

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL  
LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA MARITIMA Y CIENCIAS DEL  
MAR

"EVALUACION Y COMPARACION DE CRECIMIENTO EN PRECRIA DE  
TILAPIA NILOTICA (*Oreochromis niloticus* ) UTILIZANDO  
POLVILLO DE ARROZ Y ALIMENTO BALANCEADO"

TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Título de :

ACUICULTOR

Presentada por:

JORGE ENRIQUE BLACIO GAME

GUAYAQUIL - ECUADOR

1991

A G R A D E C I M I E N T O

Al Ing. Ecuador Marcillo,  
Director de la Tesis presentada, por su ayuda y guías para  
la realización de este trabajo. Al Acui. Jerry Landívar,  
por su colaboración para el desarrollo de esta Tesis.

D E D I C A T O R I A

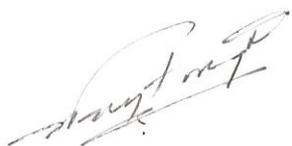
Dedico esta Tesis de  
Grado a mis Padres, a mis  
Hermanas y a la memoria de  
mi abuelo Jorge.

## DECLARACION EXPRESA

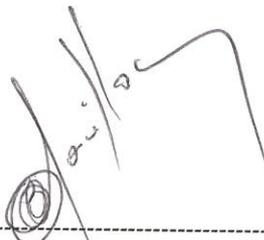
"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jorge Enrique Blacio Game', with a large, sweeping flourish extending to the right.

Jorge Enrique Blacio Game



Ing. Jorge Faytonq D.  
Presidente Tribunal



Ing. Ecuador Marcillo G.  
Director de Tesis



Acui. Henry Alvarez A.  
Profesor Examinador



Acui. Jerry Landívar Z.  
Profesor Examinador



## R E S U M E N

La presente investigación fue realizada para determinar la aceptación del polvillo de arroz como alimento por parte de alevines de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en fase de precría. Se determinaron curvas de crecimiento para tres dietas conteniendo polvillo de arroz con respecto a un control, además del factor de conversión alimenticia, peso promedio final en gramos y otros parámetros. El experimento fue llevado a cabo en tanques de fibra de vidrio con recambio continuo de agua, para poder conocer con exactitud el efecto de las distintas dietas.

## A B S T R A C T

The following research was made to determine the acceptability of rice bran as nourishment source for tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry in nursery stage. Growth curves as well as feed conversion factor and final mean weight were determined for three diets in comparison to a control diet. Experiment was carried out in fiber tanks with continuous water change, in order to determine exactly the effect of the different diets.

## I N D I C E      G E N E R A L

RESUMEN.....	
INDICE GENERAL.....	
INDICE DE FOTOGRAFÍAS, TABLAS Y FIGURAS.....	
INTRODUCCION.....	
ANTECEDENTES.....	
HIPOTESIS.....	
I. DESCRIPCION DE LA ESPECIE.....	
1.1 Taxonomía .....	
1.2 Características Biológicas.....	
1.3 Sistema Digestivo.....	
1.4 Hábitos Alimenticios.....	
II. PREPARACION DE EQUIPOS.....	
2.1 Preparación y Adecuación de Tanques.....	
2.2 Elementos Dietéticos.....	
2.3 Preparación de las Dietas.....	
2.4 Alternativas.....	
III. ADECUACION DE LOS EJEMPLARES.....	
3.1 Distribución en Tanques.....	
3.2 Registro de Mediciones y Parámetros Iniciales.....	

IV. DESARROLLO DEL ENSAYO.....	
4.1 Alimentación Diaria con las Dietas Preparadas.....	
4.2 Precauciones Sanitarias.....	
4.3 Registro de Datos de Crecimiento.....	
V. EVALUACION DEL ENSAYO.....	
5.1 Recolección de Ejemplares.....	
5.2 Determinación de Peso Total y Peso Promedio.....	
5.3 Determinación del Estado Físico de los Ejemplares.....	
5.4 Elaboración de Curvas de Crecimiento.....	
5.5 Evaluación y Comparación de los Efectos de las Dietas.....	
5.6 Analisis Estadístico.....	
5.7 Proyecciones Económicas.....	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	

## INDICE DE FOTOGRAFIAS, TABLAS Y FIGURAS

### A. INDICE DE FOTOGRAFIAS.

Fotografías 1 y 2 .....	
Fotografías 3 y 4 .....	
Fotografía 5 .....	

### B. INDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Composición de Elementos Dietéticos	
Tabla 2. Suministro Diario de Dietas	
Tabla 3. Suministro Diario de Dietas	
Tabla 4. Datos Generales	
Tabla 5. Datos de Muestreo	
Tabla 6. Composición de Aminoácidos del Polvillo de Arroz	
Tabla 7. Datos Estadísticos	

### C. INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Tilapia nilótica	
Figura 2. Tanques de cultivo	
Figura 3. Disposición de tanques	
Figura 4. Composición Porcentual de Balanceado	
Figura 5. Composición Porcentual de Polvillo de Arroz	

Figura 6. Composición Porcentual de Afrecho de Trigo

Figura 7. Composición Porcentual de Sorgo

Figura 8. Composición Porcentual de Torta de Soya

Figura 9. Peso Promedio Final, E1-4

Figura 10. Peso Promedio Final, E5-8

Figura 11. Peso Promedio Final, E1 Vs. E4

Figura 12. Peso Promedio Final, E5 Vs. E8

Figura 13. Factor de Conversión Alimenticia, E1-4

Figura 14. Factor de Conversión Alimenticia, E5-8

Figura 15. Curva de Crecimiento, E1-4

Figura 16. Curva de Crecimiento, E5-8

Figura 17. Curva de Crecimiento, Dietas de Polvillo  
Vs. Control

Figura 18. Curva de Crecimiento, Dietas 75-25 Vs.  
Control

Figura 19. Curva de Crecimiento, Dietas 50-50 Vs.  
Control

Figura 20. FCA Vs. Crecimiento Diario

## INTRODUCCION

En el Ecuador, la industria de la acuicultura ha recibido gran impulso en la última década, principalmente en el área de cultivo de crustáceos, y específicamente en la producción de camarón blanco, *Penaeus vannamei* y *Penaeus stytirostris*. El mercado abierto en los Estados Unidos de Norteamérica y en Europa, ha impulsado a los inversionistas locales y foráneos a duplicar las primeras producciones hasta lograr un primer puesto a nivel mundial en cuanto a exportación de camarón cultivado.

