser más eficiente en cuánto a los parámetros evaluados que la dieta control. Los excedentes de *Lemna* crecidos en el lago de Maracaibo o cultivados pueden ser utilizados como harina en las dietas para tilapia roja y representa una alternativa para reducir los costos de alimentación, siempre y cuando se utilice en combinación con otros ingredientes de alto contenido proteico. Pero más eficientes, con relación a los registrados por Moreno *et al.*, 2000, quienes al evaluar el efecto nutricional de diferentes raciones alimentarias elaboradas a partir de un alimento comercia (AC) mezclado en diferentes proporciones con harina de cascara de naranja (HCN), en híbridos F1 de *Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus* (Perciforme: Cichlidae). Las raciones fueron: 80% HCN+20% AC; 50% HCN+50% AC y 20% HCN+80% AC. Los parámetros evaluados fueron: Incremento de peso, ganancia de peso, e ICA. La duración del ensayo fue de 95 días. Se detectaron diferencias significativas ( $P<0,05$ ). El tratamiento 20% HCN+80% AC presento el mejor ICA (3.56). Los resultados obtenidos sugieren que las cascara de naranja, que representan un residuo industrial importante, podrían tener un potencial uso en la elaboración de piensos para la alimentación de peces.

**Cuadro 10. Índice de conversión de alimento cada 15 días y total, en la etapa de engorde de la tilapia roja (*Oreochromis*-sp) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos. 2011**

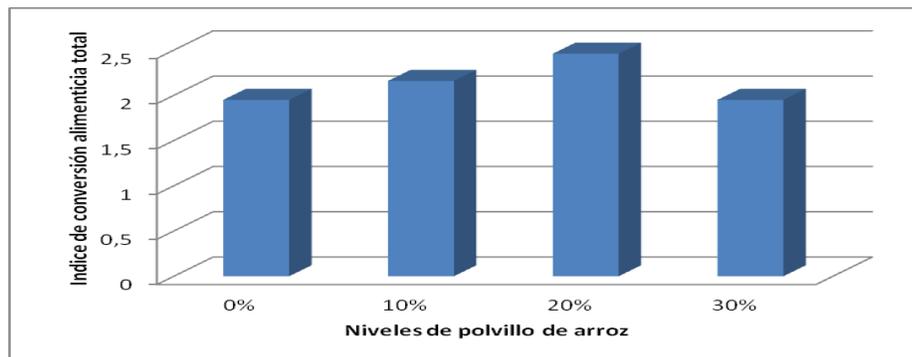
Trat.	Periodos (d)
-------	--------------

	15	30	45	60	75	90	Total
<b>T0</b>	1,23 a*	2,27 a	2,34 a	1,49 a	2,96 ab	2,98 a	1,95 b
<b>T1</b>	1,27 a	2,45 a	3,14 a	1,91 a	2,05 a	4,03 a	2,16 ab
<b>T2</b>	1,38 a	2,41 a	2,77 a	2,39 a	3,35 a	3,73 a	2,46 a
<b>T3</b>	0,99 a	1,57 a	3,52 a	1,80 a	2,12 b	2,75 a	1,95 b
<b>CV (%)</b>	<b>41,93</b>	<b>54,95</b>	<b>32,95</b>	<b>33,57</b>	<b>28,76</b>	<b>31,19</b>	<b>12,14</b>

\* Letras iguales no difieren estadísticamente según Tukey ( $P \geq 0,05$ )



**Figura 6.** Índice de conversión de alimento cada 15 días, en la etapa de engorde en tilapia roja (*Oreochromis-sp*) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos. 2011



**Figura 7. Índice de conversión de alimento total, en la etapa de engorde en tilapia roja (*Oreochromis-sp*) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos. 2011**

