



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“ELABORACIÓN DE UNA DIETA BALANCEADA UTILIZANDO
GALLINAZA COMO FUENTE ALTERNATIVA DE PROTEÍNA EN LA
ALIMENTACIÓN DE TILAPIA ROJA MACHO (*Oreochromis spp.*)”**

Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial

AUTOR:

Santiago Javier Villarreal Terán

DIRECTOR:

Ing. Milton Núñez

Ibarra - Ecuador

2008

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“ELABORACIÓN DE UNA DIETA BALANCEADA UTILIZANDO
GALLINAZA COMO FUENTE ALTERNATIVA DE PROTEÍNA EN LA
ALIMENTACIÓN DE TILAPIA ROJA MACHO (*Oreochromis spp.*)”**

TESIS

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADA:

.....	Ing. Milton Núñez	DIRECTOR
.....	Dr. Amado Ayala	ASESOR
.....	Ing. Miguel Camacho	ASESOR
.....	Dr. Alfredo Noboa	ASESOR

Ibarra - Ecuador

2008

PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación contiene información sobre la ELABORACIÓN DE UNA DIETA BALANCEADA UTILIZANDO GALLINAZA COMO FUENTE ALTERNATIVA DE PROTEÍNA EN LA ALIMENTACIÓN DE TILAPIA ROJA MACHO (*Oreochromis spp.*).

Las ideas, conceptos, comentarios, cuadros, figuras, gráficos, resultados y demás información que se detalla, son de exclusiva responsabilidad de su autor.

.....
Santiago Javier Villarreal Terán

DEDICATORIA

Esta investigación va dedicada en primer lugar al amigo que nunca esta ocupado para escuchar, quien esta para todos a cualquier hora del día.

Deseo además, dedicar el esfuerzo y constancia invertidos en esta investigación a mis padres.

De igual manera, a los señores catedráticos, ya que a través de la aplicación de sus enseñanzas, logró culminarse este trabajo investigativo, de manera especial al Ing. Ángel Satama, quien dirigió la mayor parte de esta tesis.

También quiero dedicar este trabajo a todos aquellos que consideren más importante el indagar en el campo, que conjeturar en un cuarto.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar deseo agradecer al Hacedor Supremo, apoyo y confort de la humanidad, que aunque su influencia parezca intangible, cala en las fibras mas sensibles de las personas.

A continuación, a mi padre y madre, el tesoro emocional, espiritual e intelectual más grandioso que la vida pudo haberme dado, por su constante ayuda, quienes con sus gestos y palabras sencillas, fueron y son mi inspiración para trazar y culminar todas mis metas.

A toda mi familia, que en uno u otro momento no vacilaron en brindarme su apoyo y ayuda.

A la Universidad Técnica del Norte, lugar donde mi visión de la realidad se amplió gracias a las enseñanzas y convivencia con los docentes a través de toda la carrera universitaria, de forma muy especial al Ing. Carlos Merizalde, apoyo en los momentos difíciles, al Ing. Ángel Satama, director inicial de esta tesis, al Ing. Milton Núñez, director reemplazante, y a mis asesores: Dr. Amado Ayala, Ing. Miguel Camacho y Dr. Alfredo Noboa.

A los compañeros de estudio, con quienes compartí varias jornadas de trabajo y esparcimiento, de forma especial a Rafael, por su colaboración y amistad.

Finalmente y de manera muy especial, deseo agradecer al Sr. Alfonso Puetate y a toda su distinguida familia, ya que sin su apoyo esta investigación no se hubiese culminado.

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. Objetivo General.....	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO II	5
REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. LA TILAPIA	5
2.1.1. Antecedentes.....	5
2.1.2. Generalidades	5
2.1.3. Clasificación taxonómica.....	7
2.1.4. Biología de la especie	8
2.1.5. Condiciones y parámetros de cultivo.....	10
2.1.6. Etapas del cultivo de tilapia	11
2.1.7. Alimentación.....	12
2.1.8. Forma de alimentar	13
2.1.9. Horas de alimentación	14
2.1.10. Necesidades nutricionales.....	15
2.1.12. Cultivo de la tilapia.....	18

2.1.12.1.	Cultivo en jaulas	18
2.1.12.1.1.	Tipos de jaulas	19
2.1.12.2.	Cultivo en estanques	20
2.1.12.2.1.	Estanques pequeños	20
2.1.12.2.2.	Estanques grandes.....	21
2.1.13.	Sistemas de cultivo	21
2.1.13.1.	Según su densidad y manejo.....	21
2.1.13.1.1.	Cultivo extensivo	21
2.1.13.1.2.	Sistema semiintensivo	21
2.1.13.1.3.	Sistema intensivo	22
2.1.13.1.4.	Superintensivos.....	22
2.1.13.2.	Según las especies trabajadas	22
2.1.13.2.1.	Monocultivo.....	22
2.1.13.2.2.	Policultivo.....	22
2.1.13.2.3.	Cultivos integrados	23
2.1.14.	Formas de obtener monosexo	23
2.1.14.1.	Sexado manual.....	23
2.1.14.2.	Hibridación	25
2.1.14.3.	Reversión sexual.....	25
2.1.14.4.	Ginogénesis	26
2.1.15.	Sanidad acuícola	26
2.1.15.	Control de enfermedades	27
2.1.16.	Información nutricional	28
2.1.17.	Zonas de cultivo.....	30
2.1.18.	Mercados.....	31
2.1.19.	Mayores productores de tilapia en las Américas (2000).....	32
2.1.20.	Producción de tilapia en Ecuador	32
2.2.	MATERIAS PRIMAS USADAS EN ACUICULTURA.....	34
2.3.	GALLINAZA.....	36
2.3.1.	Generalidades	36
2.3.2.	Tipos de gallinaza	36

2.3.3.	Composición química de la gallinaza	37
2.3.4.	Comparación de la gallinaza con otras fuentes proteicas	39
2.3.5.	Patógenos presentes en la gallinaza	40
2.3.6.	Ventajas del uso de la gallinaza en alimentación animal.....	40
2.3.7.	Limitaciones en el uso de la gallinaza para alimentación animal	41
2.3.8.	Manejo de la gallinaza	45
2.3.9.	Uso de gallinaza en alimentación de tilapias	48
2.3.10.	Efecto sobre la salud animal y características de la carne	49
2.4.	PELETIZADO	50
CAPÍTULO III.....		52
MATERIALES Y MÉTODOS		52
3.1.	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	52
3.1.1.	Ubicación	52
3.2.	MATERIALES Y EQUIPOS	53
3.2.1.	Materiales de instalación	53
3.2.2.	Infraestructura	53
3.2.3.	Especie	53
3.2.4.	Materias primas	53
3.2.5.	Equipos, instrumentos y maquinaria.....	54
3.2.6.	Insumos	54
3.3.	MÉTODOS.....	55
3.3.1.	Factor en estudio:.....	55
3.3.2.	Tratamientos	55
3.3.3.	Diseño experimental	55
3.3.4.	Características del experimento	55
3.3.5.	Análisis estadístico	56
3.3.5.1.	Esquema del análisis de varianza.....	56
3.3.5.2.	Pruebas de significación	56
3.3.6.	Variables evaluadas	57
3.3.6.1.	Variables cuantitativas.....	57
3.3.6.2.	Variables cualitativas.....	57

3.4.	MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO	58
3.4.1.	Diagrama de bloques para el procesamiento de la Gallinaza ..	58
3.4.2.	Diagrama de bloque de la elaboración de balanceado para tilapias.....	59
3.4.3.	Descripción	60
3.4.3.15.	Formulación de las dietas balanceadas	63
3.4.3.16.	Análisis Bromatológicos de las dietas balanceadas.....	63
3.5.	MEDICIÓN DE VARIABLES	64
	CAPÍTULO IV	67
	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	67
4.1.	PESO FINAL DE LA BIOMASA (P.F.B.)	67
4.2.	SOBREVIVENCIA (S.).....	70
4.3.	INCREMENTO DE PESO PROMEDIO UNITARIO (I.P.P.U.)	72
4.4.	INCREMENTO DE LONGITUD PROMEDIO UNITARIA (I.L.P.U.)..	75
4.5.	PESO TOTAL DEL ALIMENTO SUMINISTRADO (P.T.A.S.).....	76
4.6.	SUMINISTRO TOTAL DE MATERIA SECA (S.T.M.S.)	77
4.7.	CONVERSIÓN ALIMENTICIA (C.A.).....	79
4.8.	TASA DE CRECIMIENTO (T.C.).....	82
4.9.	FACTOR DE CONDICIÓN (F.C.).....	85
4.10.	ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO	87
	CAPÍTULO V.....	88
	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	88
	CAPÍTULO VI.....	91
	CONCLUSIONES.....	91
	CAPÍTULO VII.....	94
	RECOMENDACIONES.....	94
	RESUMEN.....	96
	SUMMARY	98
	BIBLIOGRAFÍA.....	100
	ANEXOS.....	106

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Parámetros de la calidad de agua para cultivo de tilapia.....	10
Cuadro 2.	Tamaño de pellet recomendado de acuerdo al estadio de crecimiento	14
Cuadro 3.	Niveles óptimos de proteína en función al peso del pez	15
Cuadro 4.	Coefficientes de digestibilidad aparente de la proteína de distintas materias primas animales y vegetales.....	15
Cuadro 5.	Requerimientos de vitaminas en la dieta para tilapia	17
Cuadro 6.	Requerimientos de minerales en la dieta para tilapia	17
Cuadro 7.	Valores nutricionales del filete de tilapia	28
Cuadro 8.	Composición de la harina de pescado	35
Cuadro 9.	Resumen de la composición química y nutricional de las excretas de aves	38
Cuadro 10.	Comparación de la composición química de la gallinaza con otras fuentes de proteína.....	39
Cuadro 11.	Lista de patógenos que podrían estar presentes en la cama de pollos y ser potencialmente dañinos al hombre y/o al ganado	40
Cuadro 12.	Tratamientos	55
Cuadro 13.	Análisis de varianza para tratamientos	56
Cuadro 14.	Formulación de las dietas balanceadas.....	63
Cuadro 15.	Análisis bromatológicos de las dietas balanceadas	63
Cuadro 16.	Datos de la variable peso final de la biomasa expresados en gramos	67
Cuadro 17.	Análisis de varianza para la variable peso final de la biomasa	67
Cuadro 18.	Pruebas de Tukey y Duncan al 5 % para tratamientos de la variable peso final de la biomasa	68
Cuadro 19.	Datos de la variable sobrevivencia expresada en porcentaje.....	70
Cuadro 20.	Análisis de varianza para la variable sobrevivencia.....	71
Cuadro 21.	Datos de la variable incremento de peso promedio unitario expresada en gramos.....	72

Cuadro 22.	Análisis de varianza para la variable incremento de peso promedio unitario.....	72
Cuadro 23.	Prueba de Tukey y Duncan al 5 % para tratamientos de la variable incremento de peso promedio unitario	73
Cuadro 24.	Datos de la variable incremento de longitud promedio unitaria expresada en centímetros.....	75
Cuadro 25.	Análisis de varianza para la variable incremento de longitud promedio unitaria	75
Cuadro 26.	Datos de la variable alimento suministrado expresada en gramos	76
Cuadro 27.	Análisis de varianza para la variable peso total del alimento suministrado	76
Cuadro 28.	Datos de la variable suministro total de materia seca expresada en gramos	77
Cuadro 29.	Análisis de varianza para la variable suministro total de materia seca	78
Cuadro 30.	Datos de la variable conversión alimenticia.....	79
Cuadro 31.	Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia.....	79
Cuadro 32.	Prueba de Tukey y Duncan al 5 % para tratamientos de la variable conversión alimenticia.....	80
Cuadro 33.	Datos de la variable tasa de crecimiento expresada en porcentaje de gramos por día (% g/ día).....	82
Cuadro 34.	Análisis de varianza para la variable tasa de crecimiento	82
Cuadro 35.	Prueba de Tukey y Duncan al 5 % para tratamientos de la variable tasa de crecimiento	83
Cuadro 36.	Datos de la variable factor de condición expresada en gr/ cm ³	85
Cuadro 37.	Análisis de varianza para la variable factor de condición	85
Cuadro 38.	Análisis de Friedman para filete de tilapia.....	87
Cuadro 39.	Costos de materias primas e insumos.....	88
Cuadro 40.	Gastos indirectos	89
Cuadro 41.	Costos de producción en base a 40 Kg de balanceado	89
Cuadro 42.	Análisis bromatológicos de las materia primas.....	106
Cuadro 43.	Análisis bromatológicos de los balanceados	107

Cuadro 44.	Análisis fisicoquímico del agua.....	107
Cuadro 45.	Costos de elaboración de las dietas balanceadas en base a un saco de 40 Kg	109

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1:	Pesos finales de la biomasa.....	69
Gráfico 2.	Incremento de peso promedio unitario.....	74
Gráfico 3.	Conversión alimenticia.....	80
Gráfico 4.	Tasa de crecimiento.....	84
Gráfico 5.	Correlación entre el peso y la longitud	86
Gráfico 6.	Representación gráfica de los costos de producción en base a 40 Kg de balanceado	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Incubación bucal	9
Figura 2:	Vista ventral de la tilapia	24
Figura 3:	Papilas urogenitales de una tilapia hembra (arriba) y macho (abajo)	24
Figura 4:	La industria de la tilapia en el Ecuador.....	31
Figura 5:	Producción de tilapia en Ecuador.....	33

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.	ANÁLISIS DE LABORATORIO	106
ANEXO 2.	COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL BALANCEADO COMERCIAL.....	108
ANEXO 3.	COSTOS DE ELABORACIÓN DE LAS DIETAS BALANCEADAS.....	109
ANEXO 4.	DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES EN EL ESTANQUE	110
ANEXO 5.	FICHA DE EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA	111
ANEXO 6.	FOTOGRAFÍAS.....	113

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMA

La Piscicultura es un sistema de procesos biotecnológicos, mediante los que se elabora técnicas orientadas al cultivo o crianza de peces. (Mantilla 2004:15).

Uno de estos cultivos es el de tilapia, especie originaria del continente africano, que actualmente habita la mayor parte de las regiones tropicales del mundo donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento. (López 2003:71).

Es así que en el sector noroeste de la provincia de Imbabura, caracterizada por un clima cálido húmedo y considerables recursos hídricos, se ha extendido el cultivo semiintensivo y extensivo de tilapia roja y gris, debido a que las condiciones del sector son las ideales para que esta especie prospere.

Una vez que los peces alcanzan un tamaño y peso determinados, características que varían en función a las preferencias de los consumidores, son destinados tanto para el consumo familiar, de la comunidad o vendidos en restaurantes de los alrededores.

Sin embargo, para obtener estos resultados es necesario brindarles alimentos balanceados, caracterizados por sus elevados niveles de proteína, así como por sus altos costos de adquisición y transportación al lugar de los cultivos.

Esto se debe a que las fuentes de proteína en un alimento balanceado, son generalmente la harina de pescado y la pasta de soya, las cuales en muchos de los casos son importadas al país.

Además, para la elaboración del concentrado se requiere de procesos tales como el peletizado o extrudizado, los cuales utilizan maquinaria industrial tecnificada, lo que contribuye a que su costo final sea elevado.

Por esta razón y para abaratar costos, a nivel extensivo, los peces son alimentados mediante el suministro alternado de alimentos balanceados comerciales y desperdicios, tanto de cocina como de cultivos cosechados.

Suele utilizarse también excretas animales para fertilizar los estanques y mejorar la proliferación de fitoplancton, el cual sirve como alimento suplementario para los peces, sin embargo, debido al escaso tratamiento y desconocimiento de las cantidades de excretas a usar, estas tienden más bien a contaminar el agua con lo cual van surgiendo problemas sanitarios en los peces.

Si bien la tilapia es un animal acuático bastante rústico, las condiciones descritas anteriormente hacen que se obtengan peces pequeños, de bajo peso, en tiempos prolongados y con altos índices de mortalidad.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La aceptabilidad de la tilapia roja por parte de los consumidores, debido a su color y demás características organolépticas, han hecho que su consumo, y por ende la producción (crianza) de la misma, se extienda a muchos sectores de la provincia de Imbabura.

Por esta razón, se llevó a cabo la ejecución de un proceso agroindustrial compartido en el sector rural, en este caso, desarrollo, formulación y elaboración de una dieta balanceada, con materias primas locales propias de la provincia,

evitándose depender de insumos y equipos sofisticados, a veces innecesarios y de elevados costos para explotaciones extensivas.

Dichas materias primas pueden ser utilizadas para la alimentación de tilapias, ya que estos peces pueden considerarse como importantes transformadores de desechos y subproductos, sacando un excelente partido de muchos alimentos de poco valor económico. (Huet 1998:315).

Además, ya que la información bibliográfica sobre las formas de utilización de la gallinaza como suplemento alimenticio es escasa, limitándose a especies animales mayores y más no en piscicultura, se advirtió la necesidad de generar y recopilar información tendiente a obtener resultados satisfactorios, tanto a nivel tecnológico como económico.

Por otra parte, es importante señalar que se la puede conseguir en los planteles avícolas dispersos en varios sectores de la provincia, los cuales la producen en abundancia, como es el caso de los Galpones Varvel, ubicados en el sector de Tumbabiro, quienes producen aproximadamente 400 Tm/mes. (Varvel 2005).

De esta manera, se propone aprovechar este residuo animal como suplemento alimenticio, y no tan solo como abono orgánico para suelos y cultivos, o para fertilizar los estanques acuícolas, como generalmente sucede en nuestro medio.

Asimismo, se brinda una alternativa alimenticia posible de elaborar por parte del productor, permitiéndole obtener una producción de tilapia igual o superior que utilizando balanceados comerciales.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Elaborar una dieta balanceada utilizando gallinaza como fuente alternativa de proteína, en la alimentación de tilapia roja macho (*Oreochromis spp.*).

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Determinar la mejor dieta balanceada, evaluando el incremento de peso promedio unitario de la biomasa de cada una de las unidades experimentales, por un periodo de sesenta días.
2. Controlar el incremento de longitud promedio unitaria de la biomasa de cada unidad experimental, al inicio de la investigación, y su incremento, luego de sesenta días.
3. Evaluar la influencia de la inclusión de gallinaza, en la cantidad total de alimento suministrado.

1.4. HIPÓTESIS

1. La utilización de gallinaza, frente a la harina de pescado, como fuente alternativa de proteína en la alimentación de tilapia roja macho, incide significativamente en el incremento de peso y tamaño.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. LA TILAPIA

2.1.1. Antecedentes

La acuicultura se presenta como una nueva alternativa de producción en el sector agropecuario, con excelentes perspectivas, sin embargo, es necesario desarrollar tecnología en este campo que optimice los sistemas de producción y transformación de las especies acuícolas.

Buen manejo, alimentación adecuada, estricta sanidad controlada, animales de alta calidad y un canal adecuado de comercialización, son los pilares sobre los cuales descansa el éxito de la actividad piscícola. (Manual de...s.f.).

2.1.2. Generalidades

El nombre de Tilapia fue empleado por primera vez por Smith en 1840, es un vocablo africano que significa “Pez”, derivado de la palabra “Thlapi” o “Ngege” en el idioma “Swahili” población indígena que habita en la Costa del Lago Ngami ubicado en África.

Los japoneses la llaman Telepia, y en muchos países en el mundo también ha sido llamada Perca (Perch), Saint Peter’s Fish, Bream, Cherry Snapper, Nile Perch,

Hawaiian Sun Fish, Mudfish, Pargo Rojo de Agua Dulce y Mojarra, esta última en Colombia y México. (Castillo Campo 2001).

Originario de África, habita la mayor parte de las regiones tropicales del mundo donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento.

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

“Las tilapias son peces robustos con pocas exigencias respiratorias, que soportan muy bien el calor. Son fáciles de transportar, lo que, unido a las facilidades de su reproducción, explica el éxito de su gran dispersión.

Son peces de agua caliente. Su óptimo desarrollo se sitúa en temperaturas superiores a los 20° C, llegando hasta los 30° C, e incluso más. La temperatura crítica inferior esta alrededor de los 12 o 13° C.” (Huet, M, 1998:309-310).

Es necesario tomar muy en cuenta, para el manejo del cultivo que: *“Generalmente el macho se desarrolla más que la hembra ... Poseen reproducción bisexual, alcanzan su madurez sexual a partir de los 2 a 3 meses de edad a una longitud de 8 a 16 cm.”* (Bolaños, V, 2003).

Su tamaño y peso comercial es de 20 a 30 cm, y de 0,2 a 0,9 Kg respectivamente, aunque estos parámetros pueden variar dependiendo del lugar y preferencias del consumidor. (Fichas técnicas...s.f.).

2.1.3. Clasificación taxonómica

Las características particulares de esta especie han contribuido a que se generen desacuerdos al momento de clasificarla taxonómicamente, es así que:

“Thys (1969) describió cuando menos 77 especies (además de varias subespecies) de Tilapia, mientras que Jhingran y Gopalakrishnan (1974) enumeran 22 especies que se han utilizado en piscicultura experimental o a escala industrial. Existe considerable confusión sobre la situación taxonómica de muchas de ellas.

Debido a la superposición de características morfológicas, los taxónomos han intentado dividir el género Tilapia con base principalmente en su comportamiento reproductivo, el cual coincide también de manera aproximada con los hábitos alimentarios macrofitófagos, micrófagos y omnívoros.

Así, las especies que desovan en un sustrato, las cuales construyen nidos sobre el fondo de los cuerpos de agua y ovipositan en ellos, retienen el nombre genérico Tilapia, mientras que las especies que incuban los huevecillos fecundados en la boca de la madre o del padre se agrupan en un nuevo género, Sarotherodon (que significa ‘con dientes de cepillo’) (Trewavas, 1982).