Esta constante presión sobre el aparato productivo camaronero, de mantener un liderazgo que se traducía en ingresos para el país, obligó a las fábricas productoras de alimentos balanceados a dedicar parte de su capital y mano de obra a la creación de productos específicos para crustáceos, con características variadas según el estadio de los ejemplares.

Varios factores, entre ellos, la inflación y la escasez de materias primas, han marcado un encarecimiento de tales productos hasta la presente fecha, por lo que los productores no sólo de especies bioacuáticas sino también de avícolas, porcinas, etc., se han visto obligados a incrementar sus precios de expendio o buscar fórmulas de alimentación más baratas y que produzcan grados de

crecimiento y calidad similares a dietas completas con alimento suplementario (balanceados).

Bajo este contexto, los cultivos de tilapia que requieren de éstos tipos de alimentos balanceados como complemento nutricional, han sufrido un aumento en cuanto a costos de producción, con el consiguiente aumento de precios al consumidor.

La gran adaptabilidad de la tilapia nilótica a varios tipos de alimento que pueden serle suministrados, a más de aprovechar bien el alimento natural que se produce en los estanques (fitoplancton, macrofitas, zooplancton, larvas de insectos), hace que el acuicultor pueda experimentar para encontrar un producto más económico e igualmente nutritivo con el cual compensar una reducción en el suministro de alimento balanceado.

De esta forma, en Ecuador, como país de principios agrícolas, encontramos una gran variedad de productos y subproductos que pueden ser utilizados como fuente de alimentación alternativa o complementaria al uso de alimentos balanceados, con la ventaja del costo reducido de los primeros con respecto a los últimos. Dentro de la lista de los elementos alimenticios que pueden probarse tenemos salvado de maíz, quinoa, torta de soya, harina de trigo, sorgo, como ejemplo.

Esta situación, con sus dos razones principales, el aumento de precios del alimento balanceado y el

amplio rango alimenticio de la tilapia nilótica, motiva la realización de esta investigación, cuyos resultados pudieran aportar a disminuir los costos de producción en la fase de precría de un proyecto de acuicultura dedicado al cultivo de *Oreochromis niloticus*.

El propósito que persigue esta Tesis de Grado es comprobar si la tilapia acepta un subproducto agrícola, el polvillo de arroz, como parte de su dieta, ya que es un elemento nutricional muy económico y se encuentra disponible todo el año en el mercado nacional.

Al no existir hasta la fecha un alimento especialmente formulado para peces de agua dulce y caliente a nivel comercial, el productor debe atenerse a la compra de otras dietas, o bien, buscar una fuente más barata de alimentación para su cultivo. En este sentido, esta Tesis de Grado considera también el punto de vista de una persona perteneciente al sector rural, que debe desarrollar un cultivo de peces de agua dulce sin el problema que significa pagar un alto precio por el alimento que debe suministrar a los animales, y que al final va a mermar considerablemente los ingresos por la venta del pescado. Lo más lógico es buscar un alimento barato que provenga del mismo sistema de producción, o sea, de su misma finca o parcela. El campesino puede buscar un subproducto que sea aceptado por los peces que cultiva, y que al mismo tiempo no le signifique pérdida por usarlo como alimento para los

animales, en vez de venderlo. En este sentido, la producción agrícola tiene una amplia variedad de productos que pueden satisfacer estas condiciones. En el presente ensayo se analiza el polvillo de arroz con alimento de prueba.

Se ha procedido a exponer una breve descripción de las características biológicas y hábitos alimenticios de la tilapia nilótica, la preparación del ensayo (equipos, ejemplares y métodos), se explica el seguimiento paso a paso del proceso, la evaluación del ensayo y sus proyecciones.

## ANTECEDENTES

Dentro de las especies ícticas que se consumen gracias al resultado de técnicas de acuicultura, la tilapia nilótica, (*Oreochromis niloticus*), se perfila como una fuente de proteína animal muy importante, de particular interés para países en desarrollo con déficit nutricional muy marcado en sus poblaciones, especialmente de las zonas rurales.

Siendo este pez de agua cálida, se ha propagado a las zonas tropicales y subtropicales del mundo a partir de su hábitat inicial, el Africa Oriental. De aquí parte el hecho de que el desarrollo de cultivos de este pez haya tomado gran auge desde el año de 1.924 cuando se empezó a experimentar con *Tilapia nigra* en Kenia; ya para 1.939 se desarrollaban cultivos de *Tilapia mossambica* en Indonesia, desde donde se extendió a todo el Lejano Oriente. En los últimos años, la tilapia nilótica ha hecho su aparición en Africa del Oeste, Asia, América del Sur y en algunas islas del Caribe.

En Ecuador, la tilapia nilótica es un pez de introducción relativamente reciente; las primeras especies de peces introducidas al país fueron la carpa común (*Cyprinus carpio*) en el año de 1.881 y posteriormente, en 1.928, se efectuaron las

primeras faenas de producción artificial de otro pez de importación, la trucha arco iris (*Salmo gairdneri*).

En cuanto al género *Tilapia*, no existen datos concretos sobre la introducción de estos cíclidos al Ecuador; por información obtenida en diálogos con personas vinculadas a la actividad piscícola se ha podido saber que en 1.968 se introdujo *Tilapia mossambica* desde Colombia, y posteriormente a principios de los años setenta se introdujo *Oreochromis niloticus* desde Brasil.

La gran versatilidad que presenta la tilapia nilótica en cuanto a aceptación de alimento, capacidad de soportar condiciones desfavorables del medio (temperatura y salinidad variables, bajos niveles de oxígeno disuelto, alta turbidez, etc) y alta tasa de reproducción, la convierten en un pez portador de mucha expectativa para el desarrollo de programas de acuicultura. Si sumamos a todo esto la excelente calidad de su carne, de textura firme, color blanco y poca cantidad de huesos intermusculares, el cultivo de este cíclido africano puede ser visto como un paso adelante en la consecución de proteína animal de bajo costo en países en vías de desarrollo o que tienen un elevado índice de población con deficiencias nutricionales en sus zonas rurales.

En Ecuador, las condiciones del medio son propicias para desarrollar sistemas de cultivo de características extensivas, en los cuales la inversión inicial es relativamente baja y se obtendrían producciones de 600 a 800 kilogramos por hectárea por año; y haciendo una inversión mayor, se puede entrar al sistema de cultivo Semi-intensivo, donde se necesitará un mayor gasto en operación, y con el cual se pueden obtener producciones que varían desde los 800 a los 1.500 kilos por hectárea por año.

De todas formas, el cultivo de la tilapia nilótica en el país se aproxima a únicamente 5.000 hectáreas en los actuales momentos (dato estimativo), mientras que las granjas camaroneras tienen permisos de construcción que suman aproximadamente 140.000 hectáreas.