#### **4.5. Peso a la canal (g) y rendimiento a la canal (%)**

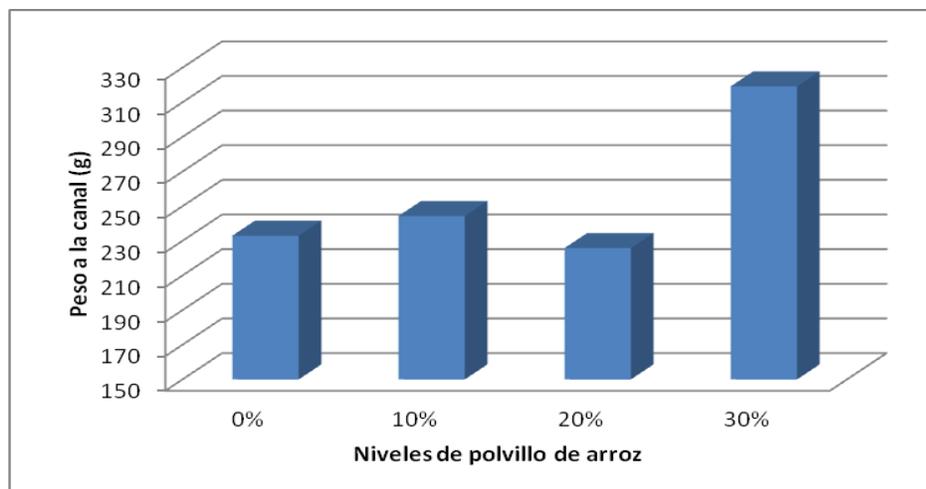
El mayor peso y rendimiento a la canal ( $P < 0,01$ ) lo registró el tratamiento T3 (319,17g y 71,24%, respectivamente). Puede atribuirse a que el polvillo de arroz contiene mayor cantidad de energía, fibra y grasa que el balanceado comercial a la vez genera una mayor cantidad de carne y grasa haciendo que la tilapia aumente de peso, mayor que el resto de los tratamientos. Ver Cuadro 11, Figuras 8 y 9 y Cuadro 5 del Apéndice.

Los resultados obtenidos en cada una de las variables productivas evaluadas (consumo de alimento, peso vivo, ganancia de peso, conversión alimenticia, peso y rendimiento a la canal) fueron superiores al incluir hasta un 30% de polvillo de arroz en la dieta, aceptándose la hipótesis *“Con uno de los niveles de polvillo de arroz (0; 10; 20 y 30%) en la alimentación de tilapia roja (*Oreochromis-sp*) en la etapa de engorde, en jaulas flotantes, se obtendrá una mayor ganancia de peso”*.

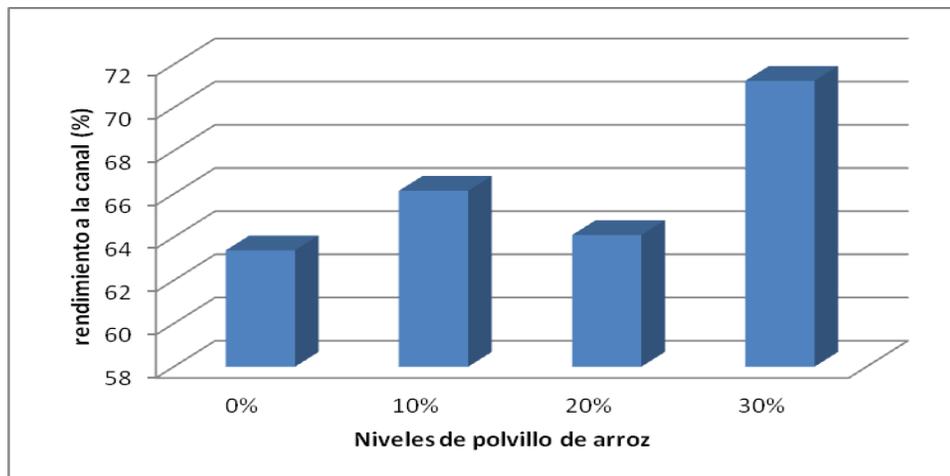
**Cuadro 11. Peso a la canal (g) y rendimiento a la canal (%), en la etapa de engorde de la tilapia roja (*Oreochromis-sp*) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos. 2011**

<b>Trat.</b>	<b>Peso a la canal (g)</b>	<b>Rendimiento a la canal (%)</b>
<b>T0</b>	233,00 b*	63,39 b
<b>T1</b>	244,33 b	66,15 ab
<b>T2</b>	225,83 b	64,10 b
<b>T3</b>	319,17 a	71,24 a
<b>CV (%)</b>	<b>9,62</b>	<b>5,66</b>

\* *Letras iguales no difieren estadísticamente según Tukey ( $P \geq 0,05$ )*



**Figura 8.** Peso a la canal (g), en la etapa de engorde en tilapia roja (*Oreochromis*-sp) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos. 2011



**Figura 9.** Rendimiento a la canal (%), en la etapa de engorde en tilapia roja (*Oreochromis*-sp) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos. 2011