Más tarde se constituyó el nuevo género Oreochromis para incluir las especies que desovan en nidos sobre el fondo de los cuerpos de agua pero que incuban los huevecillos en la boca de la madre.”
(Pillay, TVR, 1997:446).

Cultivo de... (2004) presenta una clasificación taxonómica completa:

Phyllum:	Vertebrata
Subphyllum:	Craneata
Superclase:	Gnostomata
Serie:	Piscis
Clase:	Teleostomi

Subclase:	Actinopterygii
Orden:	Perciformes
Suborden:	Percoidei
Familia:	Cichlidae
Género:	Oreochromis

La Tilapia roja es un tetrahíbrido, es decir un cruce híbrido entre cuatro especies representativas del género *Oreochromis*: *O. mossambicus* (Mozambica), *O. niloticus* (Nilótica), *O. hornorum* y *O. aureus* (Aurea).

Además, es una especie ideal para el cultivo en agua dulce o salada, pues tiene una alta resistencia a enfermedades y una gran capacidad para adaptarse a condiciones adversas del medio.

Esta situación le permite tolerar condiciones extremas de contaminación, bajas de oxígeno y temperaturas elevadas. (Tilapia...s.f.).

Por estar emparentadas entre sí, sus comportamientos reproductivos y alimenticios son similares.

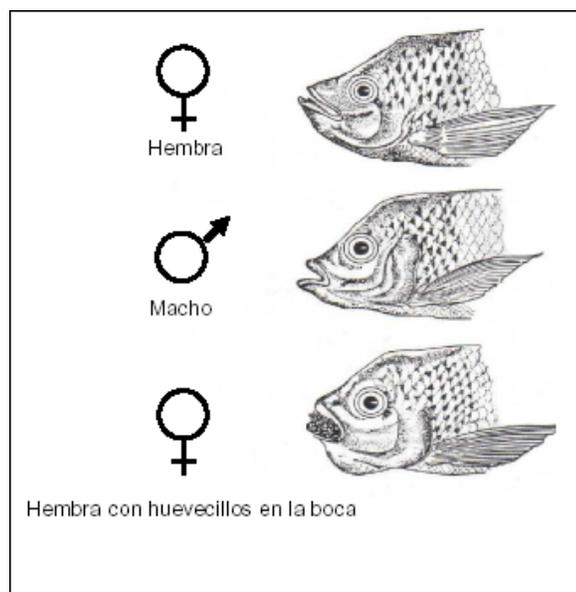
El desarrollo de este híbrido permitió obtener muchas ventajas sobre otras especies, como alto porcentaje de masa muscular, filete grande, ausencia de espinas intramusculares, crecimiento rápido, adaptabilidad al ambiente, resistencia a enfermedades, excelente textura de carne y una coloración de muy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

2.1.4. Biología de la especie

Manual de... (s.f.) detalla las principales características biológicas de la tilapia, considerando las siguientes:

- El rango de pesos en peces adultos es de 1000 a 3000 gramos.
- La edad de madurez sexual en los machos es de 4 a 6 meses, mientras que en las hembras es de 3 a 5 meses.
- El número de desoves es de 5 a 8 veces al año.
- La temperatura de desove requiere un rango de 25 a 31°C.
- El número de huevos por hembra y desove bajo buenas condiciones es mayor de 100, hasta un promedio de 1500, dependiendo de la hembra.
- La vida útil de los reproductores esta entre los 2 y 3 años.
- El tipo de incubación es bucal, con una duración de 3 a 6 días.
- La proporción de siembra de reproductores es de 1,5 a 2 machos por cada 3 hembras.
- El tiempo de cultivo bajo buenas condiciones es de 7 a 8 meses, cuando se alcanza un peso comercial de 300 gramos, lo que depende de la temperatura del agua, la variación de la temperatura entre el día y la noche, la densidad de siembra y las técnicas de manejo.

Figura 1: Incubación bucal



Fuente: Adaptado de: COLPOS... (s.f.).

2.1.5. Condiciones y parámetros de cultivo

Cantor Atlatenco (2007) manifiesta que se debe realizar un completo análisis físico-químico de la fuente de agua escogida, teniendo en cuenta los siguientes parámetros y cantidades respectivas que indican la calidad del agua:

Cuadro 1. Parámetros de la calidad de agua para cultivo de tilapia

PARÁMETRO	RANGOS IDEALES
Oxígeno Disuelto (O.D.)	3 a 10 mg/l
Ozono	0 a 0,005 mg/l
Temperatura	24 a 28 °C
PH	6,5 a 9,0
Dureza (Alcalinidad: CaCO ₃)	10 a 500 mg/l
Magnesio (Mg)	0 a 36 mg/l
Manganeso (Mn)	0 a 0,01 mg/l
Calcio	5 a 160 mg/l
Dióxido de Carbono (CO ₂)	0 a 2,0 mg/l
Amonio Total	Hasta 2,0 mg/l
Amonio (NH ₃ : no ionizado)	0 a 0,05 mg/l
Nitritos (NO ₂)	0 a 0,1 mg/l
Fosfatos (PO ₄)	0,5 a 1,5 mg/l
Fósforo Total	0,01 a 3,0 mg/l
Fósforo soluble	0 a 10 mg/l
Sulfuro de Hidrógeno o Ac. Sulfhídrico (H ₂ S)	0 a 0,003 mg/l
Acido Cianhídrico (HCN)	0 a 0,1 mg/l
Gas Metano (CH ₄)	0 a 0,15 mg/l
Cadmio en aguas duras	0 a 0,003 mg/l
Cadmio en aguas blandas	0 a 0,004 mg/l
Cloro	0 a 0,003 mg/l
Cobre en aguas duras	0 a 0,03 mg/l
Cobre en aguas blandas	0 a 0,006 mg/l
Cromo (Cr)	0 a 0,03 mg/l
Hierro (Fe)	0 a 0,015 mg/l
Mercurio (Hg)	0 a 0,0002 mg/l
Níquel (Ni)	0 a 0,02 mg/l
Plomo (Pb)	0 a 0,03 mg/l
Turbidez (Disco Secchi)	30 a 40 cm
Sólidos Disueltos	0 a 30 mg/l
Sulfatos (SO ₄ ⁻)	0 a 500 mg/l
Zinc (Zn)	0 a 0,05 mg/l

Fuente: Cantor Atlatenco (2007).

Muchos parámetros del agua pueden estar en desequilibrio y ocasionar problemas en los organismos acuáticos, muchos de ellos son fáciles de identificar rápidamente como: boqueo, barbeo, inapetencia, podredumbre de las aletas, hongos en la piel, y que en muchos casos son ocasionados por la alteración de ciertos parámetros como pH, temperatura, amonio, nitritos, fosfatos y gases disueltos, para su control se recomienda:

- Normalizar los recambios continuos de agua, especialmente del fondo.
- Emplear cal agrícola espolvoreada en el agua a razón de 50 gr/m².
- Tomar las medidas de los parámetros más importantes a diario, tales como oxígeno disuelto, temperatura y pH, mientras que el resto de parámetros cada 8 días.

2.1.6. Etapas del cultivo de tilapia

López (2003:71-72) contempla que el cultivo de tilapia comprende las siguientes etapas:

2.1.6.1. Siembra.- Es importante tener en cuenta para la siembra de semilla los siguientes aspectos:

- Conteo preciso de una muestra o del total de la semilla, ya sea por métodos volumétricos, por peso o manualmente, individuo por individuo.
- Aclimatación de la temperatura, mezclando el agua de las bolsas en la que se transportan los alevines, por lo menos durante 30 minutos, con el agua del estanque en el que se va a sembrar.

2.1.6.2. Precria.- Está comprendida por individuos entre 1 y 5 gramos, con una densidad de 100 a 150 peces por m², un porcentaje de recambio recomendable del 10 al 15 % por día y con aireación, en tanto que de 50 a 60

peces por m² sin aireación y un recubrimiento total de malla anti-pájaros para controlar la depredación.

Los alevines son alimentados con un concentrado con 45 % de proteína, a razón de un 10 a 12 % de la biomasa distribuido entre 8 y 10 veces al día.

2.1.6.3. Levante o crecimiento.- Está comprendida entre los 5 y 80 gramos, con una densidad de 20 a 50 peces por m², con un porcentaje de recambio del 5 al 10 % por día y un recubrimiento total de malla para controlar la depredación.

Son alimentados con un concentrado de 30 o 32 % de proteína, dependiendo de la temperatura y el manejo de la explotación. Se debe suministrar la cantidad de alimento equivalente del 3 al 6 % de la biomasa, distribuidos entre 4 y 6 raciones al día.

2.1.6.4. Engorde.- Esta etapa se encuentra comprendida entre los 80 gramos hasta el peso de cosecha, con una densidad entre 1 y 30 peces por m². A densidades mayores de 12 animales por m², es necesario contar con sistemas de aireación o con un porcentaje alto de recambio (40 a 50 %).

Son alimentados con concentrados de 30 o 28 % de proteína, dependiendo de la clase de cultivo (extensivo, semi-intensivo o intensivo), la temperatura del agua y el manejo de la explotación. Se debe suministrar entre el 1,2 y el 3 % de la biomasa distribuida entre 2 y 4 raciones al día.

2.1.7. Alimentación

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

La tilapia es omnívora y su requerimiento y tipo de alimento varían con la edad del pez. Los juveniles se alimentan de fitoplancton y de zooplancton, como de pequeños crustáceos. (Manual de...s.f.).

2.1.8. Forma de alimentar

López (2003:77) indica que las formas de alimentación dependen directamente del manejo, el tipo de explotación, la edad y los hábitos de la especie, destacándose las siguientes:

2.1.8.1. Alimentación en un solo sitio.- Es una de las formas menos convenientes de alimentar debido a la acumulación de materia orgánica en un solo lugar y la dificultad para que coma la mayoría del lote, lo que hace que gran parte del alimento sea consumido por los más grandes y se incremente el porcentaje de pequeños.

Este tipo de alimentación en un solo sitio es altamente eficiente en sistemas intensivos de 300 a 500 m², para animales de 1 a 50 gramos, ya que no les exige una gran actividad de nado y permite realizar una alimentación homogénea y eficiente.

2.1.8.2. Alimentación en L.- En este sistema se suministra el alimento en dos orillas continuas del estanque, es sugerido para animales de 50 a 100 gramos.

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.

2.1.8.3. Alimentación periférica.- Se realiza por todas las orillas del estanque y se recomienda para peces mayores a 100 gramos, dado que por encima de este peso se acentúan los instintos territoriales de estos animales, en varios sitios del estanque.

2.1.8.4. Alimentadores automáticos.- Existen muchos tipos de comederos automáticos, como el de péndulo, con timer horario, 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.

2.1.9. 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 semiintensivos no es recomendable agregar una cantidad de alimento cuyo consumo supere los 15 minutos, ya que esta misma abundancia tiende a que el animal coma en exceso y no asimile adecuadamente el alimento. (Manual de...s.f.).

Cuadro 2. Tamaño de pellet recomendado de acuerdo al estadio de crecimiento

Estadio	Tamaño de pellet recomendado (mm)
Alevines	Polvo
De 0,5 a 5,0 g	Quebrantado (0,5 a 1,0 mm)
De 5,0 a 15,0 g	1 x 1
De 15,0 a 30,0 g	1,5 x 1,5
De 30,0 a 80,0 g	2 x 2
De 80,0 a 200,0 g	3 x 3
De 200,0 a 500,0 g	4 x 4
De 500,0 a más	5 x 5

Fuente: Manual de... (s.f.).

2.1.10. Necesidades nutricionales

2.1.10.1. Proteínas.- Los niveles de proteína en el alimento depende de varios factores: del peso del pez, del tipo de cultivo (intensivo o semiintensivo), función fisiológica (reproducción o engorde), presentación del alimento (peletizado o extruido), producción primaria del ecosistema y el factor económico. (Manual de...s.f.).

Los requerimientos de proteína para tilapia según su peso son los siguientes:

Cuadro 3. Niveles óptimos de proteína en función al peso del pez

Rango de peso (gramos)	Nivel óptimo de proteína (%)
Larva a 0,5	40 - 45
0,5a 10	40 - 35
10 a 30	30 - 35
30 a 250	30 - 35
250 a talla comercial	25 - 30

Fuente: Manual de... (s.f.).

El coeficiente de digestibilidad aparente (%) de la proteína de distintas materias primas animales y vegetales para tilapia son:

Cuadro 4. Coeficientes de digestibilidad aparente de la proteína de distintas materias primas animales y vegetales

Materias primas	Coeficientes de digestibilidad aparente (%)
Harina de pescado	87
Harina de sangre	0
Subproductos avícolas	74
Gluten de maíz	83
Harina de alfalfa	0
Harina de soya	91

Fuente: Adaptado de Jover Cerdá (1997).

2.1.10.2. Grasas.- Manual de... (s.f.) señala que los lípidos en el alimento para tilapia tienen dos funciones principales:

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

Los lípidos constituyen el mayor recurso energético (hasta 2,25 veces más que la proteína), y está muy ligado al nivel de proteína en la dieta. Así para niveles de 40 % de proteína se 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 a 3,5 % de grasa.

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.

2.1.10.3. 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 %. (Manual de...s.f.).

2.1.10.4. Vitaminas.- Manual de... (s.f.) menciona que la mayoría de las vitaminas no son sintetizadas por el pez, por lo tanto deben de ser suplidas en una dieta balanceada. Las vitaminas son importantes dentro de los factores de crecimiento, ya que catalizan todas las reacciones metabólicas.

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.

Los niveles recomendados son los siguientes:

Cuadro 5. Requerimientos de vitaminas en la dieta para tilapia

Vitamina	Nivel en la dieta
Tiamina	0,1 mg/ Kg
Riboflavina	3,5 mg/ Kg
Piredoxina	0,5 mg/ Kg
Ácido pantoténico	3 - 5 mg/ Kg
Niacina	6 - 10 mg/ Kg
Biotina	0 - 0,5 mg/ Kg
Ácido fólico	0 - 0,5 mg/ Kg
Cianocobalamina	0,01 mg/ Kg
Inositol	300 mg/ Kg
Colina	400 mg/ Kg
Ácido ascórbico	50 mg/ Kg
Retinol	500 UI/ Kg
Vitamina D	200 UI/ Kg
Vitamina E	10 mg/ Kg
Vitamina K	0 - 1 mg/ Kg

Fuente: Manual de... (s.f.).

2.1.10.5. Minerales.- Manual de... (s.f.) recalca que los minerales son importantes ya que afectan los procesos de osmorregulación (intercambio de sales). También influyen en la formación de huesos, escamas y dientes. Los requerimientos en minerales son:

Cuadro 6. Requerimientos de minerales en la dieta para tilapia

Mineral	Requerimiento en la dieta
Calcio	0
Fósforo	5 - 10 g/ Kg
Magnesio	0,5 - 0,7 g/ Kg
Potasio	2,0 g/ Kg
Hierro	30 mg/ Kg
Manganeso	2,4 mg/ Kg
Cobre	5,0 mg/ Kg
Selenio	0,1 mg/ Kg
Cromo	1,0 mg/ Kg

Fuente: Manual de... (s.f.).

2.1.11. Aprovechamiento del alimento.- Manual de... (s.f.) indica que el buen aprovechamiento del alimento dentro de una estación piscícola depende de varios aspectos:

- Líneas parentales utilizadas. Buena calidad de semilla.
- 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. Peletizado 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.

2.1.12. Cultivo de la tilapia

López (2003:78-82) señala que la tilapia puede ser cultivada en diferentes medios siendo el más común los estanques, dada su tolerancia a una baja calidad de agua.

Por lo general se la utiliza como monocultivo, aunque también se la ha utilizado en policultivo, especialmente cuando la tilapia es la especie de importancia secundaria.

2.1.12.1. Cultivo en jaulas

El cultivo de tilapia se puede realizar en jaulas permitiendo una explotación intensiva de un cuerpo de agua.

El cultivo intensivo de peces en jaulas de bajo volumen (1 a 4 m³), a altas densidades (200 a 500 peces o 200 Kg/m³) en jaulas podría convertirse en el medio de expansión más 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 de tilapia en jaulas puede desarrollarse en canales, lagunas, esteros, etc. Las características del medio en donde se instalarán las jaulas van a depender de la intensificación del cultivo y el tipo de jaula a utilizar.

En jaulas con un alto recambio (15 a 25 cm³/segundo) se pueden lograr producciones de 80 a 100 Kg/ m³ y factores de conversión de 1,6 a 1,8 para peces de 700 - 800 gramos y crecimientos de 3 a 4 gramos/ día.

2.1.12.1.1. Tipos de jaulas

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

Se recomienda una distancia mínima de 1 metro entre el fondo de la jaula y el fondo del cuerpo de agua, con el fin de reducir la incidencia de parásitos, disminuir los sólidos en suspensión y evitar las zonas de fondos que son más susceptibles a niveles bajos de oxígeno.

En cuanto a la densidad de siembra, en este sistema de cultivo se encuentra sujeta a la calidad del agua, tamaño del cuerpo de agua, profundidad, especie, tipo de alevines, sistemas de alimentación, etc.

En lagos, embalses o ríos con buena corriente, la densidad de siembra puede llegar hasta 1000 a 1500 peces por m³, mientras que en cuerpos de agua con movimiento lento o moderado, sólo se recomienda de 300 a 1000 animales por m³. Si se van a sembrar peces para obtener tallas entre 100 a 200 gramos la densidad se reduce a 250 peces por m³.

En el caso de jaulas se han observado frecuentemente pérdidas de alimento por corrientes pasivas como las que inducen los peces mientras se alimentan, por tal razón surge la necesidad de utilizar alimentos extruidos, con sistemas de alimentadores para cada uno de los casos.

Los valores normales de conversión en la producción intensiva de tilapia en jaulas están entre el rango de 1,8: 1 y 2,3: 1 dependiendo de la semilla, densidad, manejo y tipo de alimento. Es importante para los cultivos en jaulas suministrar alimentos con un porcentaje de proteína por encima del 30 %.

Las mortandades reportadas para un manejo normal se encuentran entre el 10 y el 15 % con respecto a la siembra inicial.

2.1.12.2. Cultivo en estanques

El cultivo de tilapia en estanques se puede llevar a cabo en diferentes grados de intensidad dependiendo de las características del estanque, según estas se pueden desarrollar diferentes tipos de cultivo.

2.1.12.2.1. Estanques pequeños

- Más fácil y rápidos de cosechar.
- Pueden ser llenados y drenados más fácilmente.
- Se facilitan los tratamientos preventivos y curativos de enfermedades o parásitos.

- Control de depredación mucho más fácil y eficiente.
- Menor susceptibilidad a la erosión por parte del viento.
- Se puede trabajar con densidades de siembra mayores porque su recambio es superior.

2.1.12.2.2. Estanques grandes

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

2.1.13. Sistemas de cultivo

Piscicultura (2001) clasifica los sistemas de cultivo bajo los siguientes factores:

2.1.13.1. Según su densidad y manejo

2.1.13.1.1. Cultivo extensivo

Se realiza con fines de repoblamiento o aprovechamiento de cuerpos de agua determinados, que pueden ser embalses, reservorios y pozas, dejando que los peces subsistan de la oferta de alimento natural que se produzca. La densidad está por debajo de un pez por metro cuadrado (1 pez/ m²).

2.1.13.1.2. Sistema semiintensivo

Se practican en forma similar a la extensiva pero en estanques construidos por el productor, en donde se hace abonamiento y algo de alimento de tipo casero o esporádicamente concentrados. La densidad de siembra final está entre 1 y 5 peces/ m².

2.1.13.1.3. Sistema intensivo

Se efectúa con fines comerciales en estanques construidos. Se realiza un control permanente de la calidad de agua. La alimentación básicamente es un concentrado con bajos niveles de abonamiento. La densidad de siembra final va de 5 a 20 peces/ m², dependiendo del recambio y/o aireación suministrada al estanque.

2.1.13.1.4. Superintensivos

Estos sistemas aprovechan al máximo la capacidad del agua y del estanque. Se hace un control total de todos los factores y en especial a la calidad del agua, aireación y nutrición. Se utilizan alimentos concentrados de alto nivel proteico y nada de abonamiento. Las densidades de siembra finales están por encima de 20 peces/ m².

2.1.13.2. Según las especies trabajadas

2.1.13.2.1. Monocultivo

Se utiliza una sola especie durante todo el cultivo.

2.1.13.2.2. Policultivo

Maneja dos o más especies en el mismo estanque con el propósito de aprovechar mejor el espacio y el alimento.

Un ejemplo es sembrar la especie tilapia con la especie cachama en el mismo estanque, ya que la tilapia es de agua alta, es decir que se mantiene en la superficie, mientras que la cachama es de agua baja, manteniéndose por debajo de 50 cm de la superficie, por lo que el alimento que no alcance a consumir la tilapia será consumido por la cachama, y no habrán desperdicios en el fondo del estanque, aparte de que se está aprovechando toda el área del estanque.

2.1.13.2.3. Cultivos integrados

Se fundamenta en el aprovechamiento directo del estiércol de otros animales como patos o cerdos para la producción de plancton (fitoplancton) que sirve de alimento para los peces. Un ejemplo sería construir en una parte del estanque un galpón de pollos con piso de malla con el ánimo de que el estiércol caiga en el estanque.

2.1.14. Formas de obtener monosexo

El mayor problema del cultivo de tilapia en estanques es su excesiva reproducción, lo que causa la sobrepoblación del estanque y en consecuencia la disminución del crecimiento de los peces.

Para prevenir este problema, los estanques deben sembrarse únicamente con ejemplares machos. Esta técnica se llama cultivo monosexo de tilapia y se utiliza cuando se necesita producir peces grandes para el mercado. Los machos se escogen porque crecen casi el doble que las hembras.