## HIPOTESIS

La Hipótesis a probar en el presente experimento expone que es factible utilizar como alimento un subproducto agrícola, el polvillo de arroz, mezclado con alimento balanceado en el período de precría de alevines de tilapia nilótica, para poder llevar a los mismos hacia la siguiente fase de crecimiento, que es la de engorde.

Para poder llevar a cabo la Hipótesis presentada anteriormente, se formularán mezclas del subproducto agrícola con el alimento balanceado, y con estas dietas se alimentará a los alevines de tilapia nilótica durante el período de precría.

## CAPITULO PRIMERO

### DESCRIPCION DE LA ESPECIE

#### 1.1 TAXONOMIA.

POSICION TAXONOMICA:

PHYLUM: Vertebrata

SUBPHYLYM: Craneata

SUPERCLASE: Gnatostomata

SERIE: Pisces

CLASE: Teleostei

SUBCLASE: Actinopterygii

ORDEN: Perciformes

SUBORDEN: Percoidei

FAMILIA: Cichlidae

GENERO: Oreochromis niloticus

Nombre Científico: *Oreochromis niloticus*

Nombre Común: Tilapia, mojarra, mojarra africana.

## 1.2 CARACTERISTICAS BIOLÓGICAS.

Las tilapias son peces cíclidos muy extendidos en el Africa intertropical, desde donde han sido llevados a otras regiones del mundo con el ánimo de incorporarlas en sistemas productivos de acuicultura.

Son peces robustos, poco exigentes en lo que se refiere a captación de oxígeno, y fácilmente adaptables a aguas de alta temperatura. Poseen un sólo orificio nasal a cada lado de la cabeza, utilizándolo como entrada y salida de la cavidad nasal; ésta característica las diferencia de las percas, con las cuales poseen gran similitud. Ver Figura 1.

Poseen cuerpo que por lo general es comprimido, con boca protráctil, labios gruesos y rasposos; presentan dientes cónicos y en algunos casos, incisivos. Poseen dientes faríngeos, que les permiten triturar partículas alimenticias más duras y difíciles de ingerir por sí solas.

Como característica de los cíclidos, tienen línea lateral interrumpida, la cual se divide en dos porciones: Superior, que se sitúa desde el opérculo hasta los radios últimos de la aleta dorsal; e Inferior, que surge desde el lugar de la terminación

de la porción superior hasta el fin de la aleta caudal. Poseen escamas ctenoideas.

Las tilapias son encontradas en casi cualquier tipo de hábitat, a saber entre ellos, arroyos permanentes y temporales, agua salada, ríos anchos y profundos, estuarios, lagunas costeras, aguas salobres, lagos de agua dulce, lagos pantanosos, etc. Las tilapias que son objeto de cultivo permanecen la mayor parte del tiempo en zonas poco profundas, cerca de las orillas.

Se puede encontrar tilapias en áreas en donde las temperaturas de la temporada invernal no sean inferiores a 20 grados centígrados, siendo su desarrollo óptimo sobre esta temperatura y hasta los 30 grados , e incluso más. Su temperatura crítica inferior se sitúa entre los 12 y 13 grados Centígrados.

En cuanto a salinidad, algunas especies son eurihalinas, por lo cual tienen la capacidad de adaptarse a la salinidad del medio, como en el caso de *Tilapia mossambica* y *Oreochromis niloticus* .

Las tilapias pueden vivir en condiciones apremiantes de oxígeno, ya que son resistentes a las bajas concentraciones del mismo; este fenómeno se

explica por el hecho de que su sangre puede saturarse del gas aún cuando la presión parcial del mismo es muy baja. Mientras más baja sea la concentración de oxígeno del medio, la tilapia se verá obligada a reducir su consumo; es así que soporta concentraciones bajas, hasta de 3 mg/lt. Si se experimenta una reducción de la concentración bajo este nivel, hasta de 1 mg/lt, la tilapia se vuelve anaeróbica y puede sobrevivir por cortos períodos en concentraciones de <1 mg/lt.

En los medios en que se encuentran estos peces, por lo general el pH posee concentraciones de entre 7.00 y 8.00, especialmente si se trata de un estanque productivo; los valores de alcalinidad y dureza del agua son normales, de 60 a 80 miligramos de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  por litro.

### 1.3 SISTEMA DIGESTIVO.

Tilapia nilótica está catalogada actualmente como una especie micrófaga omnívora (+ Huet, 1985), con tendencias herbívoras, por lo cual posee un estómago muy reducido y un intestino largo y fino, ya que la celulosa que recubre las células vegetales es de difícil digestión. Bacterias y protozoarios simbiotes son activos en la digestión de la celulosa

y quitina debido a la carencia en los peces de las enzimas necesarias para tal efecto.

Por lo general busca alimento fitoplanctónico, ya sea en el fondo o en la superficie; de aquí que las diatomeas formen parte importante de su alimento natural.

Puede incluso alimentarse de algas verde-azuladas que no son digeribles a otras especies de peces (Fish, 1955; Moriarty & Moriarty, 1973).

En tilapia, al igual que en la mayoría de los peces herbívoros, no existe una clara diferenciación del estómago ni de los ciegos pilóricos. Los peces engullen alimento hasta que logran llenar el intestino; la digestión se realiza en un lugar determinado del mismo, y los alimentos que están situados detrás de este punto son expulsados junto con los desechos de excreción, con lo cual se pierde rendimiento en la digestibilidad.

Otras adaptaciones de las tilapias a su manera de alimentación herbívora son visibles en los pliegues del intestino, en la forma de los dientes, con formas bicúspides o tricúspides, y dientes faríngeos para triturar.

#### 1.4 HABITOS ALIMENTICIOS .

La tilapia nilótica está catalogada como omnívora micrófaga; su alimentación se basa en la filtración de alimento de origen microscópico, especialmente fitoplancton; puede buscar alimento en toda la columna de agua, a pesar de que sus tendencias la llevarán a remover el fondo en busca de su sustento. Además, es capaz de alimentarse de larva e insectos adultos, especialmente mosquitos, gusanos poliquetos y crustáceos.

Huet (1985) asegura que la piscicultura de tilapias puede hacer uso de alimentos tan variados como hojas de platanero y casabe, salvado de arroz, residuos de fruto de palma y cacahuete (maní) y granos de algodón. Además afirma que todas las especies de tilapias aceptan las harinas vegetales sin problemas. Acepta perfectamente el alimento balanceado comercial.

Tilapia nilótica tiene hábitos alimenticios diurnos, por lo que durante el día se las localiza cerca de las orillas de los estanques, entre la vegetación, buscando su alimento.