#### 4.6. Análisis económico (USD)

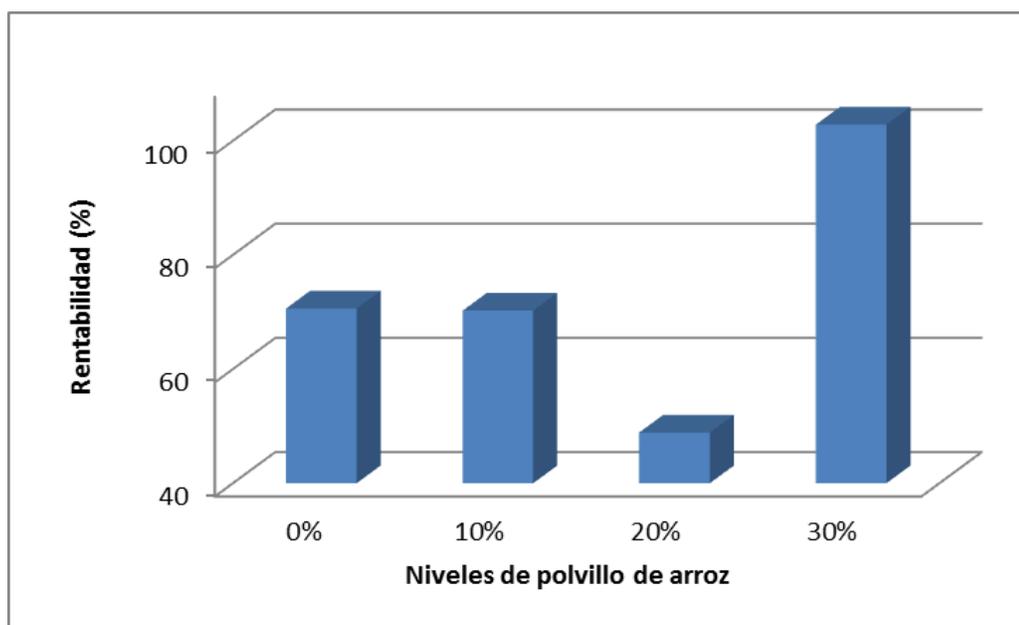
En el análisis económico (Cuadro 12 y Figura 10), se observó que el tratamiento T3 registro la mayor rentabilidad (102.07%), seguido de los tratamientos T0; T1 y T2 (79.59; 70.23 y 48.87%, respectivamente). Aceptándose la hipótesis “*Con uno de los porcentajes de polvillo de arroz (0; 10; 20 y 30%) en la etapa de engorde de la tilapia roja (Oreochromis-sp) se incrementará la rentabilidad*”. El incremento en la rentabilidad puede asumirse a que en la medida que se incrementaron los niveles de polvillo de arroz en la dieta se garantizó especialmente los requerimientos de ED (2936 kcal / kg) y proteína de alto valor biológico, que se traduce en una adecuada disponibilidad de aminoácidos esenciales y por ende un mayor incremento de peso de los alevines.

**Cuadro 12. Análisis económico (\$) en el engorde de la tilapia roja (*Oreochromis-sp*) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos 2011**

Rubros	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
<b>EGRESOS</b>				
<b>Costos Fijos</b>				
Alevines	15.00	15.00	15.00	15.00
<b>Depr,Inst</b>				
• Canoa	6.16	6.16	6.16	6.16
• Jaula	6.41	6.41	6.41	6.41
• Tanques	2.05	2.05	2.05	2.05
• Cabo	6.16	6.16	6.16	6.16
• Alquitrán	4.93	4.93	4.93	4.93
<b>Mano de Obra</b>	<b>28.13</b>	<b>28.13</b>	<b>28.13</b>	<b>28.13</b>
<b>Total Costos Fijos</b>	<b>68.84</b>	<b>68.84</b>	<b>68.84</b>	<b>68.84</b>
<b>Costos Variables</b>				
<b>Alimentación</b>				
<b>Balanceado</b>	<b>55.71</b>	<b>68.95</b>	<b>76.79</b>	<b>82.23</b>
<b>Total Costos Var</b>	<b>55.71</b>	<b>68.95</b>	<b>76.79</b>	<b>82.23</b>