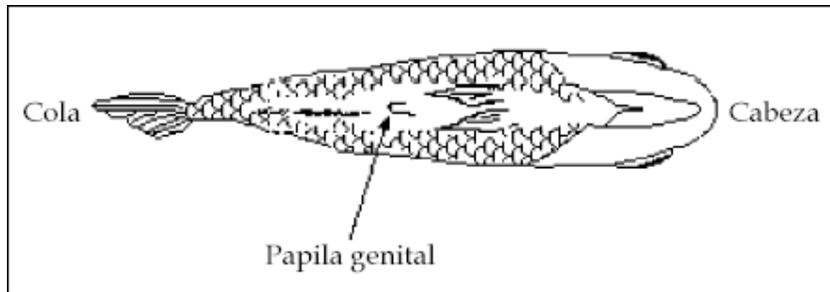
El resultado del cultivo monosexo es una mejor fuente de proteína y una mayor ganancia para el piscicultor. (Bocek s.f).

2.1.14.1. Sexado manual

Consiste en revisar la papila urogenital de ejemplares de tilapia mayores de 10 cm, la hembra posee tres orificios mientras que el macho sólo dos por lo tanto esta diferencia se puede observar coloreando la papila con violeta de genciana.

Este método trae muchos problemas y depende de la experiencia de los técnicos. (Cultivo de...2004).

Figura 2: Vista ventral de la tilapia

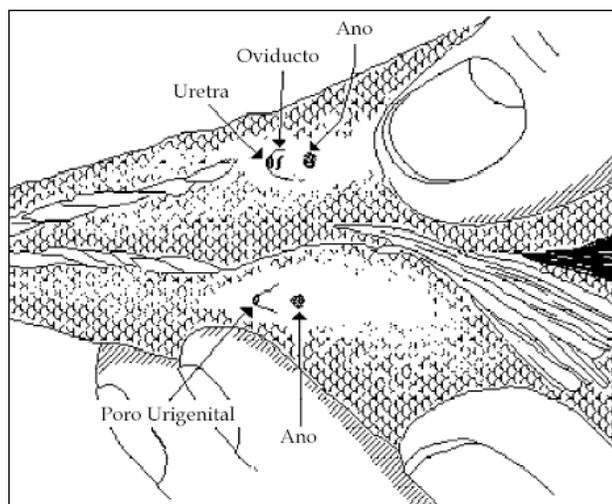


Fuente: Bocek (s.f).

Los piscicultores con experiencia pueden separar manualmente (sexar) cerca de 2000 peces al día con una exactitud de 80 a 90 %. Esto significa que siempre ocurre un poco de reproducción.

Este método es un poco tedioso, manipula mucho a la tilapia y no es 100 % efectivo. Sin embargo, este método puede ser utilizado por piscicultores con recursos financieros limitados y poca experiencia en el cultivo de peces.

Figura 3: Papilas urogenitales de una tilapia hembra (arriba) y macho (abajo)



Fuente: Bocek (s.f).

La hembra tiene dos aberturas en la papila para permitir el paso de la orina y los huevos, mientras que el macho tiene únicamente una abertura para el paso del esperma y la orina. (Bocek s.f).

2.1.14.2. Hibridación

Un híbrido es un pez que se obtiene mediante el cruce de dos o más especies genéticamente diferentes; el entrecruzamiento es realizado con la finalidad de producir 100 % machos, evitando los problemas de sobrepoblación y enanismo que se presentan en los cultivos de ambos sexos de tilapia.

Esta técnica busca el incremento del vigor híbrido, obteniendo especies que tienen mejores atributos que sus progenitores (longitud, altura, crecimiento, hábitos alimenticios, etc.) y coloración externa atractiva. (Marcillo, citado por Cultivo de...2004).

2.1.14.3. Reversión sexual

El método para realizar la reversión sexual es suministrar oralmente el complejo hormonal, el cual es fijado en una dieta con los requerimientos alimenticios que necesitan las post larvas, convirtiendo el tejido gonadal de hembras genéticas, en testículos o sea a machos fisiológicos con tejido testicular indiferenciado.

La hormona debe suministrarse inmediatamente después de la cosecha en forma continua durante 30 días; las larvas o post-larvas no deben de tener más de 13 mm de longitud total para el comienzo del tratamiento, la cantidad de alimento tratado con hormona es de 250 a 400 gramos por cada 1000 alevines; esto generará poblaciones de 100 % machos.

La reversión sexual puede lograrse tanto para la producción de monosexo de machos o hembras; por razones lógicas es de mayor beneficio la producción de solo machos.

La reversión de machos puede lograrse en un 100 %, mediante el suministro de hormonas masculinizantes (17 α - metiltestosterona, etiniltestosterona o 17 β - hidroxil - 1a metil - 5 α androstan - 3 ona), hormonas liposolubles siendo mejor la 17 α -metiltestosterona, en dosis de 30 a 60 ppm, vehiculizada en alcohol e incorporada en el alimento finamente molido (Franco, Vega, citados por Cultivo de...2004).

2.1.14.4. Ginogénesis

Este método se basa en la utilización de rayos ultravioleta para estimular a los huevos a desarrollarse inactivando el esperma, existiendo otros métodos de manipulación cromosómica, como son la androgénesis y la poliploidía que no son tan empleados. (Vega, citado por Cultivo de...2004).

2.1.15. Sanidad acuícola

Cantor Atlatenco (2007) señala que la tilapia es una especie de gran resistencia fisiológica, por lo tanto, el riesgo de que se vea afectada por enfermedades es menor que en otras especies.

No obstante, las medidas sanitarias y de salud que se observen en todas las fases de su cultivo, serán factores de suma importancia para evitar el riesgo de mortalidad causada por enfermedades.

Las enfermedades de la tilapia se transmiten por contagio directo o por vías indirectas. Para el primer caso, la alta densidad del cultivo favorece la transmisión, particularmente cuando se trata de enfermedades infecciosas; este es el caso más frecuente y el que presenta mayores riesgos para las inversiones acuícolas.

La prevención es la mejor arma para controlar las enfermedades y el debilitamiento de los animales. La limpieza permanente es una medida

importante, así también, un cuidadoso seguimiento de cada una de las etapas del proceso de cultivo.

Entre otros, dentro de estos signos anormales se encuentran los siguientes:

- Letargo y pérdida del apetito.
- Pérdida del equilibrio, nado en espiral o vertical.
- Agrupamiento en la superficie y respiración agitada.
- Producción excesiva de mucus, lo que da al pez una apariencia opaca.
- Coloración anormal.
- Erosión en la piel o en las aletas.
- Branquias inflamadas, erosionadas o pálidas. Abdomen inflamado, algunas veces lleno de fluido o sangre, ano hinchado y enrojecido.
- Exoftalmia (ojos salidos).

2.1.15. Control de enfermedades

Cantor Atlatenco (2007) recalca que el grado de control requerido por los acuicultores para prevenir y tratar las enfermedades de los peces, dependerá de la intensidad del cultivo y del capital invertido.

Sin embargo, el método de control de enfermedades más eficiente en toda granja de cultivo, consiste en poner en práctica una serie de medidas que arrancan con una buena planeación, seguida de una construcción adecuada de las instalaciones y desde luego, una permanente aplicación de las normas de operación.

- Formulación de un proyecto detallado de factibilidad técnica y financiera.
- Localización ambiental y climática adecuada para la especie y las instalaciones de cultivo.

- Aplicación de normas y especificaciones de construcción propias para el cultivo de tilapia. suministro de aguas libres de contaminación y con un volumen adecuado para el recambio.
- Adquisición de pies de cría y reproductores con calidad genética y sanitaria certificadas.
- Administración oportuna, bien balanceada y en cantidades adecuadas de alimento en cada etapa del cultivo.
- Recambio adecuado de las aguas de los estanques.
- Permanente limpieza del fondo de los estanques y de las instalaciones de cultivo en general.
- Aplicación de sistemas para el control de acceso de animales silvestres terrestres y aéreos.
- Aplicación de dispositivos para el control de animales silvestres de vida acuática.
- Contratación de profesionistas especializados y con experiencia en el cultivo de tilapia.
- Control y seguimiento permanente del cultivo en cada etapa.

2.1.16. Información nutricional

Cuadro 7. Valores nutricionales del filete de tilapia

Nutriente	Unidades	Valores por cada 100 gramos
Proximales		
Agua	g	78,08
Energía	Kcal	96
Energía	KJ	400
Proteína	g	20,08
Lípidos totales (grasa)	g	1,70
Ceniza	g	0,93
Carbohidratos, por diferencia	g	0,00
Fibra, total dietética	g	0,00
Azúcares totales	g	0,00

Minerales		
Calcio, Ca	mg	10
Hierro, Fe	mg	0,56
Magnesio, Mg	mg	27
Fósforo, P	mg	170
Potasio, K	mg	302
Sodio, Na	mg	52
Zinc, Zn	mg	0,33
Cobre, Cu	mg	0,075
Manganeso, Mn	mg	0,037
Selenio, Se	µg	41,8
Vitaminas		
Vitamina C, ácido ascórbico total	mg	0,00
Tiamina	mg	0,041
Riboflavina	mg	0,063
Niacina	mg	3,903
Ácido de Pantoténico	mg	0,487
Vitamina B-6	mg	0,162
Folato total	µg	24
Ácido fólico	µg	0,00
Folato, la comida,	µg	24
Folato, DFE,	µg DFE	24
Vitamina B-12	µg	1,58
Vitamina E (alfa-tocoferol)	mg	0,40
Tocoferol, gamma	mg	0,10
Vitamina K (filoquinona)	µg	1,40
Lípidos		
Ácidos grasos saturados totales	g	0,571
Ácidos grasos monoinsaturados totales	g	0,486
Ácidos grasos poliinsaturados totales	g	0,387
Colesterol	mg	50
Aminoácidos		
Triptófano	g	0,210
Treonina	g	0,950
Isoleucina	g	0,930
Leucina	g	1,603
Lisina	g	1,810
Metionina	g	0,593
Cistina	g	0,220
Fenilalanina	g	0,810
Tirosina	g	0,680
Valina	g	0,970
Arginina	g	1,277
Histidina	g	0,470
Alanina	g	1,220

Ácido Aspártico	g	2,297
Ácido Glutámico	g	3,213
Glicina	g	1,043
Prolina	g	0,757
Serina	g	0,813

Fuente: Adaptado de: USDA, citado por Fish, tilapia... (2005).

2.1.17. Zonas de cultivo

Ecuador, país acuícola por tradición y líder mundial en la producción de camarón blanco, se vio afectado en 1992 por el Síndrome de Taura, el cual rápidamente se expandió en la industria camaronera, por lo que miles de hectáreas en piscinas (estanques) quedaron abandonadas, esto facilitó la introducción del cultivo de la Tilapia Roja como una alternativa en estas áreas, complementándose luego con el policultivo Tilapia y Camarón a partir de 1995.

Ecuador está considerado como uno de los principales productores y exportadores de tilapia. Existen ciertas condiciones ambientales adecuadas para su buen crecimiento es por eso que se ha considerado a las provincias del Guayas (zona de Taura, Zamborondón, Chongón, Daule, El Triunfo) y El Oro como las más apropiadas para su cultivo.

A medida que ha pasado el tiempo y con la realización de estudios, esta producción se ha extendido hacia las provincias de Manabí, Esmeraldas y el Oriente ecuatoriano. (Tilapia...s.f.).

La industria de la Tilapia en Ecuador es liderada exclusivamente por 8 empresas: AQUAMAR, INDUSTRIAL PESQUERA SANTA PRISCILA, EMPACADORA NACIONAL (ENACA), INDUMAR, MARFRISCO, EL ROSARIO, EL GARZAL, AQUACHILE y EMPAGRAN, por lo que sus producciones continúan incrementándose. (Estudio de...2006).

La tilapia posee un sabor suave y una textura firme; por lo que admite cualquier forma de preparación y el uso de diferentes tipos de salsa. Este pescado se comercializa sin espinas, constituyendo un alimento ideal para todas las edades por su alto valor nutricional.

Los principales mercados de destino son Estados Unidos, Europa y el Cono Sur.

A Estados Unidos se exporta más del 90 % de filete fresco. Por su excelente calidad, Ecuador se ha convertido en el país líder proveedor de filetes frescos de tilapia en los Estados Unidos. (CORPEI s.f.).

2.1.19. Mayores productores de tilapia en las Américas (2000)

Vargas (2004) señala a los siguientes países como los mayores productores de tilapia para el año 2000.

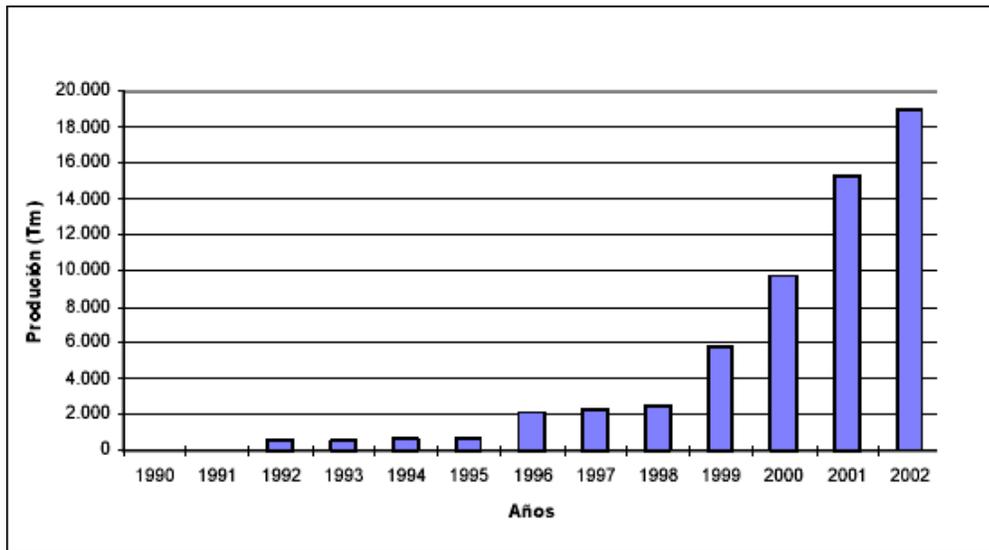
México:	102000 Tm/año
Brasil:	45000 Tm/año
Cuba:	39000 Tm/año
Colombia:	23000 Tm/año
Ecuador:	15000 Tm/año
Costa Rica:	10000 Tm/año
USA:	9072 Tm/año
Honduras:	5000 Tm/año

2.1.20. Producción de tilapia en Ecuador

Actualmente Ecuador, Costa Rica y Honduras, ocupan los primeros lugares en abastecimiento de filete fresco de tilapia a Estados Unidos, siendo este un mercado potencial para los productores de tilapia.

Asimismo, existen otros países que logran grandes producciones anuales de tilapia, como México que produce 102,000 TM, Brasil con aproximadamente 100,000 TM y Colombia con 23,000 TM, las mismas que son destinadas para el consumo interno. (Cultivo de...2004).

Figura 5: Producción de tilapia en Ecuador



Fuente: Notarianni (2006).

2.2. MATERIAS PRIMAS USADAS EN ACUICULTURA

Para el manejo de la alimentación de un cultivo de peces, es necesario considerar que:

“Los elevados requerimientos en proteína de las especies acuícolas... obligan a la incorporación mayoritaria de concentrados proteicos en los piensos, siendo los más empleados los de origen animal (harina de pescado, de carne y de sangre) aunque numerosas investigaciones se llevan a cabo para incluir otras materias proteicas de origen vegetal (turtó de soja, levadura de cerveza, gluten de maíz, etc.).

La calidad de las diferentes fuentes proteicas puede estimarse por el nivel de proteína bruta y por el contenido en los diferentes aminoácidos esenciales.” (Jover Cerdá 1997:138-139).

La harina de pescado es la mejor fuente de energía concentrada para la alimentación de animales.

Sus principales productores en el mundo son Chile y el Perú. Con un 70 % a 80 % del producto en forma de proteína y grasa digerible, su contenido de energía es notablemente mayor que muchas otras proteínas animales o vegetales ya que proporciona una fuente concentrada de proteína de alta calidad y una grasa rica en ácidos grasos omega-3, DHA y EPA indispensables para el rápido crecimiento de los animales.

Esta harina es un producto obtenido a través del proceso (cocido, prensado, secado y molido) de peces o de restos de los mismos. La composición de esta harina varía de acuerdo a la materia prima y proceso de fabricación.

Su utilización como suplemento proteico en la dieta animal ha sido utilizada principalmente en las regiones de mayor disponibilidad (regiones pesqueras), siendo el Perú el principal productor.

Con un 70 % a 80 % del producto en forma de proteína y grasa digerible, su contenido de energía es notablemente mayor que muchas otras proteínas animales o vegetales ya que proporciona una fuente concentrada de proteína de alta calidad y una grasa rica en ácidos grasos omega-3, DHA y EPA indispensables para el rápido crecimiento de los animales. (Harina de...2007, Maza Angulo s.f.).

Cuadro 8. Composición de la harina de pescado

Materia seca (%)	80 - 97
Extracto etéreo (%)	0,5 – 1,5
Fibra cruda (%)	1,0 – 7,0
Proteína cruda (%)	60 - 80
Calcio (%)	0,5 – 5,0
Fósforo (%)	0,3 – 3,0
EM Mcal/Kg.	0,5 – 2,0

Fuente: Harina de... (s.f.).

Además, es importante anotar que: *“La fuente de proteína vegetal más empleada es probablemente el turtó de soja, con un nivel proteico de 45 - 50 por 100 P.B., y aunque sus niveles de lisina y metionina son bajos, su inclusión en los piensos como sustituto de la harina de pescado hasta valores de 20 - 25 por 100, no causa ningún problema.”* Jover Cerdá (1997:139).

2.3. GALLINAZA

2.3.1. Generalidades

La gallinaza es una mezcla de los excrementos de las gallinas con los materiales que se usan para cama en los gallineros, los cuales son ricos en nitrógeno y muchos otros nutrientes.

Al excremento de la gallina se le aplica un tratamiento para enriquecerla y limpiarla para poder usarla como complemento alimenticio para ganados ovino, vacuno, porcino, o bien como composta natural en cultivos. (Gallinaza.com...2007).

La gallinaza esta conformada por excretas de aves ponedoras, en etapas de producción, solas o mezcladas con otros materiales. (Reglamento sobre...s.f.).

Hay diferentes tipos de excretas de aves, la cama de pollos es un material proveniente de la cría de aves en piso e incluye el material utilizado como cama, excretas de aves y residuos de alimento y plumas, mientras que la gallinaza es el material proveniente de la cría de aves en jaulas y está constituida por excretas de aves y residuos de alimento y plumas. (Ríos de Álvarez et al. 2005).

La gallinaza es un producto de desecho proveniente de las heces fecales de aves de cría, levante, reproducción, postura y broilers, mezcladas con los materiales que conforman la cama, tales como viruta, tamo, cascarilla, etc., siendo la de mayor pureza la que proviene de ponedoras en jaula, por ser removida frecuentemente. (Yacelga y Heredia 1998:35).

2.3.2. Tipos de gallinaza

Valencia, citado por Yacelga y Heredia (1998:39,40) diferencia dos tipos de gallinaza de acuerdo a su composición analítica.

2.3.2.1. Bombeables

Son aquellas que provienen generalmente de planteles de ponedoras en jaulas o reproductoras, las cuales son removidas frecuentemente y no tienen cuerpos extraños que interfieran en su posterior procesamiento, tales como plumas, virutas, etc. Es una gallinaza fresca y no fermentada, debido a que pasa rápidamente del plantel al proceso de secado, por lo que contiene una mayor cantidad de Nitrógeno.

2.3.2.2. No bombeables

Proviene de planteles de cría y levante, o de planteles más antiguos, y van acompañadas de cuerpos extraños tales como viruta, paja, animales muertos, etc., los cuales diluyen el contenido de Nitrógeno existente.

2.3.3. Composición química de la gallinaza

Encontrar datos concordantes en diferentes fuentes bibliográficas, es una tarea realmente complicada, debido a la variabilidad con la que se pueden presentar los residuos de excrementos de animales. En primer lugar influirá el tipo de animal, pero además lo hará el tipo de alimentación del mismo, así como su edad, el clima, etc. (Rodríguez 1999).

Sin embargo, las excretas de aves se caracterizan por su alto contenido de proteína cruda, la cual puede fluctuar entre 22,1 y 25,9% para la cama de pollos y gallinaza respectivamente, sin embargo este nivel puede ser tan bajo como 13,1%, causado por una alta proporción de material usado como cama, y/o también, por una alta contaminación con tierra al momento de retirarla del galpón de aves. (Andrade et al., citados por Ríos de Álvarez et al. 2005).

Cuadro 9. Resumen de la composición química y nutricional de las excretas de aves

Fracción	Cama de Pollo			Gallinaza		
	Bajo	Alto	Promedio	Bajo	Alto	Promedio
MS, %	63,3	89,8	76,6	30,8	87,4	59,1
PC, %	13,1	31,0	22,1	17,8	33,9	25,9
EE, %	1,0	3,3	2,2	2,1	6,5	4,3
FC, %	15,9	19,8	17,9	10,6	19,1	14,9
Cenizas, %	10,2	20,5	15,4	22,4	42,4	32,4
Ca, %	1,63	540	3,51	5,40	15,41	10,41
P, %	0,90	1,30	1,10	2,10	3,04	2,57
ED ¹ Kcal/Kg			2180			1750

¹Energía digestible

Fuente: Ríos de Álvarez et al. (2005).

En ocasiones, la presencia de altos niveles de sílice proveniente de algunos materiales usados como cama (ej. cascarilla de arroz) junto con la posible contaminación con tierra durante la recolección, pudieran sobrestimar los valores de cenizas, por lo que los elevados niveles de esta fracción en la cama de pollos, no siempre reflejan un alto contenido de minerales en la misma.