## CAPITULO SEGUNDO

### PREPARACION DE EQUIPOS

#### 2.1 PREPARACION Y ADECUACION DE TANQUES.

Para efectos de mantener un control absoluto sobre los ejemplares de este ensayo, y para lograr el mayor aprovechamiento posible del espacio disponible para experimentación, se procedió a disponer de dos tanques circulares de fibra de vidrio, de propiedad del Proyecto Piscícola de la ESPOL. Estos tanques tienen 1,80 mts. de diámetro y 1,0 mt. de altura. Su interior está pintado de color blanco y es de textura lisa. Están alimentados por tuberías de PVC de 2 pulgadas, con válvulas para cada tanque. El vaciado de los mismos se lo hace mediante tubería similar situada en el fondo y centro del tanque.

Se procedió a subdividir cada tanque en 4 espacios usando separaciones de malla plástica extruída, con ojo rígido, cuyas medidas son de 1 mm por 2 mm, lo suficientemente pequeño para evitar el libre paso de alevines de un espacio a otro, y lo

suficientemente grande como para permitir un cierto grado de movilidad al agua. Ver Figura 2 y Foto # 1.

Una vez instalada dicha separación, se procedió a fijar los bordes de la malla a la superficie del fondo del tanque mediante la aplicación de silicón transparente General Electric. Después de esta aplicación, cada tanque tuvo un lapso de 48 horas para secarse y endurecerse.

En el centro de cada tanque, que es el lugar en donde se interceptan las mallas, se procedió a coser los bordes libres con hilo nylon # 18, quedando así perfectamente aislada cada subdivisión de cada tanque.

Previamente a esta adecuación se realizó una limpieza y desinfección integral de cada tanque con detergentes y utilizando hipoclorito de sodio como agente desinfectante. Igualmente, una vez instaladas las mallas, se procedió a realizar otra limpieza para remover cualquier residuo que perjudicara a los alevines.

Cada tanque tiene su propio difusor de aire y llave para el control de recambio de agua, al igual que un flotador de forma cuadrada, hueco en su interior, dentro del cual se colocará el alimento diariamente. Tal flotador tiene como objetivo evitar que el alimento que será colocado en el mismo, se

disgregue por toda la superficie del agua y se pierda de vista al alevín. Aparte de esto, el flotador acostumbra al animal a recibir el alimento en un lugar determinado, para evitar buscarlo por todo el tanque. Los flotadores están contruídos de espumaflex (poliestireno) de color blanco. Fotos 3, 4 y 5.

Los tanques se encuentran localizados en un galpón contiguo a las oficinas del Proyecto Piscícola; están limitados por una cerca de malla y se hallan sobre soportes metálicos, aproximadamente a 50 cm. sobre el piso. En total, son ocho espacios para ocho pruebas de alimentación; cada espacio tiene un área de 0,64 metros cuadrados aproximadamente, con un volumen de agua de 0,51 metros cúbicos para cada espacio, ya que la columna de agua utilizable es de 0,8 metros de altura. Ver Figura 3 y Foto # 1 y 2.

## 2.2 ELEMENTOS DIETÉTICOS.

Para la selección de los productos nutritivos que se deben utilizar en un ensayo de esta naturaleza, se tomó en cuenta una serie de factores, entre los cuales tenemos el precio de los mismos, el grado de nutrientes (básicamente proteínas, carbohidratos, lípidos y fibra), la facilidad de conseguirlos en una zona rural, como sería el área de aplicación de los

resultados del presente ensayo, la disponibilidad de tales productos nutritivos durante el año, la durabilidad de dichos elementos para efectos de embodegaje, la facilidad de mezcla junto a otro producto, etc.

Para el ensayo presente se eligió un elemento dietético, el polvillo de arroz, el cual proviene del procesamiento del arroz en cáscara, y en ocasiones se lo considera como un subproducto o desecho, llegando a quemarlo como elemento inservible en algunas piladoras. En estudios realizados por la Universidad de Cuenca, en su Instituto de Investigaciones de Ciencias Técnicas, se pudo determinar que este subproducto tiene mucho más proteína en sí mismo que el propio grano de arroz, pues mientras el polvillo arrojó resultados de contenido de proteína del 7 al 18,25 % , el grano de arroz presenta un contenido proteico del 8,54 %; igual situación se da con el parámetro de materias grasas, de las cuales el polvillo tiene un 16,92 % mientras el grano registra un 1,51 %. En cuanto al contenido de fibra, ambos productos presentan un índice muy parejo; el polvillo contiene un 8,8 % de fibra y el grano, un 8,1 %. Ver Tabla # 1 y Graficos # 4 y 5.

El precio de este producto no es muy variable, especialmente en las zonas rurales, en donde se consiguió dicho nutriente para este ensayo a un precio equivalente de S/. 20,00 la libra, o sea, S/.

44,00 el kilogramo. Este producto es relativamente fácil de conseguir en las zonas rurales de las provincias de la costa debido a la cantidad de piladoras existentes en las cercanías de pequeñas poblaciones. Existe buena disponibilidad de este elemento durante el año por tratarse de un subproducto derivado de un producto de ciclo corto y de buena producción a nivel nacional.

El polvillo puede ser almacenado sin sufrir alteraciones en su constitución, a no ser por la invasión de insectos (gorgojos). Es preferible embodegarlo en lugares secos, preferentemente no calientes. Su durabilidad en tales condiciones se prolonga por tres meses o más, lo cual es suficiente para abastecer un ciclo de precría de tilapia nilótica.

El polvillo puede mezclarse fácilmente con otros elementos, en especial si éstos últimos tienen diámetro fino; tiene mucha flotabilidad, lo cual asegura que el alevín pueda localizarlo en la superficie del agua.

El elemento de control para este ensayo es alimento balanceado comercial, producido por una fábrica de la localidad, cuyas instalaciones están situadas en la vía Guayaquil-Daule.

Dicho producto, al igual que productos similares, no ofrecen información sobre los componentes específicos tales como porcentaje de grasas, fibra, hidratos de carbono, aglutinantes o vitaminas, por ser una fórmula de propiedad de la compañía. El único dato disponible es el porcentaje de proteína contenido, que en el presente caso es del 22 %, el mayormente utilizado para la alimentación de este tipo de peces; otra información disponible asegura que el porcentaje de humedad del balanceado no pasa del 12 %, y que el contenido de grasas es del 4,5 %.

Al momento de la compra de este producto, el precio de venta al público es de S/.13.100,00 por saco de 45 kilogramos; esto representa un precio de S/. 290,00 por kilo, incluido transporte.