<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>124.55</b>	<b>137.79</b>	<b>145.63</b>	<b>151.07</b>
<b>INGRESOS</b>				
<b>Carne/Tratamiento (kg)</b>	55.92	58.64	54.20	76.60
<b>Venta de carne*</b>	223.68	234.56	216.80	306.40
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>223.68</b>	<b>234.56</b>	<b>216.80</b>	<b>306.40</b>
<b>BENEFICIO NETO</b>	<b>99.13</b>	<b>96.77</b>	<b>71.17</b>	<b>155.33</b>
<b>Relación Beneficio Costo</b>	<b>0.795</b>	<b>0.702</b>	<b>0.488</b>	<b>1.028</b>
<b>RENTABILIDAD (%)</b>	<b>79.59</b>	<b>70.23</b>	<b>48.87</b>	<b>102.82</b>

\*\$ 4.00 kg



**Figura 10. Rentabilidad (%) en el engorde de la tilapia roja (*Oreochromis-sp*) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos 2011**

## **5. CONCLUSIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se llega a las siguientes conclusiones:

1. El mayor consumo de alimento, peso vivo, ganancia de peso, índice de conversión alimenticia, peso y rendimiento a la canal, lo registró el tratamiento T3 (30% de inclusión de polvillo de arroz, en la dieta).
2. La mayor rentabilidad se la obtuvo al utilizar hasta un 30% de inclusión de polvillo de arroz en la dieta.

## **6. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a las conclusiones se recomienda:

1. Evaluar los niveles de polvillo de arroz utilizados en la presente investigación, en el desarrollo o crecimiento en otras variedades de tilapia, en las diferentes fases fisiológicas por las que atraviesa y en otras localidades.
2. Utilizar otros niveles de inclusión de polvillo de arroz, en dietas para engorde de la tilapia roja.
3. Realizar investigaciones en estanques de tierra, utilizando niveles superiores de polvillo de arroz de 30% en la fase de engorde.

## 7. RESUMEN

La presente investigación se ejecutó entre los meses de junio a septiembre del 2011, en el embalse Daule Peripa, sector San-francisco, Provincia de los Ríos. Entre las coordenadas geográficas de 10°6'23." de latitud sur y 79° de latitud oeste y a una altura de 128 msnm. El trabajo de campo tuvo una duración de 90 días. Persiguiendo los siguientes objetivos **a)** Determinar el nivel adecuado de niveles de polvillo de arroz (0; 10; 20 y 30%) que permita incrementar la ganancia de peso en el engorde de la tilapia roja (*Oreochromis-sp*) en jaulas flotantes y **b)** Determinar la rentabilidad de los tratamientos. Evaluándose los siguientes tratamientos: **T0** (0% polvillo de arroz). **T1** (10% polvillo de arroz). **T2** (20% polvillo de arroz) y **T3** (30% polvillo de arroz). Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con seis repeticiones. El tamaño de la unidad experimental fue conformado 40 alevines. Para determinar las diferencias entre medias de tratamientos se utilizó la prueba de Rango Múltiple de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Se evaluó el consumo de alimento (g), peso vivo (g), ganancia de peso (g), índice de conversión alimenticia, peso a la canal (g) y

rendimiento a la canal (%). La rentabilidad de los tratamientos se la estableció a través de la Relación beneficio/costo. Los resultados obtenidos en cada una de las variables productivas evaluadas fueron superiores al incluir hasta un 30% de polvillo de arroz en la dieta (7.68 g animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, 448.00 g; 3.94 g animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>; 1.95; 319.17 g, 71.24 %, respectivamente). De igual manera la mayor rentabilidad (102.82%).

**PALABRAS CLAVES:** Tilapia roja, alimentación, peces, jaulas flotantes, nutrición, polvillo de arroz.

## 8. SUMMARY

The present investigation was executed among the months of June to September of the 2011, in the reservoir Daule Peripa, sector San-francisco, County of Ríos. Among the geographical coordinates of 1°6'2.30" of south latitude and 79° of latitude west and to a height of 128 msnm. The fieldwork had a duration of 90 days. Pursuing the following objectives to) to Determine the appropriate level of levels of polvillo of rice (OR; 10; 20 and 30%) that allows to increase the gain of weight in the one puts on weight of the red (*Oreochromis*-sp) tilapia in floating cages and b) to Determine the profitability of the treatments. Being evaluated the following treatments: *T0* (0% polvillo of rice). *T1* (10% polvillo of rice). *T2* (20% polvillo of rice) and *T3* (30% polvillo of rice). A design was

applied totally at random with (DCA) six repetitions. The size of the experimental unit was conformed 40 alevines. To determine the differences among stockings the test of Multiple Range of Tukey it was used (P. 005). The food (g) consumption, alive (g) weight, gain of weight (g) was evaluated, index of nutritious conversion, I weigh to the channel (g) and yield to the channel (%). The profitability of the treatments settled down it through the Relationship benefit / cost. The results obtained in each one of the productive evaluated variables went superior when including until 30% of polvillo of rice in the diet (7.68 g animal<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>; 448.00 g; 3.94 g animal<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>; 1.95; 319.17 g 71.24%, respectively). In a same way the biggest profitability (102.82%).