Generalmente el contenido de lípidos es bajo, mientras que el de fibra es elevado y oscila, resultando en bajos niveles de energía disponible, la cual de acuerdo a distintos autores es una de las limitantes de las excretas de aves como recurso. (Méndez et al., NRC, De Andrade et al., citados por Ríos de Álvarez et al. 2005).

Respecto a la digestibilidad de la materia seca, ésta varía con el tipo de sistema avícola y el material usado como cama. Por lo tanto, si se usa como cama algún derivado de la madera, la digestibilidad de la cama de pollos es muy baja (48-50 % de la materia seca), mientras que con otros materiales o con las excretas de aves se pueden alcanzar valores por encima de 65 %. (León et al., Ruiz, citados por Ríos de Álvarez et al. 2005).

La amplia variación en la composición química de la gallinaza debido al tipo de explotación aviar, la densidad de la población de aves, el tiempo de almacenamiento, dieta y el pH, plantea la necesidad de evaluar el recurso previo a su uso, con el fin de garantizar una mayor precisión al diseñar la estrategia alimenticia y por, ende una mayor efectividad en los resultados obtenidos. (NRC, León et al., citados por Ríos de Álvarez et al. 2005).

En resumen, las excretas de aves contienen niveles altos de algunas fracciones de interés nutricional, especialmente nitrógeno, calcio y fósforo. Un gran porcentaje del nitrógeno se encuentra bajo la forma de nitrógeno no proteico (ácido úrico), por lo que los rumiantes están en mejores condiciones que los monogástricos para utilizar este nitrógeno, gracias a las características de su sistema digestivo, con una alta población de microorganismos en el retículo-rumen. (Ríos de Álvarez et al. 2005).

2.3.4. Comparación de la gallinaza con otras fuentes proteicas

Para poder considerar el uso de la gallinaza en alimentación animal, es preciso comparar su composición química con las de fuentes tradicionales de proteína, tanto de origen vegetal como animal.

Cuadro 10. Comparación de la composición química de la gallinaza con otras fuentes de proteína

Concepto	Gallinaza deshidratada	Harina de pescado	Harina de soya	Harina de algodón
Materia seca %	92,30	81,00	89,60	89,90
Proteína %	25,25	66,00	41,00	50,00
Energía M. Kcal/Kg	1350	2880	2240	2156
Fibra %	12,60	1,00	7,00	12,70
Calcio %	6,90	4,00	0,25	0,17
Fósforo %	2,90	2,85	0,60	1,00
Lisina %	0,49	4,90	2,90	1,37
Metionina %	0,16	1,90	0,65	1,48

Fuente: Valarezo, citado por Yacelga y Heredia (1998:45).

2.3.5. Patógenos presentes en la gallinaza

Antes de incluir las excretas de aves en la alimentación animal, es muy recomendable revisar sus características microbiológicas antes de emitir una conclusión definitiva sobre su uso.

Cuadro 11. Lista de patógenos que podrían estar presentes en la cama de pollos y ser potencialmente dañinos al hombre y/o al ganado

Microorganismo	Efecto dañino posterior	
	Al hombre	Al ganado
Virus de New Castle	Conjuntivitis	Vacunos y ovinos
Virus de Chlamydia o psittacosis	Neumonía	Vacunos y cerdos
<i>Erysipelothrix rhusiopathia</i>	Erisipela	
<i>Listeria monocytogenes</i>	Listeriosis	
<i>Mycobacterium avium</i>	Tuberculosis	
<i>Candida albicans</i>	Candidiasis	
<i>Aspergillus fumigatus</i>	Rinitis, asma	Vacunos y cerdos
<i>Clostridium botulinum</i>	Envenenamiento	Vacunos (enterotoxemia)
<i>Salmonella spp.</i>	Enteritis	Vacunos y equinos (abortos, cistitis)
<i>Salmonella pullorum</i>		
<i>Clostridium perfringes</i>		
<i>Corynebacterium spp.</i>		

Fuente: Bhattacharya y Taylor, citados por Ríos de Álvarez et al. (2005).

2.3.6. Ventajas del uso de la gallinaza en alimentación animal

INTA (1996) manifiesta que las principales ventajas que han influido para la utilización de la gallinaza, como componente en la alimentación animal, son las siguientes:

- Es un subproducto barato ya que normalmente se elimina en las granjas avícolas.

- Los costos que se incluyen en esta tecnología son únicamente transporte y mano de obra para el cargue y descargue.
- Es una fuente alimenticia energética-proteica, de bajo costo.
- Es una buena fuente de minerales (calcio y fósforo).
- Tiene un efecto positivo sobre el consumo de materia seca.
- Permite la participación de mano de obra familiar durante el suministro y acarreo.
- Además, el utilizarla para la alimentación animal, reduce los riesgos de contaminación ambiental, ya que de otra manera es eliminada como deshecho en grandes cantidades en los predios baldíos.

2.3.7. Limitaciones en el uso de la gallinaza para alimentación animal

Los principales limitantes para el uso de la gallinaza como componente en la alimentación animal, se resumen a continuación:

2.3.7.1. Aspectos sanitarios

Debido al uso de drogas en cantidades variables en las raciones alimenticias para las aves, la FDA (Food and Drug Administration) desde 1967, no permitía considerarlas un alimento o componente de alimento seguro, debido a la posibilidad de encontrar residuos de drogas en los tejidos y subproductos de animales alimentados con excretas de aves. (Taylor y Geyer, citados por Ríos de Álvarez et al. 2005).

Se han aislado del estiércol de gallina varias salmonellas, Clostridia spp., Mycobacterias, Bacillus spp., Coryneobacterias, Actinobacilos, Enterobacterias y Streptococcus, pero se ha determinado que es muy difícil la existencia de enfermedades que puedan ser transmitidas a animales mayores mediante el consumo de estiércol de aves. (Alexander et al., citados por Ríos de Álvarez et al. 2005).

Entre los animales, los mayores riesgos son para las propias aves, ya que la gallinaza puede diseminar coccidiosis u otras enfermedades muy importantes, como la influenza aviar; en el hombre ocasionan irritación de la nariz, la garganta, los ojos y problemas respiratorios, además de otras afecciones. (Montoya 2003).

Sin embargo, debe considerarse que la fuente de origen de la mayoría de los patógenos, presentes en la gallinaza, proviene de las instalaciones avícolas, y es a este nivel donde deberían comenzar las acciones tendentes a reducir los riesgos de salud pública. (Ríos de Álvarez et al. 2005).

Es importante tomar en cuenta que si existieran dudas sobre la inocuidad de la gallinaza, debe recurrirse a los recursos de deshidratación con calor artificial, el amontonamiento, el peletizado, el tratamiento químico y el ensilaje como métodos para eliminar las bacterias patógenas. (Caswell et al., citados por Ríos de Álvarez et al. 2005).

En general, se puede determinar que la literatura no es uniforme y menos concluyente sobre la inocuidad ó no de las excretas de aves en alimentación animal, argumentándose en su mayoría a medidas de carácter preventivo, que incluso han tendido a ser más flexible con el tiempo, ante la inexistencia de casos que evidencien los riesgos sanitarios y de salud pública de este recurso. (Ríos de Álvarez et al. 2005).

2.3.7.2. Elementos extraños y residuos tóxicos

La presencia de elementos extraños como clavos, alambres, piedras entre otros, suele ser más común en la cama de pollos en comparación con la gallinaza, debido a la naturaleza de estos sistemas de producción.

En los sistemas que generan cama de pollos, los animales son criados sobre un material que se usa como cama, colocado en el piso normalmente de tierra, lo que hace que durante la recolección se retire también parte de esta tierra que

usualmente presenta estos elementos extraños. En el caso de los sistemas que generan gallinaza, las aves son criadas en jaulas y la recolección que se realiza es de excretas puras. (Ríos de Álvarez et al. 2005).

Respecto a la presencia de residuos tóxicos de compuestos químicos, es un aspecto de tanto mérito como la transmisión de bacterias patógenas, pues pueden eventualmente afectar al humano que consume la carne o leche contaminada. La industria avícola hace un uso extenso de productos veterinarios (coccidiostatos, antibióticos y otros aditivos) que podrían alcanzar niveles peligrosos en las excretas de aves, ya sea en su forma original o en forma de algún compuesto metabolizado (Ruiz, citado por Ríos de Álvarez et al. 2005).

2.3.7.3. Contenido de minerales

El contenido de cenizas de la cama de pollos y la gallinaza en general constituye un indicador de calidad de estos materiales, valores entre 15 y 25 % son aceptables, mientras que valores mayores de 28 % pueden estar indicando contaminación con tierra, por lo que no es recomendable que sea suministrado como alimento para los animales.

Estos altos contenidos de cenizas deprimen el consumo y además afectan la producción de los animales. Eventualmente pueden ocurrir algunos desbalances en los elementos aportados por la cama de pollos. (Ríos de Álvarez et al. 2005).

Un factor de importancia a considerar en el contenido mineral presente en las excretas, es que en algunos casos puede afectar de forma negativa la respuesta animal por acción sinérgica o antagónica de algunos elementos, tal es el caso del cobre (Cu), que en altas cantidades puede ser tóxico para los animales y llegar a ocasionar la muerte. (Montoya 2003).

2.3.7.4. Nivel de humedad

El nivel de humedad debería estar entre el 12 y 25 % para facilitar el manejo y procesamiento de este material, niveles inferiores generaran mucho polvo al ser suministrada a los animales, lo cual a su vez reduce el consumo. Si la humedad es mayor de 25 %, se dificulta el mezclado con otras materias primas (Mississippi State University Extension Service, citada por Ríos de Álvarez et al. 2005).

2.3.7.5. Emisión de olores

Los olores generados en los sistemas de producción de aves pueden provenir de las aves directamente, pero en su mayoría incluyendo el amonio, son subproductos naturales de la degradación microbiana del ácido úrico y de las heces.

La conversión del nitrógeno de las heces en amonio varía en función de la temperatura, humedad y pH de las excretas y tasa de ventilación.

También se ha demostrado que los olores aumentan con el contenido de humedad, de este modo, a mayor humedad de las excretas, se incrementa la liberación de amonio y por ende mayor generación de olores.

En el otro extremo, excretas con bajo nivel de humedad ocasionan mayor producción de polvo, que viene a ser un elemento contaminante que puede transportar olores a la atmósfera. (Ríos de Álvarez et al. 2005).

Así, la humedad óptima de las excretas que minimiza la emisión de olores y la producción de polvo está en el rango de 25 a 35 % (Carey et al., citado por Ríos de Álvarez et al. 2005).

2.3.8. Manejo de la gallinaza

Antes de utilizar la gallinaza en alimentación animal, es necesario someterla a un procesamiento previo, que puede ser importante para la eliminación de cuerpos extraños, la destrucción de patógenos, el mejoramiento del almacenamiento, las características de manejo y mantenimiento, así como para incrementar la palatabilidad y reducir los olores (Fontenot, McCaskey y Anthony, citados por Ríos de Álvarez et al. 2005).

El mejoramiento nutricional de las excretas de aves se puede lograr mediante tratamientos físicos, químicos ó biológicos. (Ríos de Álvarez et al. 2005).

NRC, citado por Ríos de Álvarez et al. (2005), menciona que los procedimientos mayormente aplicados, tienen como finalidad recuperar los nutrientes más útiles, con la menor inversión de tiempo, energía y capital, describiéndoselos de forma detallada a continuación:

2.3.8.1. Tratamientos físicos

a) Tamizado: Esta práctica va mas dirigida principalmente hacia la cama de pollos y se utiliza para eliminar los cuerpos extraños (clavos, alambres, piedras, etc.), que perjudican no solo al animal, sino también a los equipos que se usen para mezclar estas materias primas.

Es recomendable acompañar esta práctica con el uso de un imán para realizar más eficientemente la extracción de los cuerpos extraños, sobre todo los de menor tamaño que, no son retenidos por el tamiz. (León et al., Álvarez, citados por Ríos de Álvarez et al. 2005).

b) Almacenamiento en montón: Este es el procedimiento más empleado, es económico y fácil de realizar. Consiste en apilar la cama a una altura de aproximadamente 1,5 m, causando calor espontáneo y deshidratación, con la

intención de inactivar organismos patógenos, por lo que el riesgo de infección de los animales que consumen la cama de pollos se reduce al mínimo (Fontenot y Webb, Hovatter et al., McCaskey y Martin, Fontenot, citados por Ríos de Álvarez et al. 2005).

Cuando se realiza de forma adecuada, las temperaturas internas superan los 55°C, suficientes para inhibir el crecimiento o destruir la salmonella, ya que incluso con temperaturas menores a 50°C son efectivas para controlar o destruir bacterias.

También a través de este proceso se eliminan los malos olores y se mejora la palatabilidad. (Pugh et al., citados por Ríos de Álvarez et al. 2005).

Sin embargo, otros autores discrepan al respecto de la eficacia de este método para inactivar organismos patógenos, señalándose que las temperaturas alcanzadas durante este proceso no son suficientemente altas para inactivar algunas especies de Salmonella y para eliminar E. coli (se requiere aproximadamente 63°C), ya que siempre se alcanzan temperaturas entre 43 y 60°C, y mientras mayor sea la humedad de la cama, menores serán las temperaturas alcanzadas. (Haapapuro et al., citados por Ríos de Álvarez et al. 2005).

c) Secado natural o artificial: Dirigido principalmente a bajar la humedad, lo que a su vez favorece la conservación y la reducción de microorganismos patógenos. También se eliminan los malos olores y consecuentemente mejora la palatabilidad. (León et al., citados por Ríos de Álvarez et al. 2005).

Los procesos de calentamiento y secado suelen ser más eficientes que el almacenamiento o fermentación para la eliminación de patógenos (Caswell et al., citados por Ríos de Álvarez et al. 2005).

El secado también mejora las condiciones de las excretas de aves para un mejor mezclado con otras materias primas, y es un procesamiento particularmente

importante, en el caso de la gallinaza, que normalmente presenta niveles altos de humedad. (Ríos de Álvarez et al. 2005).

d) Peletizado: Este proceso incluye también el calentamiento y secado de las excretas de aves, lo cual resulta efectivo para controlar los patógenos.

Con este procesamiento también se eliminan los malos olores, se mejora la palatabilidad y previene la selección de alimento que en algunos casos puede ocurrir cuando se utiliza como parte de una ración completa.

La principal limitante de esta práctica es su elevado costo (Hull y Dobie, citados por Ríos de Álvarez et al. 2005).

2.3.8.2. Tratamientos químicos

Koenig et al., Messer et al., Harry et al., citados por explican que esta práctica consiste en el uso de sustancias químicas, capaces de controlar o eliminar microorganismos patógenos, tal es el caso del formaldehído, óxido de etileno y bromuro de metilo.

2.3.8.3. Tratamientos biológicos

Dentro de este grupo de tratamientos se destaca el ensilaje, cuyo objetivo principal es evitar la pérdida de nutrientes durante el almacenamiento.

Además de esto, también mejora la palatabilidad y controla o elimina los patógenos presentes en las excretas de aves, siendo una forma de reciclarlas como alimento para determinadas especies animales, sin efectos adversos sobre la salud de los mismos. (Ríos de Álvarez et al. 2005).

2.3.9. Uso de gallinaza en alimentación de tilapias

El excremento de las aves de corral se utiliza como abono o como suplemento en la alimentación de otros animales. El de las gallinas se conoce como gallinaza y el del pollo de engorde como pollinaza, este excremento se puede utilizar y dejar buenas regalías. (Ricaurte 2005).

Brugman et al., citados por Labbé et al. (s.f.) revelaron que la gallinaza es rica en proteína pero pobre en energía y vitaminas A y D; por eso recomendaron que dicho producto sea mezclado con ingredientes de alto valor energético antes de ser usado en la alimentación animal.

Murillo citado por Yacelga y Heredia (1998:35), comenta que la calidad nutricional de la gallinaza se debe a que los nutrientes pasan sin ser asimilados por el sistema digestivo de las aves, por lo que podrían ser de valor alimenticio si este subproducto es reciclado a las mismas aves, o utilizado en otras especies animales.

Los peces, los animales terrestres y las plantas viven y crecen de modo diferente, y cada uno de ellos produce toda una serie de elementos que pueden ser útiles para la vida y el crecimiento de los demás. (FAO 1994:187).

Huet (1998), Esparza y Celi (1990) y FAO (1994) señalan que las tilapias pueden considerarse como importantes transformadores de desechos y subproductos, capaces de comer cualquier tipo de alimento que encuentran tanto de origen vegetal o animal, por lo que su alimentación puede estar constituida, entre otros, por desechos de animales.

En regiones donde existe producción avícola, el uso de las excretas de aves, mediante su incorporación en la alimentación de otros animales se presenta como una buena alternativa, tanto por su disponibilidad a lo largo de todo el año, así como por sus bajos costos.

Aunque su composición depende de diversos factores, ha sido empleada principalmente como suplemento proteico.

Las mejores ganancias de peso se han encontrado con inclusiones hasta de un 25 % de gallinaza en suplementos de la dieta en especies no acuícolas, mientras que niveles superiores al 35 % reducen la ganancia de peso y el consumo de alimento. (Montoya 2003).

2.3.10. Efecto sobre la salud animal y características de la carne

No solo los aspectos productivos de la especie animal resultan de interés cuando se evalúan la cama de pollos y la gallinaza en su alimentación, también se deben abordar los temas relacionados con la salubridad, ya que finalmente estos animales generan productos que serán consumidos por el humano. (Ríos de Álvarez et al. 2005).

La inclusión de cama de pollos en la dieta de ciertas especies animales hasta niveles del 56 % no afectaban negativamente las características sensoriales de la carne, mientras que niveles mayores pueden tener un ligero efecto adverso sobre la composición de la grasa subcutánea y las características sensoriales. (Mavimbela et al., citados por Ríos de Álvarez et al. 2005).

2.4. PELETIZADO

El peletizado es una operación de moldeado termoplástico, en el que las partículas finamente divididas de una ración, se integran en un pellet compacto y de fácil manejo, el cual incluye condiciones específicas de humedad, temperatura y presión.

Consiste en procesar materias primas finamente divididas, algunas veces en polvo, impalpables y difíciles de manejar, transformándolas en partículas más grandes y de naturaleza estable gracias a la aplicación de calor, humedad y presión mecánica.

Al realizar el peletizado, se asegura que los ingredientes previamente mezclados se compacten para formar un comprimido con tamaño y dureza variable de acuerdo al animal que se desee alimentar, facilitando así su manejo y mejorando la aceptación y aprovechamiento de este por parte del animal. (El proceso...s.f., Muñoz 2005).

Dependiendo del sistema de cultivo, *“En la actualidad se emplean dos tipos de comprimidos para peces: los densos (que se hunden en el agua) y los extrurizados (que por lo general flotan). Los primeros se elaboran humedeciendo la mezcla con agua (peletización en frío) o con vapor (peletización en caliente) y luego haciendo pasar la mezcla a través de una matriz.”* (Hepher 1993:310-311).

Muñoz (2005) indica que los componentes básicos de un sistema de peletizado son:

1. Alimentador de velocidad variable,
2. Acondicionador y
3. Área de matriz y rodillos.

Con ellos se consigue un formato de los pellets que es usualmente cilíndrico, y cuyo diámetro ideal se considera de 1,0; 1,5; 2,0 y 2,3 mm.

La razón de los tamaños pequeños se debe a la alimentación basada en la biomasa en las piscinas.

Sin embargo, de acuerdo a un estudio efectuado por Furuya et al. (2000), a nivel artesanal se puede realizar un proceso similar, para lo cual se debe moler los ingredientes hasta obtener diámetros inferiores o iguales a 1,0 mm, y añadir alrededor del 40 % de agua a 55°C sobre el peso seco de las dietas.

A continuación, para el proceso de peletizado, es factible usar un molino para carne y deshidratarlas en una estufa de ventilación forzada a 45°C por 24 horas.

Después, se las tritura y tamiza, hasta que el diámetro de la partícula sea el adecuado para la etapa del cultivo.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Ubicación

- Provincia: Imbabura
- Cantón: Ibarra
- Parroquia: La Carolina
- Comunidad: Collapí
- Altitud: 857 m.s.n.m.
- Latitud Norte: 00° 47' 35,5''
- Longitud Oeste: 78° 17' 57,5''
- Temperatura media: 24,0°C.

Fuente: El Autor (2007). Datos tomados con GPS y altímetro.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. Materiales de instalación

- Tamices
- Tinajas de Selección
- Atrarraya
- Baldes Plásticos

3.2.2. Infraestructura

- Un estanque de (3 x 5) m² y 0,9 metros promedio de profundidad.
- 24 cilindros flotantes elaborados con tela sarán (50 % de sombra) de 0,5 m de diámetro x 1,20 m de alto.

3.2.3. Especie

- 120 juveniles de tilapia roja macho de aproximadamente 15 cm de longitud (equivalente aproximadamente a 60 gramos).

3.2.4. Materias primas

- Gallinaza
- Harina de Pescado
- Torta de Soya
- Cebada
- Morochillo
- Balanceado Comercial

3.2.5. Equipos, instrumentos y maquinaria

- Secador solar
- Molino de martillos
- Mezcladora
- Molino peletizador
- Balanza gramera
- Cinta métrica
- GPS
- Altímetro
- Termómetro

3.2.6. Insumos

- Cal apagada (Ca(OH)_2)
- Fosfato Dicalcico dihidratado ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- Sal (NaCl)
- Grasa Vegetal
- Azul de Metileno ($\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S}$)

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Factor en estudio: Gallinaza.

3.3.2. Tratamientos

Se analizó el efecto de cuatro niveles de sustitución, en este caso, la harina de pescado por gallinaza, como fuente alternativa proteica, en la elaboración de una dieta balanceada para tilapia roja macho, utilizando un balanceado con harina de pescado como fuente proteica para Control 1, y un balanceado comercial para Control 2.