La disponibilidad de este tipo de productos se da todo el año por ser una industria constante; el inconveniente se presenta por cuanto el elemento se produce en la zona industrial de la ciudad, en el presente caso, Guayaquil, y para ser repartido a zonas rurales debe ser distribuido en agencias, lo cual, en cierto momento, pudiera producir desabastecimiento o encarecimiento del producto.

Este producto tiene una vida limitada, por lo tanto es preferible hacer un cálculo estricto de las

reservas necesarias, puesto que al cabo de los dos meses de manufactura, el producto degenera, se contamina con hongos, y poco a poco se deteriora.

El alimento balanceado, según sea su composición será más o menos compacto y su grado de disgregación será menor cuanto mejor sea el aglutinante utilizado, sin mermar la calidad del producto. En este sentido, los pellets pueden permanecer en la superficie del agua, suspendidos por un cierto tiempo hasta que sean saturados y caigan al fondo del estanque. Para precias de ensayo, como en el presente caso, se muele el alimento con el fin de poder mezclarlos con otros elementos dietéticos. Si el diámetro del producto luego de molido es muy pequeño, éste permanece por largo tiempo en la superficie gracias al fenómeno de la tensión superficial. Esto ayuda a que la mezcla sea fácilmente localizada por los peces en la superficie y por ende, se logre un mayor aprovechamiento del alimento. Además, con el proceso de molienda, se facilita a los alevines la tarea de triturar el alimento, que en otra forma les daría ciertas dificultades para engullir. La molienda del alimento balanceado es una tarea sencilla, que puede realizarse con un molino manual sin mucho esfuerzo, debido a que es de consistencia relativamente suave.

Más información sobre los elementos dietéticos se presentan en la Tabla # 1, que presenta

la composición porcentual de los mismos, y en los Gráficos # 4 y 5.

### 2.3 PREPARACION DE LAS DIETAS.

En este punto es conveniente empezar afirmando que el presente experimento consta de cuatro dietas distintas las cuales son, a saber: alimento balanceado puro, a manera de control; polvillo de arroz puro, sin mezclas; una mezcla de polvillo de arroz y alimento balanceado en donde el polvillo corresponde al 75 % de la mezcla, y una última dieta en la cual el polvillo y el alimento balanceado están mezclados en una proporción 50-50.

La finalidad de este grupo alimenticio es probar distintas dietas, ya sean puras o mezclas, para obtener curvas de crecimiento que nos permitan determinar la dieta más económica que sea aceptada por los alevines, y que al mismo tiempo, sea fácil de formular.

Tal idea no es nueva, puesto que siempre se buscan fuentes de proteína barata para la alimentación animal, y en especial para especies de cultivo. Una experiencia similar a la presente, la cual ha dado mucho impulso a la realización de la presente Tesis,

es la practicada por Wannigama, Weerakoon y Muthukumarana, entre 1980 y 1982 en Sri Lanka. Los experimentos llevados a cabo por dichos científicos fueron encaminados a probar la posibilidad de realizar cultivos de Tilapia en jaulas y a abaratar los costos de producción mediante el uso de ingredientes dietéticos más baratos, utilizando el polvillo de arroz.

En este sentido, todo ahorro en el rubro de alimentación, siempre que no afecte en la calidad del producto final es un punto que debe considerarse dentro de las actividades actuales de acuicultura, considerando los altos costos que alcanzan los alimentos preparados para especies bioacuáticas en particular.

Para el presente ensayo, se determinó que se tendría dos ensayos (denominados E 1 y E 5) con alevines alimentados con una dieta del 100 % de alimento balanceado, para hacer la función de control del experimento. En los siguientes dos ensayos se tendrían las dietas conformadas únicamente con polvillo de arroz, en E 2 y E 6; en los ensayos E 3 y E 7 se colocan alevines que serían alimentados con una dieta con mezcla de 75 % Polvillo de Arroz y 25 % de alimento balanceado, y por último, en los ensayos E 4 y E 8 se suministraría a los alevines una dieta conformada por 50 % polvillo de arroz y 50 % de alimento balanceado.

Esquematizando lo anterior, los dos tanques que contienen ocho ensayos se ordenan de la siguiente manera:

**TANQUE 1: EXPERIMENTO**

E 1: 100 % Alimento Balanceado (control)

E 2: 100 % Polvillo de Arroz

E 3: 75 % Polvillo de Arroz + 25 % Alimento Balanceado

E 4: 50 % Polvillo de Arroz + 50 % de Alimento Balanceado

**TANQUE 2: REPLICA**

E 5: 100 % Alimento Balanceado (control)

E 6: 100 % Polvillo de Arroz

E 7: 75 % Polvillo de Arroz + 25 % de Alimento Balanceado

E 8: 50 % Polvillo de Arroz + 50 % de Alimento Balanceado

Este esquema se encuentra en el Grafico 3.

Como puede apreciarse, en orden numérico ascendente, los ensayos que están contenidos en el Tanque # 2 y sus subdivisiones constituyen la réplica obligada de los ensayos del Tanque # 1. Debido a las limitaciones de espacio, tanques y mano de obra en el Proyecto Piscícola al momento de desarrollar esta Tesis, no fué posible realizar la adecuación de otros tanques para obtener un mayor número de réplicas al experimento principal.

Los porcentajes indicados arriba corresponden a partes del alimento diario suministrado a cada ensayo. El alimento diario que se suministra depende de la biomasa de cada ensayo y de la tasa de crecimiento que se determina por medio de muestreos periódicos a todos los ensayos. La explicación detallada de la tasa de alimentación se encuentra en el Capítulo Cuarto, punto 4.1, Alimentación Diaria con las Dietas Preparadas.

Para la preparación de las dietas se realizan los siguientes pasos:

- a) Alimento Balanceado.- Se procede a moler una cantidad suficiente, que se mantendrá en frascos herméticos para evitar contaminación.
  
- b) Polvillo de Arroz.- Se procede a moler una cantidad similar al punto anterior, pero luego de esto

se tamiza el producto. El tamiz tiene 1 milímetro cuadrado, que deja pasar partículas de tamaño adecuado para los alevines del presente experimento.

Se mantienen cantidades de los dos productos anteriores listos para su utilización, en frascos con su respectiva tapa protectora.

Para alimentar, cada día durante el tiempo del experimento se pesa en una balanza electrónica las cantidades exactas de cada elemento dietético que se usará; así tenemos que para E 1 y E 5 se pesa el 100 % de alimento balanceado y se los coloca en recipientes previamente marcados para cada ensayo del tanque correspondiente. Para los ensayos que requieren dietas con mezcla de dos elementos dietéticos, se pesa primeramente uno de los elementos hasta completar el porcentaje correspondiente, y luego se completa el 100 % con el otro elemento; acto seguido se procede a mezclar con ayuda de una espátula hasta obtener un compuesto homogéneo.