**KEY WORDS:** Red Tilapia, feeding, fish, floating cages, nutrition, polvillo of rice.

## 9. BIBLIOGRAFIA

Avilés G; Veliz H. 1998. Niveles de polvillo de arroz en la etapa de precria y cría del híbrido de tilapia roja (*Oreochromis roja*). Tesis Ing. Zootécnica. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ingeniería Zootécnica. Los Ríos-Ecuador. p: 79.

Bard, J. 1980. Producción de tilapia en Ecuador. Memorias del II Simposio Latinoamericano de Acuicultura Volumen 1, 1980 115-141 pp.

- Beltrán, J. Modelos de jaulas flotantes para el cultivo de peces en clima cálido, Red Nacional de Acuicultura, Memorias de la Segunda Reunión Red Nacional de Acuicultura. Neiva. Colombia.
- Botello, A. Viana M. Teresa; Cisneros; M. Valdiviézo, M; Ariza, E. Girón, E; Silvera G; Valera, Y, Magalis, Cutido; Miranda, O; Gómez, I; Botello, A; Guerra, J. 2011. La harina de caña proteica como alimento local en la producción de tilapia roja - *Oreochromis spp.* REDVET. Revista electrónica de Veterinaria 1695-7504. Volumen 12 Número 6.
- Blacio, J. 1991. Evaluación y comparación de crecimiento de tilapia Nilotica (*oreochromis niloticos*), utilizando polvillo de arroz y alimento balanceado. Trabajo de tesis de grado. Guayaquil-Ecuador. pp 23-31.
- Castillo, F. 1994. La tilapia distribución y taxonomía. Astilapia (Asociación Sinaloense de productores de tilapia, A.C.) [www.cesasin.com.mx/...](http://www.cesasin.com.mx/) p12.
- Cantor, F. 2007. Factores para la selección de la especie a cultivar. Aspectos biológicos de la tilapia. Hábitat Curso de cultivo de tilapia. Cantor [www.es.scribd.com/doc/26642997/curso-de-cultivo-de-tilapia](http://www.es.scribd.com/doc/26642997/curso-de-cultivo-de-tilapia) ver, pp 6,21,29,30,31,48,51,52,53,55,57.
- Colegio de Postgraduados de México (COLPOS), 2008. Cultivo de tilapia en estanques rústicos. Disponible en: [www.tilapiasdelosur.com.ar/downloads/cultivodetilapiaenestanquesrusticos.pdf](http://www.tilapiasdelosur.com.ar/downloads/cultivodetilapiaenestanquesrusticos.pdf) [www.sra.gob.mx/internet/información\\_general/programas/fondo\\_tierras/manuales/cultivo\\_tilapia\\_estanques\\_r\\_sticos.pdf](http://www.sra.gob.mx/internet/información_general/programas/fondo_tierras/manuales/cultivo_tilapia_estanques_r_sticos.pdf) Consultado en septiembre del 2008
- Expalsa, 2011. Composición química del alimento balanceado. [www.expalsa.com/.../RESUMEN\\_EJECUTIVO\\_EIA\\_SILOS\\_Y\\_GA...](http://www.expalsa.com/.../RESUMEN_EJECUTIVO_EIA_SILOS_Y_GA...)