Cuadro 12. Tratamientos

TRATAMIENTOS	COMBINACIONES
T1:	25 % GALLINAZA – 75 % HARINA DE PESCADO.
T2:	50 % GALLINAZA – 50 % HARINA DE PESCADO.
T3:	75 % GALLINAZA – 25 % HARINA DE PESCADO.
T4:	100 % GALLINAZA – 00 % HARINA DE PESCADO.
T5:	CONTROL 1 (HARINA DE PESCADO).
T6:	BALANCEADO COMERCIAL.

3.3.3. Diseño experimental

Se utilizó un diseño Completamente al Azar con cuatro repeticiones; donde T representó los diferentes niveles de Gallinaza que sustituyeron a la Harina de Pescado y a los Controles.

3.3.4. Características del experimento

- Número de tratamientos: 6
- Número de repeticiones: 4
- Unidades experimentales: 24

- Características de cada unidad experimental: en el estanque se colocaron cilindros flotantes contruidos a base de tela sarán con un 50 % de sombra, sujetos en su extremo superior e inferior por aros de manguera, que a la vez se sujetaron en maderos transversales sobre el espejo de agua del estanque, en su parte superior, y mediante contrapesos en su parte inferior hasta el fondo del estanque, los mismos con dimensiones de 0,5 m de diámetro x 1,20 m de alto, en los cuales se colocaron 5 juveniles de 15 cm de longitud (60 gramos aproximadamente).

3.3.5. Análisis estadístico

3.3.5.1. Esquema del análisis de varianza

Cuadro 13. Análisis de varianza para tratamientos

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	23
Tratamientos	5
Error Experimental	18

3.3.5.2. Pruebas de significación

En aquellos tratamientos en que se detectó diferencias significativas, se emplearon las pruebas de rangos múltiples de Tukey y Duncan al 5%.

Tukey por ser considerada una prueba honesta y exigente, puede no detectar diferencia significativa cuando los valores promedios comparados son muy próximos entre sí, mientras que Duncan por ser considerada intermedia en sus exigencias, es probable que los detecte.

3.3.6. Variables evaluadas

3.3.6.1. Variables cuantitativas

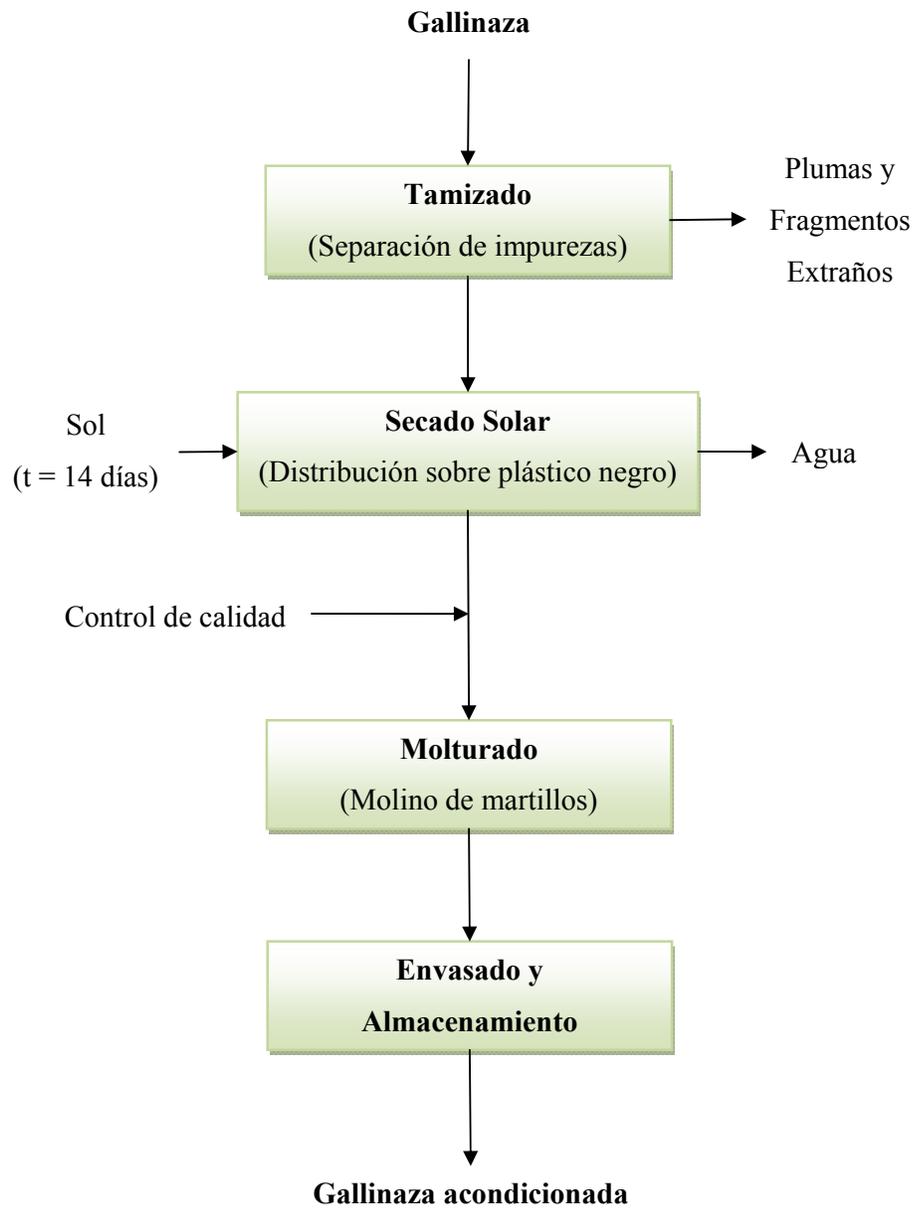
- Peso Final de la Biomasa (g).
- Supervivencia (%).
- Incremento de Peso Promedio Unitario (g).
- Incremento de Longitud Promedio Unitaria (cm).
- Peso Total de Alimento Suministrado (g).
- Suministro Total de Materia Seca (g).
- Conversión Alimenticia.
- Tasa de Crecimiento (% g/día).
- Factor de Condición (gr/cm³).

3.3.6.2. Variables cualitativas

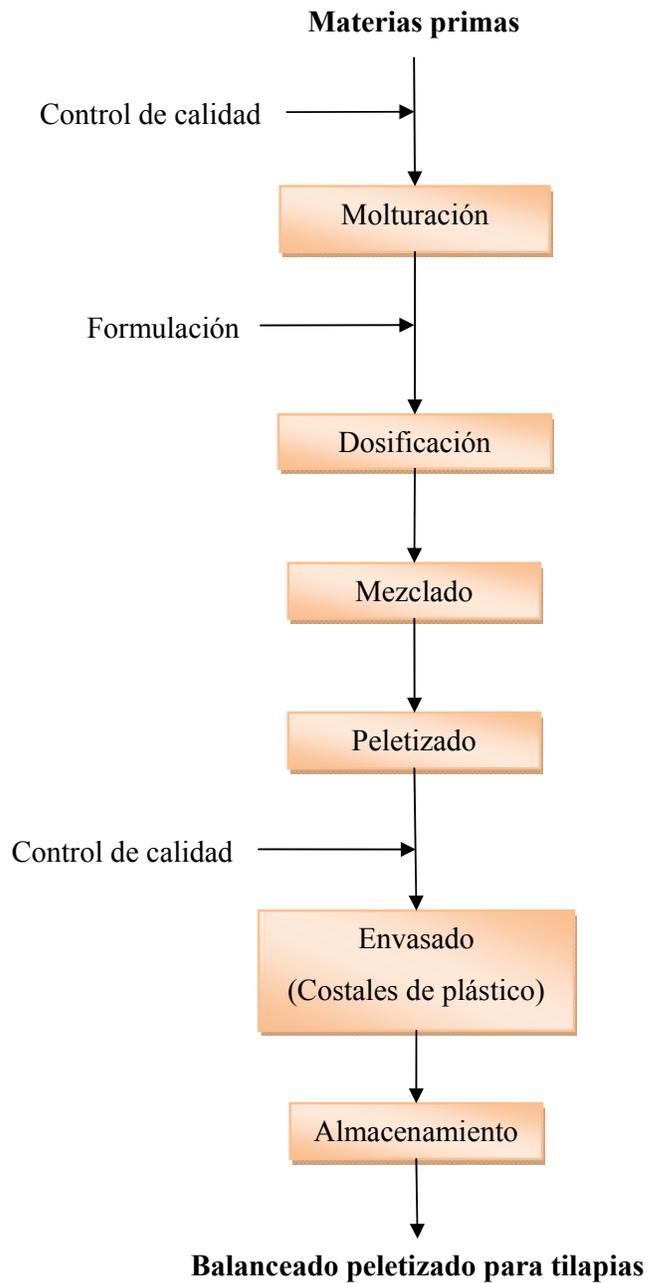
- Color
- Olor
- Textura
- Sabor
- Aceptabilidad

3.4. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

3.4.1. Diagrama de bloques para el procesamiento de la Gallinaza



3.4.2. Diagrama de bloque de la elaboración de balanceado para tilapias



3.4.3. Descripción

3.4.3.1. Análisis del agua.- En primer lugar se realizaron los análisis fisicoquímicos del agua para constatar la calidad de la misma, conforme al Anexo 1, Cuadro 44.

3.4.3.2. Desinfección del estanque.- A continuación se vació el estanque para desinfectarlo con cal apagada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) al voleo, en el fondo como a las paredes del mismo, dejándola por 3 días, luego se llenó a media capacidad para limpieza hasta eliminar todo residuo de cal.

3.4.3.3. Adecuación de jaulas.- Después se adecuó las jaulas cilíndricas utilizando dos mangueras a las que se les dio una forma circular mediante uniones, las cuales sirvieron como bases del cilindro formado con tela sarán de 50 % de sombra, sujeta a las mangueras circulares y cocida a lo alto mediante grapas, dándosele una dimensión de 0,5 m de diámetro x 1,20 m de altura, conforme al Anexo 6, Foto 12.

3.4.3.4. Acondicionamiento de la gallinaza.- Paralelamente se adquirió la gallinaza en los galpones Varvel ubicados en el sector de Tumbabiro, conforme al Anexo 6, Foto 1, a la cual se la extendió en capas de 5 mm sobre plástico negro luego se expuso a la luz solar por 7 horas durante 14 días para deshidratarla y eliminar los microorganismos, conforme al Anexo 6, Foto 4.

3.4.3.5. Adquisición de materias primas.- Las materias primas restantes tales como: harina de pescado, pasta de soya, fosfato dicálcico, grasa vegetal y el balanceado comercial se adquirieron en Adiforte de la ciudad de Quito, mientras que el morochillo y la cebada en bodegas locales de la ciudad de Ibarra.

3.4.3.6. Análisis de laboratorio.- Adquiridas las materias primas y terminado el proceso de acondicionamiento de la gallinaza, se realizó los análisis

bromatológicos de las mismas, mientras tanto para la gallinaza se realizó análisis microbiológicos, conforme al Anexo 6, Foto 5.

3.4.3.7. Formulación de las dietas.- Los resultados microbiológicos de la gallinaza permitieron tomar decisiones para proceder a formular las diferentes dietas ajustándolas al 32 % de proteína aproximadamente, con distintos niveles de sustitución de harina de pescado por gallinaza, conforme al Cuadro 12, 6 % de grasas y 7 % de fibra.

3.4.3.8. Molturación y Mezclado.- Los ingredientes fueron molturados y mixturados en el molino de martillos y mezcladora de los Laboratorios de la PUCE-SI, hasta un diámetro de aproximadamente 1,0 mm, lo que permitió obtener una composición homogénea, conforme al Anexo 6, Fotos 6 y 7.

3.4.3.9. Peletizado.- Luego se les dio la forma de pellet en el molino peletizador del IMCARI ubicado en Imantag, con una criba de 5 mm de diámetro, para lo cual se añadió el 40 % de agua sobre el peso seco de las dietas y la grasa derretida, consiguiendo con ello una masa manejable y que permita la formación apropiada del pellet conforme se observa en el Anexo 6, Fotos 8 y 9.

3.4.3.10. Secado y triturado de los balanceados.- A continuación los pellets se deshidrató a la presencia de luz solar, para ello los pellets se distribuyeron sobre un plástico negro en capas de 5 mm, conforme al Anexo 6, Foto 10, este proceso duró 7 horas por el lapso de 3 días; después de lo cual se los trituró y tamizó, para obtener diámetros de partícula de 2 mm.

3.4.3.11. Instalación de las jaulas en el estanque.- Preparados los estanques y elaborados los balanceados, se procedió a colocar las jaulas cilíndricas en el estanque, suspendidos de 2 maderos transversales, conforme al Anexo 6, Foto 12.

3.4.3.12. Sexado y distribución de los peces.- Se colocaron 5 tilapias rojas macho por jaula, previamente sexadas y adaptadas, las cuales se distribuyeron aleatoriamente, escogiéndose aquellas que poseían una longitud promedio de 15 cm.

3.4.3.13. Manejo Alimenticio.- Se suministró la cantidad de alimento equivalente al 4 % de la biomasa, distribuido mediante 2 raciones al día, en horarios fijos de 9h00 y 16h00 horas, conforme al Anexo 6, Foto 13.

3.4.3.14. Manejo Sanitario.- A los 30 días el agua se tornó verdosa, siendo necesario adicionar solución azul de metileno para eliminar los microorganismos, fitoplancton y zooplancton del agua del estanque. Este proceso permaneció por el lapso de 15 minutos.

3.4.3.15. Formulación de las dietas balanceadas

Cuadro 14. Formulación de las dietas balanceadas

INGREDIENTES	TRATAMIENTOS				
	T1 (25 %)	T2 (50 %)	T3 (75 %)	T4 (100 %)	T5 (0 %)
Gallinaza	8.00	16.00	24.00	32.00	0.00
Harina de Pescado	24.00	16.00	8.00	0.00	32.00
Torta de Soya	12.40	23.70	35.10	46.60	0.90
Cebada	40.40	22.9	13.10	11.00	42.60
Morochillo	11.20	17.40	15.80	6.40	20.50
Grasa	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Fosfato Dicálcico	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sal	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
TOTAL:	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: El Autor (2006).

3.4.3.16. Análisis Bromatológicos de las dietas balanceadas

Cuadro 15. Análisis bromatológicos de las dietas balanceadas

PARÁMETRO ANALIZADO (%)	TRATAMIENTOS				
	T1 (25 %)	T2 (50 %)	T3 (75 %)	T4 (100 %)	T5 (0 %)
Cenizas	14.55	12.64	10.50	8.11	10.46
Extracto Etéreo	4.682	5.92	7.57	9.12	5.81
Proteína	31.82	29.92	29.64	29.70	31.81
Humedad	8.85	8.82	9.04	8.83	8.97
Fibra Cruda	7.40	6.13	6.48	6.16	8.18

Fuente: Laboratorio de Uso Múltiple, FICAYA., U.T.N., Ibarra, (2007).

3.5. MEDICIÓN DE VARIABLES

3.5.1. Peso Final de la Biomasa (P.F.B.).- Se registró el peso total de los peces de cada una de las veinte y cuatro unidades experimentales al inicio, pasados 30 días, y al finalizar los 60 días de la fase experimental, empleando para tal efecto una balanza gramera. Se utilizó la siguiente relación:

P.F.B. (gr) = Peso inicial de la biomasa + Peso de la biomasa a los 30 días + Peso de la biomasa a los 60 días

3.5.2. Supervivencia (S.).- Esta variable fue determinada en función del número de peces iniciales con los sobrevivientes al final de la investigación, para lo cual se uso la siguiente relación:

$$S. (\%) = \frac{\text{número final de peces}}{\text{número inicial de peces}} \times 100$$

3.5.3. Incremento de Peso Promedio Unitario (I.P.P.U.).- Se registró el peso de cada uno los peces de las unidades experimentales, tanto al inicio como al final del ensayo, utilizándose la siguiente relación:

$$I.P.P.U. (gr) = \frac{\text{peso final de la biomasa}}{\text{número final de peces vivos}} - \frac{\text{peso inicial de la biomasa}}{\text{número inicial de peces vivos}}$$

3.5.4. Incremento de Longitud Promedio Unitaria (I.L.P.U.).- Se registró la longitud de cada uno los peces de las unidades experimentales, tanto al inicio como al final del ensayo, utilizándose una cinta métrica, conforme a la siguiente relación:

$$I.L.P.U. (cm) = \frac{\text{longitud total final de la biomasa}}{\text{número final de peces vivos}} - \frac{\text{longitud total inicial de la biomasa}}{\text{número inicial de peces vivos}}$$

3.5.5. Peso Total del Alimento Suministrado (P.T.A.S.).- Se suministró la cantidad de alimento en relación al peso equivalente al 4 % de la biomasa de cada unidad experimental, corrigiéndose este valor a los 30 días; obteniendo el total suministrado de la suma de los anteriores, mediante las siguientes relaciones:

Ración inicial (gr) = Peso inicial de la biomasa x 0,04

Ración a los 30 días (gr) = Peso de la biomasa a los 30 días x 0,04

P.T.A.S. (gr) = (Ración inicial x 30 días) + (Ración a los 30 días x 30 días)

3.5.6. Suministro Total de Materia Seca (S.T.M.S.).- Se registró esta variable para cada unidad experimental al finalizar el ensayo (60 días), empleándose la siguiente relación:

$$\text{S.T.M.S. (gr)} = \text{P.T.A.S.} \times \frac{100 \text{ (\% Humedad)}}{100}$$

3.5.7. Conversión Alimenticia (C.A.).- Esta variable fue calculada al finalizar la etapa experimental (60 días) usando la siguiente relación:

$$\text{C.A.} = \frac{\text{S.T.M.S.}}{\text{P.F.B.}}$$

3.5.8. Tasa de Crecimiento (T.C.).- Esta variable fue calculada al finalizar la etapa experimental, es decir a los 60 días, usándose la siguiente relación:

$$\text{T.C.} \left(\frac{\% \text{ gr}}{\text{día}} \right) = 100 \times \frac{\text{I.P.F.U}}{60 \text{ días}}$$

3.5.9. Factor de Condición o Índice de Nutrición (F.C.).- Se registró esta variable a los 60 días de la etapa experimental, para evaluar el grado de engrosamiento de los peces, usando la siguiente relación:

$$\text{F.C. } \left(\frac{\text{gf}}{\text{cm}^3} \right) = 1000 \times \frac{\text{peso promedio de la biomasa}}{(\text{longitud promedio de la biomasa})^3}$$

3.5.10. Aceptabilidad del filete de tilapia.- Se realizaron las pruebas de degustación del filete cocido al horno con un panel de 11 catadores, quienes dieron su apreciación de las siguientes características organolépticas: color, olor, textura, sabor y aceptabilidad de todos los tratamientos.

Los datos registrados se evaluaron a través de las pruebas no paramétricas de FRIEDMAN al 5 y 1%.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. PESO FINAL DE LA BIOMASA (P.F.B.)

Cuadro 16. Datos de la variable peso final de la biomasa expresados en gramos

REPETICIONES	TRATAMIENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R1	467,40	490,19	294,45	348,05	430,00	514,50
R2	535,00	510,00	333,45	360,00	450,45	570,00
R3	588,28	481,00	360,00	385,00	505,00	364,99
R4	399,56	506,00	470,00	382,44	475,94	426,15
TOTAL	1990,24	1987,19	1457,90	1475,49	1861,39	1875,64
PROMEDIO	497,56	496,80	364,48	368,87	465,35	468,91

Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable peso final de la biomasa

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. cal.	F. tabular	
					0,05	0,01
TOTAL	23	141557,70				
Tratamientos	5	74800,59	14960,12	4,03*	2,77	4,25
Error Experimental	18	66757,11	3708,73			

C.V. = 13,73 %

Donde:

G.L. = Grados de libertad

S.C. = Suma de cuadrados

- C.M. = Cuadrado medio
 C.V. = Coeficiente de variación
 N.S. = No significativo
 * = Significativo al 5 %
 ** = Altamente significativo al 1 %

Los resultados del análisis de varianza, conforme al Cuadro 17, determinaron que existe diferencia significativa entre los tratamientos para la variable peso final de la biomasa, es decir que esta variable depende del porcentaje de sustitución de harina de pescado por gallinaza.

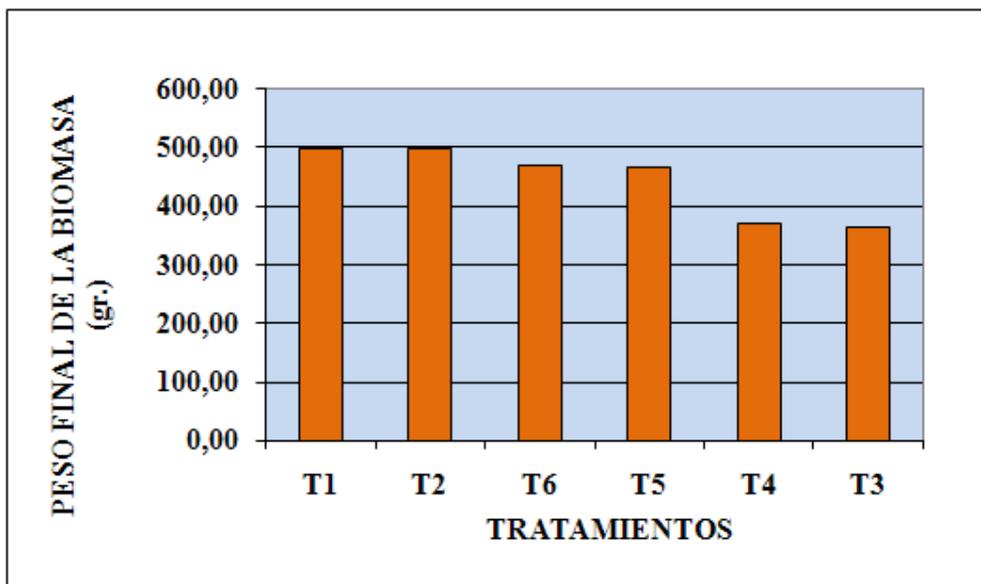
El coeficiente de variación en experimentos agronómicos no debe ser mayor del 30 %, caso contrario, restará confiabilidad a los resultados estadísticos (De Mendiburu 2007:3), por lo que el valor de 13,73 % obtenido indica una baja variabilidad entre los datos obtenidos.