Este proceso se realiza para los recipientes marcados E 3, E 4, E 7 y E 8, que son los que corresponden a los ensayos en que se suministra una dieta conformada por dos elementos dietéticos. Es importante que la mezcla sea bien realizada para que los alevines ingieran ambos elementos de la misma.

## 2.4 ALTERNATIVAS.

En este ensayo se ha utilizado el alimento balanceado como control para comparar las características del polvillo de arroz. Posibles alternativas para reemplazar al polvillo de arroz pudieran ser el afrechillo de trigo, con un 17,4 % de proteínas, 4,9 % de grasas y 6,2 % de fibras, con un precio en el mercado actual de S/. 4.000,00 el saco de 50 kilogramos, o S/. 80,00 el kilogramo.

Otra alternativa a probarse puede ser el sorgo, que en grano posee 10,17 % de proteínas, 2,52 % de grasa y un 2,16 % de fibras. Este producto no es recomendado, sin embargo, por los autores Hepher y Pruginin, que manifiestan por experiencia en granjas piscícolas de Israel, que la tilapia no ingiere este cereal.

Como tercera alternativa tenemos la torta de soya, que posee entre el 40 y 46 % de proteínas, cerca del 5 % de grasas y un 6 % de fibras. A pesar de estos valores, relativamente atractivos en lo que a nutrición se refiere, debemos considerar los puntos limitantes referentes a su utilización, tales como el precio, que en el mercado actual se sitúa cerca al del alimento balanceado del alta proteína, con lo cual no se podría tener una dieta más económica usando torta

de soya; y el hecho de que la soya posee un Factor Inhibidor de la Tripsina, el cual hace que la misma forme compuestos irreversibles con las proteínas del tipo de las globulinas, ocasionando efectos desfavorables para crecimiento.

Entre estos factores podemos mencionar la reducción de la digestibilidad de las proteínas, reducción de la energía metabolizable, hipertrofia pancreática, reducción de la actividad de la lipasa intestinal y bajo aprovechamiento de los minerales y vitaminas. Ver Tabla # 1 y Gráficos # 6, 7 y 8 para información sobre los elementos nutricionales.

## **CAPITULO TERCERO**

### **ADECUACION DE LOS EJEMPLARES**

#### **3.1 DISTRIBUCION EN TANQUES.**

Se procedió a distribuir 50 ejemplares de alevines de tilapia para cada uno de los ensayos, desde E 1 hasta E 8, conformando un total de 400 alevines para todo el ensayo.

Los alevines proceden de la Estacion Piscícola "El Chame" de la ESPOL, y son alevines que exceden del tamaño ideal para el proceso de Reversión Química de Sexo, por lo cual son aprovechables para la presente experiencia. Datos en lo referente a mediciones y promedios se detallan en el punto 3.2 a continuación. Los alevines son de sexo mixto.

#### **3.2 REGISTRO DE MEDICIONES Y PARAMETROS INICIALES.**

El comienzo del presente ensayo fue el día 16 de Mayo de 1990. Se registraron los siguientes datos generales de la población:

Peso Promedio General: 0,65 gramos.

Longitud Promedio General: 15,7 mm.

Recambio de Agua del Sistema: 86 % diario.

Densidad de Siembra: aprox. 78 alevines/metro cuadrado

La distribución de los alevines en cada espacio para ensayo es totalmente aleatoria; el número de alevines en cada uno de los ensayos, sin embargo, es exacto para poder realizar las correcciones a las tablas de alimentación.

Para el presente ensayo se procedió a realizar muestreos para determinar Peso Promedio y Crecimiento Diario para efectos de corrección de la tabla de alimentación. El muestreo no pudo contemplar la longitud promedio debido a que obtener lecturas de longitud de cada uno de los alevines para calcular el promedio, representa un alto grado de manipuleo, aún para un grupo pequeño (muestra) dentro de cada uno de los ensayos, y por el hecho de que el parámetro importante dentro de este ensayo es el peso, independiente de la longitud.

Los muestreos se hicieron de acuerdo a un calendario previamente establecido para el efecto, durante la mañana, antes de alimentar. Cada uno de los diferentes grupos se muestrea individualmente y los resultados son anotados para luego obtener todos los datos y ordenarlos en tablas. Los muestreos tuvieron lugar cada 12 a 15 días aproximadamente.

Para producir las tablas de resultados del presente ensayo se tomaron en cuenta los muestreos, con los pesos promedio y el número de animales muestreados; cantidad de alimento suministrado diariamente en cada uno de los distintos elementos dietéticos, alimento total suministrado, biomasa total cosechada, factor de conversión de alimento y curvas de crecimiento.

## CAPITULO CUARTO

### DESARROLLO DEL ENSAYO

#### 4.1 ALIMENTACION DIARIA CON LAS DIETAS PREPARADAS.

Para elaborar las tablas de alimentación del presente experimento, se consideró una serie de factores que afectan directamente a los alevines: que provienen de un medio rico en alimento natural (fito y zooplancton) a un medio prácticamente estéril, con un recambio casi total (aprox. 86 % diario), el cual no permite la formación de colonias de algas que pudieran servir de alimento; la sobrepoblación a la cual van a ser expuestos los alevines en los espacios de experimentación (aprox. 78/metro cuadrado) en relación con un estanque abierto; la baja temperatura que se tiene en los tanques de experimentación (promedios de 22 grados Centígrados para la tarde y de 20 para la mañana) con relación a los estanques abiertos de cultivo (aprox. 25 a 28 grados Centígrados), y la total necesidad de que dependan exclusivamente del alimento artificial que se les suministre para su supervivencia y crecimiento.

Todos estos factores inciden para que se diseñe un sistema de alimentación distinto a una precría tradicional de estanque abierto: en lugar de utilizar una tasa de alimentación del 1 al 3 % como lo sería normal en un estanque de cultivo, se suministrará alimento en un 10 % del peso de la biomasa total de cada ensayo por día; esto se hará para no crear un efecto desfavorable en los alevines por la súbita reducción de la cantidad de alimento disponible al pasar de un medio de cultivo (estanque abierto) a un tanque de experimentación.