- FAO. 2006 2008 2010. La producción acuícola mundial. Examen Mundial de la Pesca y la Acuicultura FAO [www.fao.org/docrep/013/i1820s/i1820s01.pdf](http://www.fao.org/docrep/013/i1820s/i1820s01.pdf) ver, 3p.
- FAO. 2012. Producción Mundial de la Pesca y la Acuicultura y su Utilización. Examen Mundial de la Pesca y la Acuicultura. FAO [www.fao.org/docrep/016/i2727s/2727s.pdf](http://www.fao.org/docrep/016/i2727s/2727s.pdf) ver, 3p, cuadro1.
- Planta de balanceado, Polvillo de arroz de cono (Examen bromatológico). FCP.UTEQ. 2011.
- Gómez, L. 1994. Cultivo de Tilapia. Manual para la construcción de jaula. Manual del participante cultivo de tilapia en estanques rústicos y corrales. SEDAP XALAPA, [www.acuicola.com/files/cultivo\\_tilapia\\_estanques\\_circulares.pdf](http://www.acuicola.com/files/cultivo_tilapia_estanques_circulares.pdf) ver, 47p.
- Instituto nacional de investigación agropecuaria (INIAP). 2011 Estación Meteorológica del INAMHI. Ubicada en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, Quevedo Ecuador.
- León, A. Viana, M. Teresa, E. Ariza, E. López, C. Silveria, G. Valdiviezo, M. Miranda, O. Valera, Y. Espinoza, M. Savón, L. 2011. Sustitución de la harina de pescado por harina de caña proteínica para la engorda de tilapia roja. Agrociencia vol.45 no.1 México
- Moreno, M. Hernández, J. Rovero, R. Tablante, A. Rangel, L. 2000. Alimentación de tilapia con raciones parciales de cascaras de naranja. Cienc. Tecnol. Aliment. Vol 3, No. 1, pp. 29-33.

Fundación para la innovación tecnológica agropecuaria (FIAGRO.S.A.), 2000. MANUAL DE CRIANZA DE TILAPIA, Disponible en: [www.fiagro.org.sv/archivos/o/356.doc](http://www.fiagro.org.sv/archivos/o/356.doc) [www.alicorp.com.pe](http://www.alicorp.com.pe) email: [atencionclientes@alicorp.com.pe](mailto:atencionclientes@alicorp.com.pe) Av. Argentina 4695 Carmen de la Legua-Callao 3, Lima, Perú telf. (51-1)315-0800 fax (51-1)315-0837. Consultado el 12 de Junio del 2010. (Nicovita 2010, 2012).

Perea, A. Garcés, Y. Hoyos, J. 2011. Evaluación de ensilaje biológico de residuos de pescado en alimentación de tilapia roja (*Oreochromis spp*). Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Vol 9. No. 1 (60 - 68).

Ramón, R. Peters, D. Ever, D. Morales, A. Nerva, M. Morales, S. y Hernández, R. 2009. Evaluación de la calidad alimentaria de la harina de *lemna obscura* como ingrediente en la elaboración de alimento para tilapia roja (*Oreochromis spp.*). Revista Científica, FCV-LUZ COLOMBIA Vol. XIX, N° 3, 303 – 310.

Saavedra, M. 2003. Introducción al Cultivo de Tilapia. Coordinación de Acuicultura, Departamento de Ciencias Ambientales y Agrarias, Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. Disponible en: [www.slideshare.net/lr18mx/introduccion-al-cultivo-de-tilapia](http://www.slideshare.net/lr18mx/introduccion-al-cultivo-de-tilapia)

Suarez, F. Bard, J. Blacio, J. 2008. Polvillo de arroz de cono. Disponible en: [www.engormix.com>porcicultura>fol.s>nutricion](http://www.engormix.com>porcicultura>fol.s>nutricion) 22 de marzo del 2002 – 16/01/2008 Gentil Francisco Oliva Suarez.

Tobón, D. Gil, Ll. Espejo, C. 2008. Prueba de crecimiento en tilapia roja (*Oreochromis sp*) con niveles crecientes de inclusión de harina de yuca en la dieta. Boletín electrónico del consorcio Latinoamericano y del Caribe de apoyo a la investigación y al desarrollo de la yuca-CLAYUCA.

Use rima, G.2003. Producción y manejo de peces Ingeniería Agrícola Colombiana Tipos de cultivo. Cachama. Mojarra Aunque existen dos especies de tilapia. Consultado el 22 de Agosto del 2010. Disponible en [www.angelfire.com](http://www.angelfire.com)

Vega, F. Cortes, M. Zuñiga, L. Galindo, J. Basto, M y Nolasco, H. 2010. Cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) a pequeña escala ¿alternativa alimentaria para familias rurales y periurbanas de México?. REDVET. Revista Electrónica Veterinaria. 11(03). pp. 1-15

# APENDICE

**Cuadro 1. Cuadrado medio y significación estadística para el consumo de alimento (g) cada 15 días y total, en el engorde de tilapia roja (*Oreochromis-sp*) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos. 2011**