Debido a que se detectó diferencias significativas entre los tratamientos, se procedió a realizar las pruebas de significación de Tukey y Duncan al 5 %.

Cuadro 18. Pruebas de Tukey y Duncan al 5 % para tratamientos de la variable peso final de la biomasa

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS T.		RANGOS D.	
T1	497,56	a		a	
T2	496,80	a		a	
T6	468,91	a		a	
T5	465,35	a		a	
T4	368,87	a			b
T3	364,48	a			b

Gráfico 1: Pesos finales de la biomasa



Al realizar la Prueba de significación de Tukey al 5 %, conforme al Cuadro 18, se estableció un solo rango, constituido por los Tratamientos 1, 2, 6, 5, 4 y 3, cuyos porcentajes de sustitución se pueden apreciar en el Cuadro 12.

Este resultado imposibilita el realizar un análisis de medias entre los tratamientos para determinar cual es la mejor, ya que como se observa en el Gráfico 1, las medias se distribuyen en pares relativamente con poca diferencia entre si.

Es así que para la variable peso final de la biomasa del Tratamiento 2 se obtiene un valor de 496,80 gramos, cantidad que difiere con menos de 1 gramo con la del Tratamiento 1.

De igual manera sucede entre los tratamientos 6 y 5, correspondientes al Balanceado comercial y al Control 1, respectivamente, los cuales tienen medias cercanas entre si, así como los tratamientos 4 y 3.

Esto se debe a que Tukey es una prueba bastante exigente, por lo que se consideró para el análisis, los resultados obtenidos con la prueba de Duncan al 5 %.

Al realizar la Prueba de significación de Duncan al 5 %, conforme al Cuadro 18, se establecieron 2 rangos, el primero constituido por los Tratamientos 1, 2, 6, 5, y el segundo rango por los Tratamientos 4 y 3, cuyas correspondencias se pueden apreciar en el Cuadro 12.

Esto quiere decir que el mejor peso final de la biomasa alcanzado en el ensayo se obtuvo de los tratamientos correspondientes a una dieta elaborada con el menor porcentaje de sustitución, 25 % de gallinaza y 75 % de harina de pescado, una dieta balanceada elaborada con un porcentaje medio de sustitución, 50 % de gallinaza y 50 % de harina de pescado, así como del balanceado comercial y Control 1, respectivamente, conforme al Gráfico 1.

4.2. SOBREVIVENCIA (S.)

Cuadro 19. Datos de la variable sobrevivencia expresada en porcentaje

REPETICIONES	TRATAMIENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R1	80,00	60,00	60,00	100,00	100,00	60,00
R2	100,00	100,00	60,00	100,00	100,00	60,00
R3	80,00	60,00	100,00	100,00	100,00	60,00
R4	80,00	60,00	100,00	60,00	60,00	100,00
TOTAL	340,00	280,00	320,00	360,00	360,00	280,00
PROMEDIO	85,00	70,00	80,00	90,00	90,00	70,00

Cuadro 20. Análisis de varianza para la variable sobrevivencia

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. cal.	F. tabular	
					0,05	0,01
TOTAL	23	8383,33				
Tratamientos	5	1683,33	336,67	0,90 ^{N.S.}	2,77	4,25
Error Experimental	18	6700,00	372,22			

C.V. = 23,87 %

Donde:

G.L. = Grados de libertad

S.C. = Suma de cuadrados

C.M. = Cuadrado medio

C.V. = Coeficiente de variación

N.S. = No significativo

* = Significativo al 5 %

** = Altamente significativo al 1 %

Los resultados del análisis de varianza, conforme al Cuadro 20, determinaron que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos para la variable sobrevivencia, es decir que estos son estadísticamente iguales, por lo tanto la inclusión de gallinaza en una dieta balanceada, no afectó la sobrevivencia de la biomasa.

El valor del coeficiente de variación obtenido es de 23,87 %, lo cual demuestra que el nivel de error en el manejo del experimento es moderado, debido al número reducido de peces en cada unidad experimental.

4.3. INCREMENTO DE PESO PROMEDIO UNITARIO (I.P.P.U.)

Cuadro 21. Datos de la variable incremento de peso promedio unitario expresada en gramos

REPETICIONES	TRATAMIENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R1	19,35	21,73	8,15	6,61	16,00	11,50
R2	22,00	21,00	11,15	8,00	18,09	15,00
R3	20,82	22,00	12,00	9,00	17,00	13,33
R4	19,89	22,00	9,00	7,48	16,98	13,23
TOTAL	82,06	86,73	40,30	31,09	68,07	53,06
PROMEDIO	20,52	21,68	10,08	7,77	17,02	13,27

Cuadro 22. Análisis de varianza para la variable incremento de peso promedio unitario

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. cal.	F. tabular	
					0,05	0,01
TOTAL	23	660,26				
Tratamientos	5	634,50	126,90	88,70**	2,77	4,25
Error Experimental	18	25,75	1,43			

C.V. = 7,95 %

Donde:

G.L. = Grados de libertad

S.C. = Suma de cuadrados

C.M. = Cuadrado medio

C.V. = Coeficiente de variación

N.S. = No significativo

* = Significativo al 5 %

** = Altamente significativo al 1 %

Los resultados del análisis de varianza del Cuadro 22, determinaron que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos para la variable incremento de peso promedio unitario, es decir que esta variable depende del porcentaje de sustitución de harina de pescado por gallinaza.

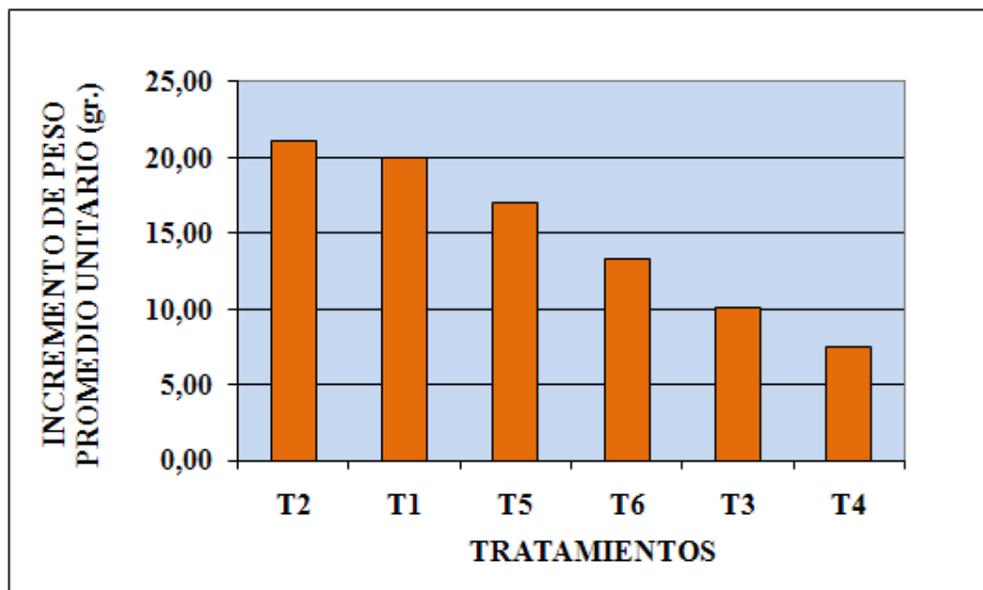
El valor del coeficiente de variación obtenido es de 7,95 %, lo cual demuestra que el nivel de error en el manejo del experimento es bajo para una investigación de campo, siendo los resultados estadísticos obtenidos confiables.

Debido a que se detectó diferencias significativas entre los tratamientos, se procedió a realizar las pruebas de significación de Tukey y Duncan al 5 %.

Cuadro 23. Prueba de Tukey y Duncan al 5 % para tratamientos de la variable incremento de peso promedio unitario

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS T.		RANGOS D.	
T2	21,00	a		a	
T1	19,93	a		a	
T5	17,02		b		b
T6	13,27		b		b
T3	10,08		b		b
T4	7,52		b		b

Gráfico 2. Incremento de peso promedio unitario



Al realizar las pruebas de significación de Tukey y Duncan al 5 %, conforme al Cuadro 23, se establecieron 2 rangos, el primero constituido por los tratamientos 2 y 1, correspondientes al 50 y 25 % de sustitución de harina de pescado por gallinaza, respectivamente, y el segundo rango por los tratamientos 5, 6, 3 y 4, cuyas correspondencias se pueden apreciar en el Cuadro 12.

Esto quiere decir que los mejores incrementos de peso promedio unitario alcanzados en el ensayo fueron de 21,00 y 19,93 gramos, conforme al Gráfico 2, correspondientes a una dieta balanceada elaborada con un porcentaje medio de sustitución, 50 % de gallinaza y 50 % de harina de pescado, y una dieta elaborada con el menor porcentaje de sustitución, 25 % de gallinaza y 75 % de harina de pescado.

Además, se pudo apreciar que en el segundo rango, se encuentran los tratamientos con altos porcentajes de sustitución de harina de pescado por gallinaza, así como el balanceado comercial y el Control 1, los cuales para la variable incremento de peso promedio unitario son estadísticamente iguales.

4.4. INCREMENTO DE LONGITUD PROMEDIO UNITARIA (I.L.P.U.)

Cuadro 24. Datos de la variable incremento de longitud promedio unitaria expresada en centímetros

REPETICIONES	TRATAMIENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R1	0,77	0,80	0,81	0,70	0,90	0,86
R2	0,82	0,79	0,87	0,80	0,85	1,00
R3	0,88	0,85	1,00	1,00	0,88	0,91
R4	0,79	0,80	0,80	1,00	0,77	0,80
TOTAL	3,26	3,24	3,48	3,5	3,4	3,57
PROMEDIO	0,82	0,81	0,87	0,88	0,85	0,89

Cuadro 25. Análisis de varianza para la variable incremento de longitud promedio unitaria

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. cal.	F. tabular	
					0,05	0,01
TOTAL	23	0,16				
Tratamientos	5	0,02	0,005	0,61 ^{N.S.}	2,77	4,25
Error Experimental	18	0,13	0,01			

C.V. = 10,10 %

Donde:

G.L. = Grados de libertad

S.C. = Suma de cuadrados

C.M. = Cuadrado medio

C.V. = Coeficiente de variación

N.S. = No significativo

* = Significativo al 5 %

** = Altamente significativo al 1 %

Los resultados del análisis de varianza del Cuadro 25, determinaron que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos para la variable incremento de

longitud promedio unitaria, es decir que los tratamientos con los diferentes porcentajes de sustitución de harina de pescado por gallinaza, así como el Control 1 y el balanceado comercial, son estadísticamente iguales.

El valor del coeficiente de variación obtenido es de 10,10 %, lo cual demuestra que el nivel de error en el manejo del experimento es bajo para una investigación de campo, siendo los resultados estadísticos obtenidos confiables.

4.5. PESO TOTAL DEL ALIMENTO SUMINISTRADO (P.T.A.S.)

Cuadro 26. Datos de la variable alimento suministrado expresada en gramos

REPETICIONES	TRATAMIENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R1	1073,36	1154,60	717,84	841,11	955,20	1266,18
R2	1169,40	1088,60	806,85	863,60	991,31	1412,75
R3	1352,18	1107,92	812,40	904,37	1141,80	893,64
R4	871,83	1157,48	1128,11	943,80	1142,09	974,73
TOTAL	4466,77	4508,60	3465,20	3552,87	4230,40	4547,30
PROMEDIO	1116,69	1127,15	866,30	888,22	1057,60	1136,83

Cuadro 27. Análisis de varianza para la variable peso total del alimento suministrado

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. cal.	F. tabular	
					0,05	0,01
TOTAL	23	738183,89				
Tratamientos	5	304000,95	60800,19	2,52 ^{N.S.}	2,77	4,25
Error Experimental	18	434182,95	24121,27			

C.V. = 15,05 %

Donde:

G.L. = Grados de libertad

S.C. = Suma de cuadrados

- C.M. = Cuadrado medio
 C.V. = Coeficiente de variación
 N.S. = No significativo
 * = Significativo al 5 %
 ** = Altamente significativo al 1 %

Los resultados del análisis de varianza del Cuadro 27, determinaron que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos para la variable alimento suministrado, es decir que los tratamientos con los diferentes porcentajes de sustitución de harina de pescado por gallinaza, así como el Control 1 y el balanceado comercial, son estadísticamente iguales.

El valor del coeficiente de variación obtenido es de 15,05 %, lo cual demuestra que el nivel de error en el manejo del experimento es bajo para una investigación de campo, siendo los resultados estadísticos obtenidos confiables.

4.6. SUMINISTRO TOTAL DE MATERIA SECA (S.T.M.S.)

Cuadro 28. Datos de la variable suministro total de materia seca expresada en gramos

REPETICIONES	TRATAMIENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R1	978,37	1052,76	652,95	766,84	869,52	1114,24
R2	1065,91	992,59	733,91	787,34	902,39	1243,22
R3	1232,51	1010,21	738,96	824,51	1039,38	786,40
R4	794,67	1055,39	1026,13	860,46	1039,65	857,76
TOTAL	4071,46	4110,95	3151,94	3239,15	3850,93	4001,63
PROMEDIO	1017,86	1027,74	787,99	809,79	962,73	1000,41

Cuadro 29. Análisis de varianza para la variable suministro total de materia seca

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. cal.	F. tabular	
					0,05	0,01
TOTAL	23	581489,06				
Tratamientos	5	231211,69	46242,34	2,38 ^{N.S.}	2,77	4,25
Error Experimental	18	350277,38	19459,85			

C.V. = 14,93 %

Donde:

G.L. = Grados de libertad

S.C. = Suma de cuadrados

C.M. = Cuadrado medio

C.V. = Coeficiente de variación

N.S. = No significativo

* = Significativo al 5 %

** = Altamente significativo al 1 %

Los resultados del análisis de varianza del Cuadro 29, determinaron que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos para la variable suministro total de materia seca, es decir que los tratamientos con los diferentes porcentajes de sustitución de harina de pescado por gallinaza, así como el Control 1 y el balanceado comercial, son estadísticamente iguales.

El valor del coeficiente de variación obtenido es de 14,93 %, lo cual demuestra que el nivel de error en el manejo del experimento es bajo para una investigación de campo, siendo los resultados estadísticos obtenidos confiables.

4.7. CONVERSIÓN ALIMENTICIA (C.A.)

Cuadro 30. Datos de la variable conversión alimenticia

REPETICIONES	TRATAMIENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R1	2,09	2,15	2,22	2,20	2,02	2,17
R2	1,99	1,95	2,20	2,19	2,00	2,18
R3	2,10	2,10	2,05	2,14	2,06	2,15
R4	1,99	2,09	2,18	2,25	2,18	2,01
TOTAL	8,170	8,280	8,654	8,782	8,268	8,514
PROMEDIO	2,042	2,070	2,164	2,195	2,067	2,129

Cuadro 31. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. cal.	F. tabular	
					0,05	0,01
TOTAL	23	0,17				
Tratamientos	5	0,07	0,01	2,83*	2,77	4,25
Error Experimental	18	0,09	0,01			

C.V. = 3,43 %

Donde:

G.L. = Grados de libertad

S.C. = Suma de cuadrados

C.M. = Cuadrado medio

C.V. = Coeficiente de variación

N.S. = No significativo

* = Significativo al 5 %

** = Altamente significativo al 1 %

Los resultados del análisis de varianza del Cuadro 31, determinaron que existe diferencia significativa entre los tratamientos para la variable conversión alimenticia, es decir que esta variable depende del porcentaje de sustitución de harina de pescado por gallinaza.

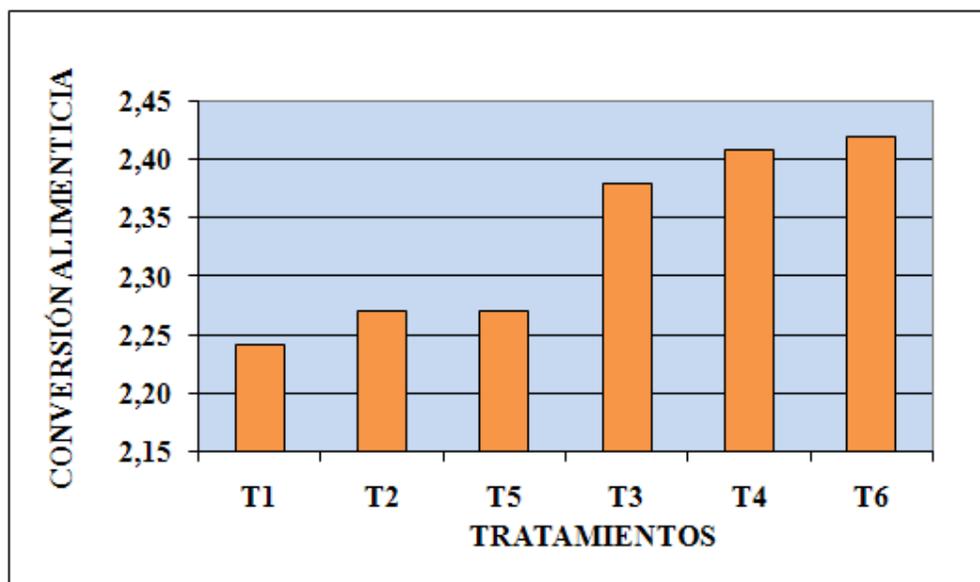
El valor del coeficiente de variación obtenido es de 3,43 %, lo cual demuestra que el nivel de error en el manejo del experimento es mínimo para una investigación de campo, siendo los resultados estadísticos obtenidos confiables.

Debido a que se detectó diferencias significativas entre los tratamientos, se procedió a realizar las pruebas de significación de Tukey y Duncan al 5 %.

Cuadro 32. Prueba de Tukey y Duncan al 5 % para tratamientos de la variable conversión alimenticia

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS T.		RANGOS D.	
T1	2,24	a		a	
T2	2,27	a		a	
T5	2,27	a		a	
T3	2,38	a			b
T4	2,41	a			b
T6	2,42		b		b

Gráfico 3. Conversión alimenticia



Al realizar la prueba de significación de Tukey al 5 %, conforme al Cuadro 32, se establecieron 2 rangos, el primero constituido por los tratamientos 1, 2, 5, 3 y 4, correspondientes a los diferentes porcentajes de sustitución de harina de pescado por gallinaza, así como al Control 1, conforme al Cuadro 12, y el segundo rango por el tratamiento 6, correspondiente al balanceado comercial.

Esto quiere decir que las mejores conversiones alimenticias alcanzadas en el ensayo fueron de 2,14 hasta 2,41, conforme al Gráfico 3, correspondientes a dietas balanceadas elaboradas con porcentajes de sustitución de harina de pescado por gallinaza de 25, 50, 75 y 100 %, y una dieta elaborada con un nulo porcentaje de sustitución, 0% de gallinaza y 100 % de harina de pescado, correspondiente al Control 1.

Además, se pudo apreciar que en el segundo rango se encuentra el tratamiento 6, correspondiente al balanceado comercial, con una conversión alimenticia de 2,42, cantidad que aunque difiere con 0,01 del último valor del primer rango, correspondiente al Tratamiento 4, estadísticamente es diferente a todos los demás que conforman este rango.

Esto se debe a que Tukey es una prueba bastante exigente, por lo que se consideró para el análisis, los resultados obtenidos con la prueba de Duncan al 5 %.

Al realizar la prueba de significación de Duncan al 5 %, conforme al Cuadro 32, se establecieron 2 rangos, el primero constituido por los tratamientos 1, 2, 5, y el segundo rango por los tratamientos 3, 4 y 6, cuyas correspondencias se pueden apreciar en el Cuadro 12.

Esto quiere decir que la mejor conversión alimenticia alcanzada en el ensayo se obtuvo de los tratamientos correspondientes a una dieta elaborada con el menor porcentaje de sustitución, 25 % de gallinaza y 75 % de harina de pescado, una dieta balanceada elaborada con un porcentaje medio de sustitución, 50 % de

gallinaza y 50 % de harina de pescado, así como del Control 1, respectivamente, conforme al Gráfico 3.

Sin embargo, se debe tomar en cuenta que al considerarse para esta variable el suministro de materia seca y más no el consumo, se obtuvo una conversión alimenticia aparente, en la cual no se consideró el desperdicio ni el alimento que no fue consumido, debido a las limitaciones que implica tomar estos datos en un ensayo de campo.

4.8. TASA DE CRECIMIENTO (T.C.)

Cuadro 33. Datos de la variable tasa de crecimiento expresada en porcentaje de gramos por día (% g/ día)

REPETICIONES	TRATAMIENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R1	32,25	36,22	13,58	11,02	26,67	19,17
R2	36,67	35,00	18,58	13,33	30,15	25,00
R3	34,70	36,67	20,00	15,00	28,33	22,22
R4	33,15	36,67	15,00	12,47	28,30	22,05
TOTAL	136,77	144,55	67,17	51,82	113,45	88,43
PROMEDIO	34,19	36,14	16,79	12,95	28,36	22,11

Cuadro 34. Análisis de varianza para la variable tasa de crecimiento

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. cal.	F. tabular	
					0,05	0,01
TOTAL	23	1834,04				
Tratamientos	5	1762,51	352,50	88,70**	2,77	4,25
Error Experimental	18	71,53	3,97			

C.V. = 7,95 %

Donde:

G.L. = Grados de libertad

S.C. = Suma de cuadrados

- C.M. = Cuadrado medio
 C.V. = Coeficiente de variación
 N.S. = No significativo
 * = Significativo al 5 %
 ** = Altamente significativo al 1 %

Los resultados del análisis de varianza del Cuadro 34, determinaron que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos para la variable tasa de crecimiento, es decir que esta variable depende de los diferentes niveles de sustitución de harina de pescado por gallinaza.