Esta tasa de alimentación es perfectamente justificable en vista de la alta densidad de alevines que se coloca en cada tanque, al alto recambio de agua por día que elimina la formación de algas que puean ser utilizadas como alimento y no permite contaminación del agua, y a la carencia de alimento natural. Aún así, esta densidad es baja si se la compara a la que fue utilizada por Sánchez y Vásquez, en la Estación de Investigaciones de Acuicultura de Manzanillo, Cuba, entre abril y mayo de 1980 (160 alevines por metro cuadrado) para realizar trabajos sobre niveles óptimos de proteína, y que es igual a la utilizada por Uchida y King, en 1962, para trabajos de cultivo en jaulas (160 alevines por metro cuadrado). Y es aún menor si la comparamos con la densidad utilizada para fines de cultivo comercial en la Granja Baobab en Mombasa, Kenya, que es de 1.000 a 2.000 alevines por metro cúbico.

Se realiza una limpieza cada semana para remover los detritos que puedan quedarse en las esquinas entre la malla y la pared de los tanques y en los pliegues de las mallas de divisiones, así como en el fondo, para evitar el enturbiamiento del agua por la acumulación de detritos y evitar la proliferación de bacterias y hongos.

La cantidad de alimento suministrado se calcula de acuerdo a los datos recogidos en los muestreos planificados; considerar que el 10 % es una cantidad fija que depende de la lectura del peso promedio obtenida en el muestreo previo. Así, la cantidad de alimento que reciban los alevines siempre será el 10 % para todos los ensayos, pero el peso que ese diez por ciento represente para un ensayo en particular dependerá exclusivamente de la biomasa calculada utilizando los datos de los muestreos. Este sistema permite calcular exactamente la cantidad de alimento que se debe suministrar a cada ensayo en función del crecimiento que hayan obtenido los alevines con la dieta respectiva. Ver Tablas # 2 y 3.

#### 4.2 PRECAUCIONES SANITARIAS.

Para mantener en lo posible a los ejemplares en las mejores condiciones de salud, a pesar de que

tilapia es una especie bastante resistente a condiciones adversas, en el presente experimento se tomaron en cuenta las siguientes precauciones:

a) Al inicio del experimento, se procedió a desinfectar cada tanque mediante una limpieza integral con agua, jabón y una solución de hipoclorito de calcio (200 ppm), y se dejó curar las mallas de nylon para las divisiones, para luego proceder a desinfectarlas junto con los tanques.

b) Al inicio de las pruebas, se procedió a desinfectar el agua con una solución mixta compuesta por 0,2 p.p.m. de Verde Malaquita libre de Zinc (no tóxico) y de 40 p.p.m. de Formalina.

c) Cada semana se administró a cada tanque 25 ml de Formalina por cada metro cúbico de agua, a manera de preventivo contra protozoarios.

d) Cada semana se realizó limpieza por sifón para extraer los residuos de alimento y detritos.

e) Se suministró un recambio continuo de agua para asegurar un buen nivel de oxígeno disuelto y baja turbidez. El agua utilizada en el experimento

procedía de dos tanques reservorios donde se declorinaba por aireación y reposo.

#### 4.3 REGISTRO DE DATOS DE CRECIMIENTO.

Los datos de crecimiento que se usaron para determinar curvas de crecimiento y tablas de alimentación se obtuvieron por medio de muestreos. Estos muestreos recogen datos específicos: peso promedio de cada grupo de experimentación, población, peso total estimado a la fecha, peso promedio general.

Los muestreos se realizaron de la siguiente manera:

a) Se procedía a bajar el nivel de los tanques, para lo cual se liberaba el ducto de salida, con cuidado de no perder ejemplares en la descarga de agua. Una vez rebajado el nivel (se dejaba una columna de agua de aproximadamente 5 cm de altura), se procedía a la captura de los ejemplares, ya sea de manera total o sólo elementos para una muestra. Estos ejemplares eran colocados en un recipiente con agua y llevados al edificio contiguo, el laboratorio del Proyecto Piscícola, donde se procedía al pesaje del grupo, contajes y a la devolución de los peces al tanque respectivo que previamente ha sido limpiado. Este procedimiento se realizaba para cada uno de los grupos de prueba, desde E 1 hasta E 8.

b) Los datos obtenidos en los pesajes con balanza electrónica y el contaje son registrados para cálculos posteriores.

c) Los tanques son limpiados con sifón para remover impurezas del fondo y de las paredes. Inmediatamente se procede a limpiar y a llenar los tanques con agua fresca. Los alevines son entonces colocados nuevamente en sus espacios respectivos.

Para el presente ensayo, se determinó la posibilidad de realizar seis muestreos, a fin de que proporcionen los datos suficientes para los cálculos finales de la experiencia, y, al mismo tiempo, se evite un estrés que significaría a los alevines tener que someterlos a un programa de muestreos muy seguido.

Las fechas de muestreo quedan establecidas como sigue:

Inicio del Experimento: Mayo 17

Primer Muestreo: Mayo 27

Segundo Muestreo: Junio 8

Tercer Muestreo: Junio 20

Cuarto Muestreo: Julio 5

Quinto Muestreo: Julio 21

Sexto Muestreo: Agosto 9 (Muestreo Final)

La duración total del experimento de precría fue de 61 días. Luego de terminada este periodo, se procedió a realizar la inspección de los ejemplares, la elaboración de curvas de crecimiento, procesamiento de datos y preparación del informe del experimento.

## CAPITULO QUINTO

### EVALUACION DEL ENSAYO

#### 5.1 RECOLECCION DE EJEMPLARES.

Una vez concluido el tiempo de la precría experimental (61 días), se procedió a la recolección de todos los ejemplares de cada uno de los ensayos (E 1 a E 8). Esto se realizó de manera similar a un muestreo, bajando los niveles de agua en ambos tanques, y luego procediendo a la recolección total de cada grupo. Los ejemplares cosechados fueron analizados para obtener datos para los cálculos indicados en los puntos del presente capítulo. Concluida la recolección de datos, los ejemplares fueron depositados en peceras acondicionadas previamente (limpieza, conexión de aereadores y/o recambio de agua), donde fueron mantenidos hasta llevarlos a Engorde en la Estación Piscícola "El Chame".

La población total del experimento y la individual de cada grupo fué igual para el final de la experiencia que para el inicio debido a que el control sobre los animales fue continuo, a que los alevines que se trajeron desde la Estación Piscícola "El Chame" presentaban buena forma, y a que se trató de darles

las mejores condiciones para su desarrollo. La única mortalidad que se registró ocurrió al inicio del experimento, al descubrir un alevín que arribó infectado por hongos, por lo que se procedió a aislarlo y desecharlo. La población final total fue de 400 peces sobre un inicial de 400, lo cual representó una supervivencia del 100 %.