Fuente de variación	GL	Periodos (d)						
		15	30	45	60	75	90	Total
Tratamientos	3	1,86**	38,72**	1340,26**	1119,81**	2419,50**	4166,83**	9875,73**
Error Exp.	20	0,024	0,030	0,023	0,025	3,29	0,062	3,238
<b>Total</b>	<b>23</b>							
CV (%)		<b>0,28</b>	<b>0,20</b>	<b>0,14</b>	<b>0,18</b>	<b>1,53</b>	<b>0,16</b>	<b>0,29</b>
Tukey (P≥0,05)		<b>0,025</b>	<b>0,028</b>	<b>0,021</b>	<b>0,024</b>	<b>2,93</b>	<b>0,39</b>	<b>2,91</b>
Promedio		<b>55,75**</b>	<b>85,53**</b>	<b>107,31**</b>	<b>87,08**</b>	<b>118,17**</b>	<b>156,15**</b>	<b>61,00**</b>

**Cuadro 2. Cuadrado medio y significación estadística para el peso inicial y peso vivo cada 15 días (g), en el engorde de tilapia roja (*Oreochromis-sp*) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos. 2011**

Fuente de variación	GL	Periodos (d)						
		P. I	15	30	45	60	75	90
Tratamientos	3	10,15ns	197,30ns	1849,21ns	1108,13ns	3239,58ns	8117,63**	12359,09**
Error Exp.	20	12,16	258,37	640,43	893,27	1018,08	1049,29	1251,43

<b>Total</b>	<b>23</b>							
<b>CV (%)</b>		<b>3,78</b>	<b>11,17</b>	<b>13,22</b>	<b>12,82</b>	<b>11,22</b>	<b>9,73</b>	<b>9,29</b>
<b>Tukey (P≥0,05)</b>		<b>5,62</b>	<b>0,026</b>	<b>40,8</b>	<b>48,3</b>	<b>51,4</b>	<b>52,2</b>	<b>57,14</b>
<b>Promedio</b>		<b>92,26ns</b>	<b>143,91ns</b>	<b>191,40ns</b>	<b>233,13ns</b>	<b>284,45ns</b>	<b>333,03ns</b>	<b>380,88ns</b>

**Cuadro 3. Cuadrado medio y significación estadística para la ganancia de peso cada 15 días y total (g), en el engorde de tilapia roja (*Oreochromis-sp*) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos. 2011**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Periodos (d)</b>						
		<b>15</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>60</b>	<b>75</b>	<b>90</b>	<b>Total</b>
<b>Tratamientos</b>	3	161,50ns	718,78ns	50,81ns	601,45ns	1504,06**	544,99**	10904,03**
<b>Error Exp.</b>	20	264,42	428,08	192,50	277,49	149,15	98,19	1024,75
<b>Total</b>	<b>23</b>							
<b>CV (%)</b>		<b>31,74</b>	<b>42,01</b>	<b>34,38</b>	<b>32,47</b>	<b>24,31</b>	<b>20,12</b>	<b>10,96</b>
<b>Tukey (P≥0,05)</b>		<b>26,1</b>	<b>33,2</b>	<b>22,1</b>	<b>27,0</b>	<b>19,4</b>	<b>15,8</b>	<b>51,71</b>
<b>Promedio</b>		<b>51,23ns</b>	<b>49,25ns</b>	<b>40,35ns</b>	<b>51,30ns</b>	<b>50,25**</b>	<b>49,26**</b>	<b>291,99**</b>

**Cuadro 4. Cuadrado medio y significación estadística para el índice de conversión de alimento cada 15 días y total, en el engorde de tilapia roja (*Oreochromis-sp*) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos. 2011**

Fuente de variación	GL	Periodos (d)						
		15	30	45	60	75	90	Total
Tratamientos	3	0,16ns	0,99ns	1,53ns	0,83ns	2,44*	2,19ns	0,35**
Error Exp.	20	0,26	1,43	0,94	0,41	0,57	1,11	0,07
<b>Total</b>	<b>23</b>							
CV (%)		<b>41,93</b>	<b>54,95</b>	<b>32,95</b>	<b>33,57</b>	<b>28,76</b>	<b>31,19</b>	<b>12,14</b>
Tukey (P≥0,05)		<b>0,79</b>	<b>1,98</b>	<b>1,54</b>	<b>0,95</b>	<b>1,2</b>	<b>1,7</b>	<b>0,39</b>
Promedio		<b>1,23ns</b>	<b>2,17ns</b>	<b>2,94ns</b>	<b>1,89ns</b>	<b>2,62*</b>	<b>3,38ns</b>	<b>2,13**</b>