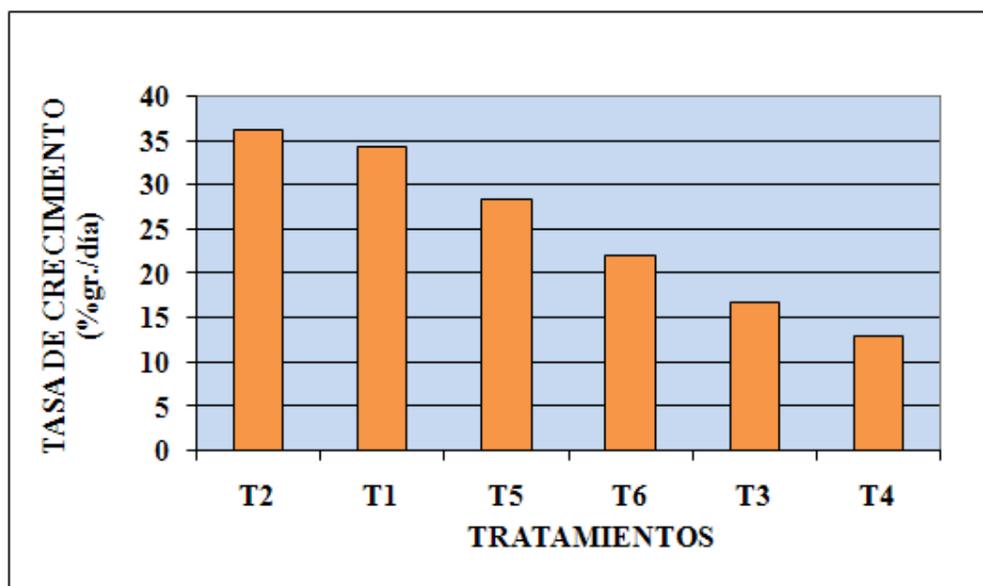
El valor del coeficiente de variación obtenido es de 7,95 %, lo cual demuestra que el nivel de error en el manejo del experimento es bajo para una investigación de campo, siendo los resultados estadísticos obtenidos confiables.

Debido a que se detectó diferencias altamente significativas entre los tratamientos, se procedió a realizar las pruebas de significación de Tukey y Duncan al 5 %.

Cuadro 35. Prueba de Tukey y Duncan al 5 % para tratamientos de la variable tasa de crecimiento

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS T.		RANGOS D.	
T2	36,14	a		a	
T1	34,19	a		a	
T5	28,36		b		b
T6	22,11		b		b
T3	16,79		b		b
T4	12,95		b		b

Gráfico 4. Tasa de crecimiento



Al realizar las Prueba de significación de Tukey y Duncan al 5 %, conforme al Cuadro 35, se establecieron 2 rangos, el primero constituido por los tratamientos 2 y 1, correspondientes al 50 y 25 % de sustitución de harina de pescado por gallinaza, respectivamente, y el segundo rango por los tratamientos 5, 6, 3 y 4, cuyas correspondencias se pueden apreciar en el Cuadro 12.

Esto quiere decir que las mejores tasas de crecimiento alcanzadas en el ensayo fueron de 36,14 y 34,19 % gr. /día, conforme al Gráfico 4, correspondientes a una dieta balanceada elaborada con un porcentaje medio de sustitución, 50 % de gallinaza y 50 % de harina de pescado, y una dieta elaborada con el menor porcentaje de sustitución, 25 % de gallinaza y 75% de harina de pescado.

Además, se pudo apreciar que en el segundo rango, se encuentran los tratamientos con altos porcentajes de sustitución de harina de pescado por gallinaza, así como el balanceado comercial y el Control 1, los cuales para la variable tasas de crecimiento son estadísticamente iguales.

Es importante puntualizar, que al haber intervenido en esta variable el incremento de peso promedio unitario, el análisis y resultados estadísticos tuvieron la misma tendencia.

4.9. FACTOR DE CONDICIÓN (F.C.)

Cuadro 36. Datos de la variable factor de condición expresada en gr/ cm³

REPETICIONES	TRATAMIENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R1	20,28	19,25	16,98	15,78	18,14	17,66
R2	21,70	19,06	18,49	17,91	18,18	22,39
R3	17,76	20,46	17,58	18,11	17,97	16,70
R4	21,31	19,18	17,84	16,18	19,46	17,35
TOTAL	81,05	77,95	70,90	67,98	73,74	74,09
PROMEDIO	20,26	19,49	17,72	17,00	18,44	18,52

Cuadro 37. Análisis de varianza para la variable factor de condición

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. cal.	F. tabular	
					0,05	0,01
TOTAL	23	65,62				
Tratamientos	5	27,67	5,53	2,63 ^{N.S.}	2,77	4,25
Error Experimental	18	37,94	2,11			

C.V. = 7,82 %

Donde:

G.L. = Grados de libertad

S.C. = Suma de cuadrados

C.M. = Cuadrado medio

C.V. = Coeficiente de variación

N.S. = No significativo

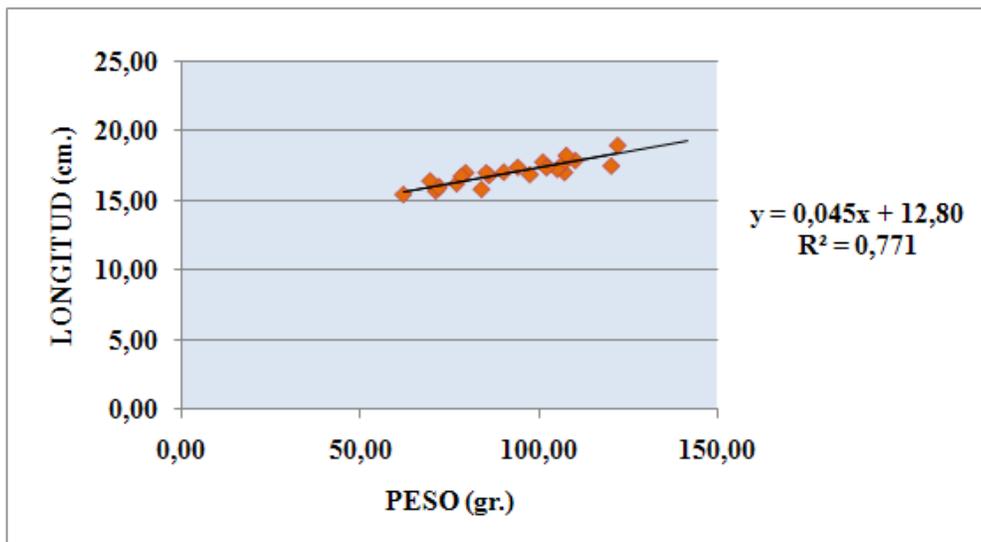
* = Significativo al 5 %

** = Altamente significativo al 1 %

Los resultados del análisis de varianza del Cuadro 37, determinaron que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos para la variable factor de condición, es decir que los tratamientos con los diferentes porcentajes de sustitución de harina de pescado por gallinaza, así como el Control 1 y el balanceado comercial, son estadísticamente iguales y no influyen en el grado de engrosamiento de las tilapias.

El valor del coeficiente de variación obtenido es de 7,82 %, lo cual demuestra que el nivel de error en el manejo del experimento es bajo para una investigación de campo, siendo los resultados estadísticos obtenidos confiables.

Gráfico 5. Correlación entre el peso y la longitud



Al analizar la correlación entre los pesos y longitudes promedio finales de los diferentes tratamientos, conforme al Gráfico 5, se pudo determinar la existencia de una tendencia lineal entre las 2 variables, con un coeficiente de determinación (R^2) de 0,771, lo que indicó que la variable longitud está influenciada en un 77,1 % por la variable peso.

Además, al realizar la extrapolación, se pudo determinar que la tendencia continúa en ascenso.

4.10. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO

Para la realización de este análisis se contó con la colaboración de un panel conformado por 11 catadores, a quienes se les entregó una ficha de evaluación, conforme al Anexo 4.

Los miembros de este panel dieron su apreciación de las características organolépticas color, olor, textura, sabor y aceptabilidad, conforme al Anexo 6, Foto 16, las cuales fueron evaluadas a través de las pruebas no paramétricas de Friedman al 5 y 1 %, obteniéndose los siguientes resultados:

Cuadro 38. Análisis de Friedman para filete de tilapia

CARACTERÍSTICA	G. L.	χ^2	5 %	1 %
COLOR	5	5.90 ^{N.S.}	11,1	15,1
OLOR	5	2.71 ^{N.S.}	11,1	15,1
TEXTURA	5	4.78 ^{N.S.}	11,1	15,1
SABOR	5	7.14 ^{N.S.}	11,1	15,1
ACEPTABILIDAD	5	3.12 ^{N.S.}	11,1	15,1

Los datos obtenidos del Cuadro 38 muestran que no hubo diferencias significativas ni al 5 y 1 %, por lo que las características organolépticas color, olor, textura, sabor y aceptabilidad no se ven afectadas debido a la inclusión de gallinaza en una dieta alimenticia para tilapia.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico de la presente investigación se realizó con la finalidad de comparar el costo de producción de los balanceados elaborados frente al comercial, para lo cual se elaboraron los siguientes cuadros:

Cuadro 39. Costos de materias primas e insumos

MATERIAS PRIMAS E INSUMOS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD)
Gallinaza	1 Kg	0,03
Harina de pescado	1 Kg	0,64
Torta de soya	1 Kg	0,46
Cebada	1 Kg	0,31
Morochillo	1 Kg	0,27
Grasa	1 Kg	1,00
Fosfato dicálcico	1 Kg	1,00
Sal	1 Kg	0,25
Envases	1 costal	0,12

Fuente: El Autor (2007).

Cuadro 40. Gastos indirectos

RUBROS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD)
Mano de obra	1 jornal/h	1,00
Alquiler de la maquinaria	1 hora	2
Servicios básicos (agua, energía eléctrica)	uso/hora	0,33
TOTAL:		3,33

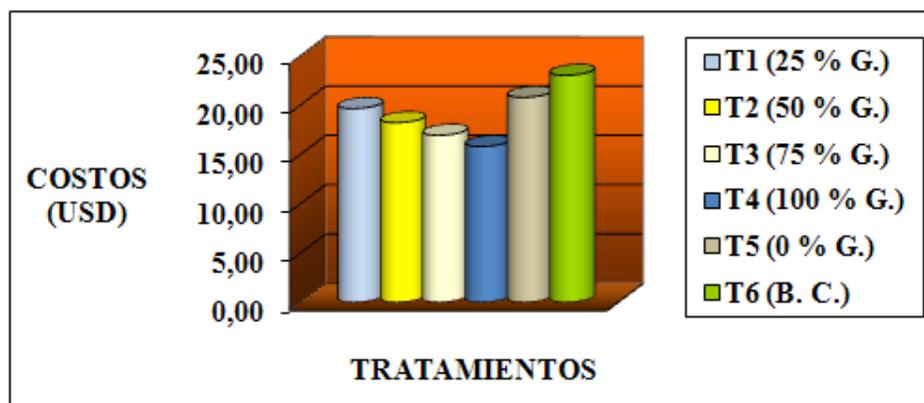
Fuente: El Autor (2007).

Cuadro 41. Costos de producción en base a 40 Kg de balanceado

TRATAMIENTO	COSTO DE MATERIAS PRIMAS E INSUMOS (USD)	GASTOS INDIRECTOS (USD)	COSTO TOTAL (USD)
T1 (25 % G. - 75 % H.P.)	16,30	3,33	19,63
T2 (50 % G. - 50 % H.P.)	14,88	3,33	18,21
T3 (75 % G. - 25 % H.P.)	13,60	3,33	16,93
T4 (100 % G. - 0 % H.P.)	12,46	3,33	15,79
T5 (0 % G. - 100 % H.P.)	17,44	3,33	20,77
T6 (Balanceado comercial)			23,00

Fuente: El Autor (2007).

Grafico 6. Representación gráfica de los costos de producción en base a 40 Kg de balanceado



En el Gráfico 6 se puede apreciar que mientras aumenta el porcentaje de gallinaza en el balanceado, el costo de producción del mismo disminuye, mientras que si es nulo como en el T5, el costo se eleva, ya que está formulado con materias proteicas tradicionales.

Sin embargo, todos los balanceados elaborados tienen un costo de producción menor que el balanceado comercial.

El desglose de los costos de producción de cada tratamiento, de acuerdo a su formulación, se puede apreciar en el Anexo 3, Cuadro 45.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

1. El peso final de la biomasa, es decir, el peso obtenido para cada uno de los tratamientos transcurridos 60 días de cultivo, dependió del porcentaje de sustitución de harina de pescado por gallinaza. Esto confirma una buena digestibilidad de este subproducto por parte del pez. Los mejores resultados obtenidos en el ensayo fueron para los tratamientos 1 (T1), 2 (T2), 6 (T6) y 5 (T5).
2. En cuanto a la variable sobrevivencia se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, es decir que son estadísticamente iguales, por lo tanto, la inclusión de gallinaza en una dieta balanceada, no incidió en la sobrevivencia de la población, siendo el promedio total de 80,83 %, excediéndose entre 5 y 10 % de los límites aceptables para la etapa y tipo de cultivo, posiblemente por los bajos niveles de oxígeno de la fuente hídrica, como se aprecia en el Anexo 1, Cuadro 44.
3. El incremento de peso promedio unitario para cada uno de los tratamientos, transcurridos 60 días de cultivo, y por ende la tasa de crecimiento, dependieron de los diferentes niveles de sustitución de harina de pescado por gallinaza.

Además de haberse formulado las dietas balanceadas al 32 % de proteína cruda, parámetro ideal para juveniles en crecimiento. Los mejores

resultados obtenidos en el ensayo fueron para los tratamientos 2 (T2) y 1 (T1), con lo cual se acepta la primera premisa de la hipótesis planteada.

4. En lo que corresponde al incremento de longitud promedio unitaria, se determinó que los tratamientos no registraron diferencias estadísticas, por lo que se rechaza la segunda premisa de la hipótesis planteada, ya que si bien existe una relación entre el peso y longitud, no necesariamente los incrementos serán proporcionales.
5. El alimento suministrado, y por ende el total de materia seca en cada uno de los tratamientos, no registraron diferencias estadísticas, lo que indica que la temperatura del agua fue ideal, ya que la apetencia del pez es directamente proporcional a ésta, y que además las condiciones de almacenamiento del balanceado fueron homogéneas, lo que genera escasa variabilidad en la materia seca.
6. La conversión alimenticia de cada uno de los tratamientos, dependió del porcentaje de sustitución de harina de pescado por gallinaza, obteniéndose los mejores resultados con los tratamientos 1, 2 y 5.

Esto corrobora que al suministrar porcentajes de proteína por encima del 30 % para cultivos en jaulas, se obtienen valores de conversión de entre 1,8: 1 y 2,3: 1.

7. En lo referente al factor de condición se determinó que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, es decir que el grado de engrosamiento de las tilapias no depende de los diferentes porcentajes de sustitución de harina de pescado por gallinaza.

Conjuntamente, se efectuó un análisis de correlación entre el peso y la longitud promedio finales, apreciándose que existe una tendencia lineal entre estas variables, con un porcentaje de dependencia del 77,1 %.

8. En las pruebas de degustación del filete de tilapia, obtenido con las dietas experimentales y el balanceado comercial, los degustadores no percibieron características organolépticas extrañas o anormales a las típicas de la especie.

9. Todas las dietas balanceadas elaboradas tienen un costo inferior al balanceado comercial, sin embargo, es el tratamiento 4 conformado por el 100 % de gallinaza y 0 % de harina de pescado, el que reporta el menor costo de elaboración.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

1. La gallinaza, debido a su valor nutricional, puede constituir hasta el 50 % de las fuentes proteicas en la alimentación de tilapias.
2. La Provincia de Imbabura es una zona avícola que produce grandes cantidades de gallinaza, a las cuales debe dárseles una utilidad tanto en el sector agrícola como pecuario, evitando así los efectos contaminantes de ésta.
3. Es mejor utilizar gallinaza de ponedoras en jaulas, ya que la misma esta libre del material de cama que normalmente se usa, o en su defecto, que este no contenga elevados niveles de fibra, como es el caso del aserrín.
4. Para el acondicionamiento de la gallinaza por acción directa de la luz solar en primer lugar hay que separarla de elementos extraños como plumas y material de la cama, para luego dispersarla en capas de hasta 1 cm, sobre plástico negro o toles galvanizados, procurando removerla frecuentemente.
5. Es mejor usar materias primas con bajos niveles de fibra para la alimentación de tilapias, sometidas a un proceso de pretostado para mejorar su digestibilidad y palatabilidad.

6. Debe probarse la inclusión de gallinaza en dietas alimenticias sometidas a procesos de extruido, frente a dietas peletizadas.
7. Para obtener valores precisos de conversión alimenticia, es necesario realizar una experimentación en peceras, usando elementos colorantes en el alimento para poder registrar la cantidad excretada, y mediante esta el alimento consumido.
8. Para obtener menores coeficientes de variación en las variables a medirse, se debe tener poblaciones mayores a 20 peces por unidad experimental, con un peso y longitud similares al inicio de la experimentación, empleando métodos de medición más exactos mediante los cuales se cause el menor estrés posible al pez.
9. Se deben realizar investigaciones referentes a la elaboración de dietas balanceadas para peces, con porcentajes de sustitución entre el 5 y 50 % de fuentes tradicionales de proteína, por subproductos de varias especies animales y vegetales.

RESUMEN

Es importante buscar alternativas que permitan incorporar subproductos animales en la alimentación de otras especies, con la finalidad de obtener resultados similares o mejores a los obtenidos con materias primas tradicionalmente utilizadas.

En base a lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo principal elaborar una dieta balanceada utilizando gallinaza como fuente alternativa de proteína, en la alimentación de tilapia roja macho (*Oreochromis spp.*).

Para tal efecto, se efectuó el experimento en la comunidad de Collapí, parroquia La Carolina, en la provincia de Imbabura, con una duración total de 60 días.

En la realización del experimento se empleó 120 tilapias rojas macho de aproximadamente 15 cm de longitud, las cuales se distribuyeron al azar en 6 tratamientos con 4 repeticiones, conformándose un total de 24 unidades experimentales con 5 peces cada una.

Los tratamientos fueron T1: 25 % gallinaza – 75 % harina de pescado; T2: 50 % gallinaza – 50 % harina de pescado; T3: 75 % gallinaza – 25 % harina de pescado; T4: 100 % gallinaza – 0 % harina de pescado; T5: Control 1 (harina de pescado) y T6: balanceado comercial.

Las variables que se midieron fueron peso final de la biomasa, sobrevivencia, incremento de peso promedio unitario, incremento de longitud promedio unitaria, peso total de alimento suministrado, suministro total de materia seca, conversión

alimenticia, tasa de crecimiento, factor de condición y las características organolépticas del filete de tilapia.

Del análisis de los resultados se concluyó que estadísticamente existe una diferencia significativa para la variable peso final de la biomasa, resultando los mejores tratamientos el T1, T2, T6 y T5, de acuerdo a la prueba de significación de Duncan.

Para la variable incremento de peso promedio unitario y tasa de crecimiento se determinaron diferencias altamente significativas entre tratamientos, determinándose los mejores resultados mediante las pruebas de significación de Tukey y Duncan al 5 %, con los tratamientos T2 y T1.

En relación a la conversión alimenticia hubo diferencias significativas, obteniéndose los mejores resultados con los tratamientos 1, 2 y 5.

En las demás variables tales como sobrevivencia, incremento de longitud promedio unitaria, peso total de alimento suministrado, suministro total de materia seca y factor de condición no se registraron diferencias significativas, por lo que estadísticamente las dietas alimenticias actuaron de la misma manera.

En lo referente a las características organolépticas del filete de tilapia, estas no registraron diferencias significativas, teniendo una buena aceptación por parte de los degustadores.

Del análisis económico se determinó que los costos de producción de las dietas balanceadas con gallinaza, e incluso el Control 1, fueron menores que los de adquisición del balanceado comercial.

SUMMARY

It's important to look for alternatives that allow to incorporate animal by-products in the feeding of other species, with the purpose of obtaining similar or better results to those obtained with matters traditionally used cousins.

Based on the above-mentioned, the present investigation had as main objective to elaborate a balanced diet using hen manure like alternative protein source, in the feeding of tilapia red male (*Oreochromis spp.*).

For such an effect, the experiment was made in Collapi community, The Carolina parish , in Imbabura province, with a total duration of 60 days.

In the realization of the experiment 120 tilapias red male was used of approximately 15 cm of longitude, which were distributed at random in 6 treatments with 4 repetitions, conforming to a total of 24 experimental units with 5 fish each one.

The treatments were T1: 25 % hen manure – 75 % fish flour; T2: 50 % hen manure – 50 % fish flour; T3: 75 % hen manure – 25 % fish flour; T4: 100 % hen manure – 0 % fish flour; T5: Control 1 (fish flour) and T6: balanced commercial.

The variables that were measured were final weight of the biomass, survival, increment of weight unitary average, increment of unitary longitude average, weigh total of given food, total supply of matter dries, nutritious conversion, rate of growth, condition factor and the tilapia fillet perceptive characteristics.

Of the results analysis be concluded that statistically a significant difference exists for the variable final weight of the biomass, being the best treatments the T1, T2, T6 and T5, according to the Duncan significance test.

For the variable increment of weight unitary average and rate of growth highly significant differences were determined among treatments, being determined the best results by means of the tests of significance of Tukey and Duncan to 5%, with the treatments T2 and T1.