**Cuadro 5. Cuadrado medio y significación estadística para el peso a la canal (g) y rendimiento a la canal (%), en el engorde de tilapia roja (*Oreochromis-sp*) en jaulas flotantes, alimentadas con niveles de polvillo de arroz. Embalse Daule Peripa, sector San Francisco, cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos. 2011**

Fuente de variación	GL	Peso a la canal (g)	Rendimiento a la canal (%)
Tratamientos	3	11128,94**	75,50**
Error Exp.	20	604,55	14,05
<b>Total</b>	<b>23</b>		
CV (%)		<b>9,62</b>	<b>5,66</b>
Tukey (P≥0,05)		<b>39,6</b>	<b>6,0</b>
Promedio		<b>255,58**</b>	<b>66,22**</b>



## 10. LISTA DE FOTOS EN EL TRABAJO DE CAMPO

11.



**Foto 1:**

**Construcción de la jaula con medidas de 4 m de largo por 4 m de ancho y 1.5 de alto, tejida con piola de alquitrán.**



**Foto 2:**

**Consiste en ubicar por cada repetición y tratamiento los peces que van a ser investigados.**



**Foto 3:**

**Se lava la jaula para evitar el acumulamiento de residuos de lodo, los cuales no permiten el recambio del agua y el oxígeno necesario para la tilapia roja.**

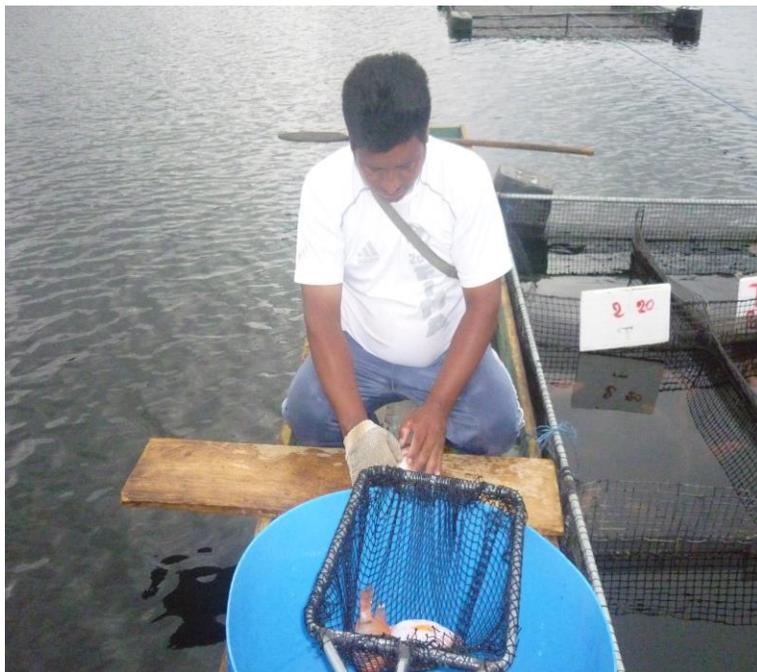


**Foto 4:**

**Pesaje de alimento se lo realiza para hacer la mezcla y la cantidad de alimento que debe proporcionársele a los peces en proceso de investigación.**



**Foto 5:**  
Alimentación de los peces por repetición y por tratamiento.



**Foto 6:**

**Consiste en pesar cada 15 días para poder determinar el crecimiento y el peso de la tilapia.**



**Foto 7:**

**Este proceso consiste en pesar el alimento a medida que los peces incrementaban su tamaño.**



**Foto 8:**

En esta foto observamos como la tilapia consume el alimento ofertado diariamente. Por repetición y tratamiento.



**Foto 9:**

En esta foto observamos el proceso de pesaje que se lo realizaba cada 15 días y los materiales adecuados para la toma de muestreo, balde de 100 litros de agua , una gramera , un morral, y una canoa.



**Foto 10:**

**Muestreo de tilapia roja a los 70 días, para poder determinar el crecimiento.**



**Foto 11:**

**Muerte de la tilapia roja en proceso de investigación para determinar el peso a la canal y la grasa y la rentabilidad económica.**



**Foto 12:**

**En esta foto se puede observar a los miembros del tribunal de tesis que verificaron la investigación al inicio y al final del trabajo de campo.**