In relation to the nutritious conversion there were significant differences, being obtained the best results with the treatments 1, 2 and 5.

In other such variables as survival, increment of unitary longitude average, weigh total of given food, total supply of matter dries and condition factor they didn't register significant differences, because statistically the nutritious diets acted in the same way.

Regarding tilapia fillet perceptive characteristics, these they didn't register significant differences, having a good acceptance on the part of the tasters.

Of the economic analysis it was determined that the costs of production of the diets balanced with hen manure, and even the Control 1, they were smaller than those of acquisition of the one balanced commercial.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bocek, A. s.f. Acuicultura y aprovechamiento del agua para el desarrollo rural: Cultivo de machos de tilapia sexados a mano. Trad. S Castillo, JI Gálvez. (en línea). Alabama, US. Consultado 24 nov. 2007. Disponible en <http://cals.arizona.edu/azaqua/AquacultureTIES/publications/Spanish%20WHAP/TIL6%20MONOSEXO.pdf>
2. Bolaños Sarauz, VA. 2003. Estudio de Prefactibilidad para la producción de Tilapia en la Comunidad Sta. Marianita de Caliche, Cuenca del Río Mira. Tesis de Ing. Agroindustrial. Ibarra, EC, UTN. p. 24.
3. Cantor Atlatenco, F. 2007. Manual de producción de tilapia. (en línea). Puebla, MX. Consultado 24 nov. 2007. Disponible en <http://www.sdr.gob.mx/Contenido/Cadenas%20Productivas/DOCUMENTOS%20CADENAS%20AGROPECUARIAS/acuicolas/tilapia/MANUAL%20TILAPIA.htm>
4. Castillo Campo, LF. 2001. Tilapia roja 2001: Una evolución de 20 años, de la incertidumbre al éxito doce años después. (en línea). Cali, CO. Consultado 4 dic. 2007. Disponible en http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/Colombia/TILAPIA_ROJA.doc
5. COLPOS, MX. s.f. Manual del participante: Cultivo de tilapias en estanques circulares. (en línea). Consultado 24 nov. 2007. Disponible en http://www.sra.gob.mx/internet/informacion_general/programas/fondo_tie rras/manuales/Cultivo_tilapia__estanques_circulares.pdf

6. CORPEI (Corporación de promoción de exportaciones e inversiones, EC). s.f. Tilapia. (en línea). Guayaquil, EC. Consultado 24 nov. 2007. Disponible en http://www.corpei.org/FrameCenter.asp?Ln=SP&Opcion=3_1_3
7. Cultivo de tilapia. 2004. (en línea). Lima, PE. Consultado 1 dic. 2007. Disponible en http://www.produce.gob.pe/mipe/dna/doc/ctilapia_I.pdf
8. De Mendiburu, F. 2007. Diseños experimentales. (en línea). Consultado 11 nov. 2007. Disponible en <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~fmendiburu/Documents/metodos1/capitulo2.pdf>
9. El proceso de elaboración de alimento. s.f. (en línea). Consultado 10 dic. 2007. Disponible en <http://usuarios.lycos.es/larces/id17.htm>
10. Esparza Romero, NL; Celi Celi, KP. 1990. Producción de alimentos balanceados para el engorde de carpa espejo y tilapia nilótica en la provincia de Zamora Chinchipe. Tesis Ing. en Industrias Agropecuarias. Loja, EC, U.T.P.L. p. 13.
11. Estudio de mercado de tilapia en el departamento de Guatemala. 2006. (en línea). Consultado 4 dic. 2007. Disponible en <http://ediciones.prensa.com/mensual/contenido/2000/09/14/hoy/agronoti.htm>
12. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1994. Manual de piscicultura artesanal en agua dulce. Roma, IT, s.e. 208 p. (Serie FAO: Capacitación, N° 24).
13. Fichas técnicas de especies en cultivo. s.f. (en línea). Consultado 10 dic. 2007. Disponible en

http://www.produce.gob.pe/mipe/dna/doc/ecologia/enlace/camaron_de_rio.htm#tilapia

14. Fish, tilapia, raw. 2005. (en línea). Consultado 4 dic. 2007. Disponible en <http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/nutrition/raw.doc>
15. Furuya, VRV; *et al.* 2000. Niveles de inclusión de harina de girasol en la alimentación de la tilapia del nilo (*Oreochromis niloticus*), en etapa juvenil. (en línea). *Zootecnia Tropical*. 18(1). Consultado 11 nov. 2007. Disponible en <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zt1801/texto/niveles.htm>
16. Gallinaza.com y otros orgánicos renovables. 2007. (en línea). México, MX. Consultado 1 dic. 2007. Disponible en <http://www.gallinaza.com/>
17. Guía de peces de agua dulce. s.f. (en línea). Consultado 10 dic. 2007. Disponible en <http://www.elacuarista.com/atlas/O/oreochromis.htm>
18. Harina de pescado. s.f. (en línea). Consultado 10 dic. 2007. Disponible en <http://www.clubdelamar.org/harina.htm>
19. Harina de pescado: De Wikipedia, la enciclopedia libre. 2007. (en línea). Consultado 10 dic. 2007. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Harina_de_pescado
20. Hopher B. 1993. Nutrición de peces comerciales en estanques. México D.F., MX, Limusa. p. 310-311.
21. Huet M. 1998. Piscicultura de los Perciformes. En su: *Tratado de Piscicultura*. Madrid, ES, Mundi-Prensa. p. 281-332.

22. INTA. 1996. Utilización de Gallinaza en la Alimentación Bovina. (en línea). Consultado 30 dic. 2007. Disponible en http://www.funica.org.ni/docs/product_ani_19.pdf
23. Jover Cerdá, M. 1997. La alimentación de Organismos en Acuifactorias. En: Buxadé, C. Tomo XIII: Producción animal acuática. Madrid, ES, Mundi-Prensa. p. 131-150.
24. Labbé, S; Abreu, O; Rincón, R. s.f. Soca de sorgo (*Sorghum bicolor*) y gallinaza en raciones para novillas. (en línea). *Agronomía Tropical*. 28(3): 221-231. Consultado 30 dic. 2007. Disponible en http://www.redpav.avepagro.org.ve/agrotrop/v28_3/v283a004.html
25. López, A. 2003. Piscicultura y acuarios. Lima, PE, Ripalme. p. 71-82.
26. Mantilla Mendoza, B. 2004. Acuicultura: Cultivo de truchas en jaulas flotantes. Lima, PE, Palomino. p. 15.
27. Manual de crianza tilapia. s.f. (en línea). Consultado 1 dic. 2007. Disponible en http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man_tilapia_01.pdf
28. Maza Angulo, L. s.f. Investigaciones: Harinas proteicas de origen animal y su importancia en la nutrición de rumiantes. (en línea). Consultado 10 dic. 2007. Disponible en <http://azoosubol.galeon.com/cvitae275734.html>
29. Montoya, E. 2003. Zoetecnocampo Foro: Comentarios sobre uso de gallinaza o pollinaza en las dietas de engorde bovino. (en línea). Medellín, CO. Consultado 1 dic. 2007. Disponible en <http://www.zoetecnocampo.com/foro/Forum15/HTML/000005.html>

30. Muñoz Latuz, O. 2005. Alimentos de camarones: Extruido vs Peletizado. (en línea). Panorama Acuícola Magazine. 10-13. Consultado 5 dic. 2007. Disponible en <http://www.panoramaacuicola.com/ediciones/PAM%2010-3/10-13.pdf>
31. Notarianni, E. 2006. La Industria de la Tilapia en el Ecuador. (en línea). San José, CR. Consultado 1 dic. 2007. Disponible en http://www.globefish.org/files/La%20Industria%20de_380.pdf
32. Pillay, TVR. 1997. Acuicultura: Principios y Prácticas. Trad. JR Palacios. México D.F., MX, Limusa. p. 446.
33. Piscicultura: Cría de peces. 2001. (en línea). Consultado 4 dic. 2007. Disponible en <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/piscicultura.htm>
34. Reglamento sobre el manejo y control de gallinaza y pollinaza. s.f. (en línea). Consultado 31 dic. 2007. Disponible en <http://www.mag.go.cr/legislacion/2000/de-29145.pdf>
35. Ricaurte Galindo, SL. 2005. Compostaje en las granjas avícolas. (en línea). Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. 6(8):1-9. Consultado 30 dic. 2007. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080805/080502.pdf>
36. Ríos de Álvarez, L; Combellas, J de; Álvarez, R. 2005. Revisión: Uso de excretas de aves en la alimentación de ovinos. (en línea). Zootecnia Tropical. 23(2):183-210. Consultado 31 dic. 2007. Disponible en http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt2302/arti/rios_1.htm

37. Rodríguez Jiménez, VJ. 1999. La problemática de los residuos ganaderos: el caso de la gallinaza. (en línea). Consultado 6 ene. 2008. Disponible en http://www.terra.es/personal/forma_xxi/cono2.htm
38. Tilapia. s.f. (en línea). Consultado 24 nov. 2007. Disponible en http://www.ecuadorexporta.org/productos_down/perfil_producto_tilapia568.pdf
39. Vargas, W. 2004. Análisis de la información: Principales enfermedades. (en línea). Consultado 1 dic. 2007. Disponible en <http://www.soyamex.com.mx/sp/Animal/lance%202004/Acuicultura/WilliamVargaspdf/AIP.pdf>
40. Yacelga Toapanta, DM; Heredia Martínez RF. 1998. Evaluación de incremento de peso, digestibilidad y conversión alimenticia en conejos (*Oryctolagus cuniculus*) Nueva Zelanda, utilizando diferentes porcentajes de gallinaza. Tesis Ing. Agroindustrial. Ibarra, EC, U.T.N. p. 35-53.

ANEXOS

ANEXO 1. ANÁLISIS DE LABORATORIO

Cuadro 42. Análisis bromatológicos de las materia primas

PARÁMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	MUESTRA			
		MAÍZ	TRIGO	CEBADA	MOROCHO
CENIZAS	%	1.28	1.83	2.47	1.19
CALCIO	mg/100 g	10.56	10.71	25.11	10.27
FIBRA BRUTA	%	1.6	2.46	4.10	2.22
GRASA (EXTRACTO ETÉREO)	%	1.98	1.87	2.25	1.45
FOSFATOS	mg/100 g	255	246	198	220
PROTEÍNA	%	533	12.10	9.30	4.85
SÓLIDOS TOTALES	%	87.27	86.88	85.97	87.30
SALMONELLA, PRESENCIA / AUSENCIA	—	*	*	*	*

PARÁMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	MUESTRA			
		MOROCHILLO AMARILLO	SOYA	GALLINAZA	HARINA DE PESCADO
CENIZAS	%	1.33	6.78	30.36	12.55
CALCIO	mg/100 g	9.65	286	851.13	3.78
FIBRA BRUTA	%	1.89	10.07	14.01	Ausencia
GRASA (EXTRACTO ETÉREO)	%	1.56	1.83	4.56	0.14
FOSFATOS	mg/100 g	210	490	175.92	84.35
PROTEÍNA	%	9.9	56.07	13.17	79.70
SÓLIDOS TOTALES	%	86.74	89.10	87.85	92.40
RECUENTO ESTÁNDAR EN PLACA	UFC/g	*	*	2.5 x 10 ⁴	*
RECUENTO COLIFORMES	UFC/g	*	*	1.8x10 ³	*
RECUENTO E. COLI	UFC/g	*	*	100	*
SALMONELLA, PRESENCIA / AUSENCIA	—	*	*	AUSENCIA	*

* = No solicitado

Fuente: Laboratorio de Uso Múltiple, FICAYA., U.T.N., Ibarra, (2006).

Cuadro 43. Análisis bromatológicos de los balanceados

PARÁMETRO ANALIZADO	UNIDAD	RESULTADO				
		T1	T2	T3	T4	T5
Cenizas	%	14.55	12.64	10.50	8.11	10.46
Extracto Etéreo	%	4.682	5.92	7.57	9.12	5.81
Proteína	%	31.82	29.92	29.64	29.70	31.81
Contenido de Humedad	%	8.85	8.82	9.04	8.83	8.97
Fibra cruda	%	7.40	6.13	6.48	6.16	8.18

Nota: Los resultados obtenidos, corresponden solo para las muestras analizadas.

Fuente: Laboratorio de Uso Múltiple, FICAYA., U.T.N., Ibarra, (2007).

Cuadro 44. Análisis fisicoquímico del agua

PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO UTILIZADO	UNIDAD	RESULTADO
Alcalinidad total (como CaCO ₃)	APHA 2320 B	mg/l	108.10
Dióxido de Carbono (CO ₂)	APHA 4500-CO ₂ D	mg/l	4.38
Dureza Total (como CaCO ₃)	APHA 2340 C	mg/l	102.50
Nitritos (NO ₂) ⁻	E.P.A. 354.1	mg/l	0.148
Oxígeno Disuelto (O.D.)	APHA 4500 - O G	mg/l	0.1
pH	APHA 4500 - H ⁺ B		6.92
Turbidez	APHA 2130 B	NTU	110

Nota: Los resultados obtenidos, corresponden solo para las muestras analizadas.

Fuente: Laboratorio de Uso Múltiple, FICAYA., U.T.N., Ibarra, (2007).

ANEXO 2. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL BALANCEADO COMERCIAL



PISCIS
T - 320

ANALISIS GARANTIZADOS	FECHA PRODUCCION
<p>Humedad (Máx.) 12.0%</p> <p>Proteína (Mín.) 32.0%</p> <p>Grasa (Máx.) 4.5%</p> <p>Fibra (Máx.) 6.5%</p> <p>Cenizas (Máx.) 8.5%</p>	
<p>RECOMENDACIONES IMPORTANTES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Procurar consumir dentro de los 45 días subsiguientes a la fecha de producción. 2. El lugar de almacenamiento debe ser fresco, seco y ventilado. No exponer el producto directamente a los rayos solares por mucho tiempo. 	
<p>Un producto de:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: right;"> <p><i>Km. 6 1/2 Durán Tambo</i></p> <p><i>Tel.: 2809491 - 2804200</i></p> <p><i>Fax: 2802262 - 2801150</i></p> <p><i>Casilla 6646</i></p> <p><i>Guayaquil - Ecuador</i></p> </div> </div>	

Mercury 2364969

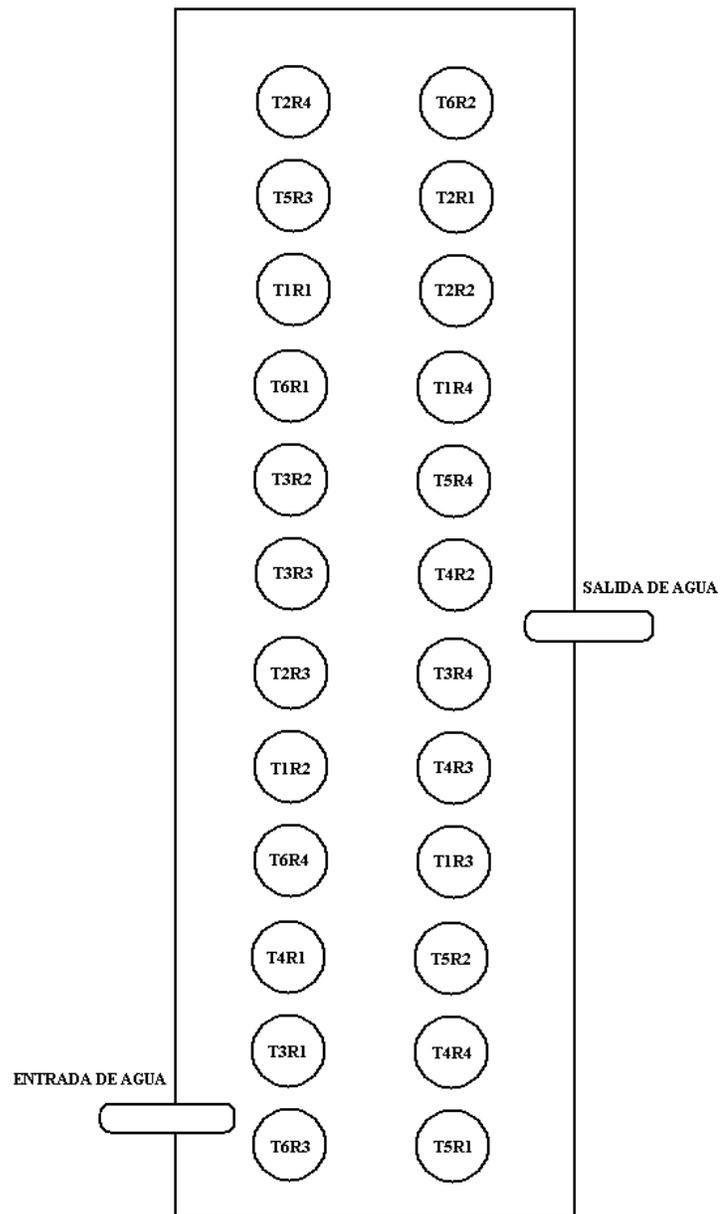
ANEXO 3. COSTOS DE ELABORACIÓN DE LAS DIETAS BALANCEADAS

Cuadro 45. Costos de elaboración de las dietas balanceadas en base a un saco de 40 Kg

MATERIAS PRIMAS E INSUMOS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	T1 (25 % G)		T2 (50 % G)		T3 (75 % G)		T4 (100 % G)		T5 (0 % G)		T6 (B. C.)
			Kg	USD	USD								
Gallinaza	1 Kg	0,03	3,20	0,08	6,40	0,16	9,60	0,24	12,80	0,32	0,00	0,00	
Harina de pescado	1 Kg	0,64	9,60	6,16	6,40	4,11	3,20	2,05	0,00	0,00	12,80	8,22	
Torta de soya	1 Kg	0,46	4,96	2,27	9,48	4,33	14,04	6,42	18,64	8,52	0,36	0,16	
Cebada	1 Kg	0,31	16,16	5,03	9,16	2,85	5,24	1,63	4,40	1,37	17,04	5,30	
Morochillo	1 Kg	0,27	4,48	1,19	6,96	1,86	6,32	1,69	2,56	0,68	8,20	2,19	
Grasa	1 Kg	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Fosfato dicálcico	1 Kg	1,00	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	
Sal	1 Kg	0,25	0,20	0,05	0,20	0,05	0,20	0,05	0,20	0,05	0,20	0,05	
Envases	1 costal	0,12		0,12		0,12		0,12		0,12		0,12	
SUBTOTAL:			40,00	16,30	40,00	14,88	40,00	13,60	40,00	12,46	40,00	17,44	
GASTOS INDIRECTOS													
Mano de obra	1 jornal/hora	1,00											
Servicios básicos (agua, energía eléctrica)	uso/hora	0,33											
Alquiler de maquinaria	1 hora	2,00											
SUBTOTAL:		3,33		3,33		3,33		3,33		3,33		3,33	
TOTAL:				19,63		18,21		16,93		15,79		20,77	23,00

Fuente: El Autor (2007).

**ANEXO 4. DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES
EN EL ESTANQUE**



ANEXO 5. FICHA DE EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA

EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DE FILETE DE TILAPIA ROJA MACHO, ALIMENTADA MEDIANTE UNA DIETA BALANCEADA, UTILIZANDO GALLINAZA COMO FUENTE ALTERNATIVA DE PROTEÍNA

INSTRUCCIONES

Sírvase evaluar cada muestra y marcar con una X una de las cinco alternativas de cada característica de calidad (color, olor, textura, sabor) y aceptabilidad, en los casilleros correspondientes, de acuerdo a la siguiente información:

COLOR

El color debe ser característico de la especie, en este caso, blanco, ligeramente crema o beige, en algunos casos con ligeras manchas de color pardo.

OLOR

Presentara un aroma propio o característico a pescado fresco, y se considerará como defecto un olor levemente agrio, ácido.

TEXTURA

El filete debe ser firme, esponjoso y jugoso; se considera como defectos que sea menos firme y jugoso, suave o arenoso.

SABOR

El filete debe ser ligeramente dulce y jugoso. Los defectos pueden ser sabor insípido o neutral, ligeramente ácido.

ACEPTABILIDAD

En esta característica, actuará el sentido del gusto de acuerdo a su preferencia, esto es de aceptación o rechazo en la escala establecida.

FICHA DE EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA

FECHA: **HORA:**

FICHA N°:

CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVAS	MUESTRAS					
		M1	M2	M3	M4	M5	M6
COLOR	Excelente						
	Muy Bueno						
	Bueno						
	Regular						
	Malo						
OLOR	Excelente						
	Bueno						
	Normal						
	Ligeramente						
	No tiene						
TEXTURA	Excelente						
	Muy Bueno						
	Bueno						
	Suave						
	Muy Suave						
SABOR	Excelente						
	Muy Bueno						
	Bueno						
	Regular						
	Pobre						
ACEPTABILIDAD	Excelente						
	Muy Bueno						
	Bueno						
	Regular						
	Malo						

OBSERVACIONES:

.....

ANEXO 6. FOTOGRAFÍAS

FOTO 1. Galpones Varvel (Tumbabiro)



FOTO 2. Tamizado de gallinaza



FOTO 3. Separación de impurezas de la gallinaza



FOTO 4. Secado solar de la gallinaza



FOTO 5. Análisis bromatológicos de materia primas



FOTO 6. Molturado de las materias primas



FOTO 7. Mezclado de las materias primas



FOTO 8. Adecuación de la masa a peletizar



FOTO 9. Peletizado



FOTO 10. Secado solar de los pellets



FOTO 11. Balanceados envasados



FOTO 12. Adecuación de la jaulas circulares en el estanque



FOTO 13. Alimentación en el estanque



FOTO 14. Cosecha de tilapias



FOTO 15. Eviscerado de las tilapias



FOTO 16. Degustación del filete de tilapia