## 5.2 DETERMINACION DE PESO TOTAL Y PESO PROMEDIO.

La determinación del Peso Total se hizo pesando la totalidad de los ejemplares de cada grupo, desde E 1 hasta E 8, para así obtener el peso total de cada grupo y el peso total cosechado, que sirvió para la determinación del Coeficiente de Conversión Alimenticia (F.C.F., por sus siglas en inglés, Feed Conversion Factor). La fórmula que expresa tal cálculo es:

$$P \text{ tot} = P1 + P2 + P3 + \dots + P8$$

La determinación del Peso Promedio se realizó dividiendo el peso total de cada grupo para la población correspondiente a cada uno de estos grupos. Calculamos el peso promedio para cada dieta y el Peso Promedio General. La fórmula para tal cálculo es:

$$\text{Peso Promedio} = \frac{P1 + P2 + P3 + \dots + P8}{\text{-----}}$$

Poblacion Total (E1 -> E8)

En la presente experiencia, los resultados de Peso Total y Peso Promedio son como se detalla a continuación:

TANQUE 1:

E 1: PESO TOTAL: 438,186 GR.; PESO PROMEDIO:  
8,764 GR.

E 2: PESO TOTAL: 111,17 GR.; PESO PROMEDIO:  
2,224 GR.

E 3: PESO TOTAL: 140,156 GR.; PESO PROMEDIO:  
2,803 GR.

E 4: PESO TOTAL: 194,489 GR.; PESO PROMEDIO:  
3,890 GR.

TANQUE 2:

E 5: PESO TOTAL: 518,010 GR.; PESO PROMEDIO:  
10,360 GR.

E 6: PESO TOTAL: 122,794 GR.; PESO PROMEDIO:  
2,456 GR.

E 7: PESO TOTAL: 151,037 GR.; PESO PROMEDIO:  
3,020 GR.

E 8: PESO TOTAL: 190,624 GR.; PESO PROMEDIO:  
3,812 GR.

Los datos de pesos se encuentran al detalle en los Graficos # 9, 10, 11 y 12.

### 5.3 DETERMINACION DEL ESTADO FISICO DE LOS EJEMPLARES.

La determinación del estado físico de los ejemplares se refiere a las observaciones que se hacen directamente sobre los peces cosechados para observar factores fuera de lo normal, tales como lesiones, infestaciones por protozoarios, malformaciones que puedan deberse a factores genéticos o nutricionales, problemas sanitarios en general que se manifiestan en comportamiento anormal: nado errático, letárgico, permanencia en el fondo, inclinación al nadar, etc.

En el presente ensayo cabe resaltar que, gracias al programa de sanidad preventiva seguido, no se encontró infestación de protozoarios; tampoco se observaron lesiones producidas por maltrato, exceso de

manejo o a la densidad elevada; este último punto se debe probablemente a que la tilapia en general se vuelve un pez territorial únicamente al acercarse a su etapa de madurez sexual, cuando actúa en defensa de su territorio. No se encontraron, entonces, signos de maltrato alguno entre los ejemplares.

Cada tanque fue revisado para verificar si existió alguna situación especial por deficiencia vitamínica, pero se encontró que, aparte del crecimiento lento en algunos casos, no existen lesiones o deformidades en los ejemplares que pudieran atribuirse a deficiencias en la alimentación.

#### 5.4 ELABORACION DE CURVAS DE CRECIMIENTO.

En el presente experimento se han graficado curvas de crecimiento para poder apreciar de mejor manera los efectos de las distintas dietas sobre los alevines de tilapia nilótica.

Se elaboraron curvas de crecimiento con los datos obtenidos en los muestreos, para cada uno de los grupos. Para una mejor presentación, se procedió a separar las curvas de crecimiento de las pruebas del Tanque # 1 (grupos E 1 a E 4) y del Tanque # 2 (grupos E 5 a E 8). Cada uno de estos grupos se presentan en

gráficos individuales (Gráficos # 15 al 19), y los datos numéricos se presentan en las Tablas # 4 y 5.

Se procedió a graficar, además, una curva de crecimiento donde constan los registros de las dietas 100 % puras, como el caso de los controles (E 1 y E 5) y del polvillo de arroz (E 2 y E 6), para tener una comparación del efecto de la alimentación con la materia prima pura. Ver Gráfico # 17.

Se presenta un gráfico en el que se determina que las dos mejores dietas, las cuales dan un crecimiento más cercano al de los controles, son las dietas E 4 (50% Polvillo + 50% Alimento Balanceado) y E 8 (50% Polvillo + 50% Alimento Balanceado, réplica del grupo E 4). Esto se puede verificar en el Gráfico # 19 y obteniendo las cifras de crecimiento en la Tabla # 5.

#### 5.5 EVALUACION Y COMPARACION DE LOS EFECTOS DE LAS DIETAS.

Para la presente experiencia, se escogió al polvillo de arroz como componente de una dieta para peces de agua dulce, en este caso, tilapia nilótica. Tales componentes deben tener ciertos requisitos, tales como niveles altos de proteína, niveles adecuados de grasas, fibras e hidratos de carbono, etc. Aparte de esto, su precio debe ser inferior a

los alimentos balanceados comerciales. El caso del polvillo de arroz se enmarca dentro de los parámetros anteriores, puesto que contiene niveles aceptables de nutrientes para cultivo de un pez del tipo de la tilapia y su precio es muy inferior al del alimento balanceado comercial.

Evaluando los efectos de las dietas, se observa que el mejor crecimiento, tomando como referencia los controles E 1 y E 5, corresponde a la dieta E 4 y su réplica, el grupo E 8, cuyas dietas están conformadas por una proporción de 50-50 de mezcla de polvillo de arroz y alimento balanceado.

Con esta dieta se obtuvo crecimiento hasta un promedio de 3.89 gramos, que es un crecimiento más cercano al los promedios obtenidos con las dietas de control, E 1 y E 5, compuestas íntegramente por alimento balanceado. El Factor de Conversión Alimenticia (F.C.F.) se sitúa para esta dieta (E 4), en 3,878 : 1 , y se acerca a 2,674 : 1 del control E 1 y a 2,375 : 1 del control E 5. Ver Graficos 13 y 14.

El promedio de crecimiento diario teórico de esta dieta es de 0.053 gramos/día, tasa con la cual, de mantenerse, se necesitaría aproximadamente 92 días para completar el peso promedio obtenido en E 1, y 122 días para llegar al peso promedio de E 5. Lógicamente, éstos cálculos son teóricos, puesto que en un sistema de cultivo, donde los alevines tienen

distintas condiciones, como por ejemplo, disponibilidad de alimento natural, temperaturas más altas, menor densidad, y tomando en cuenta el desarrollo fisiológico y crecimiento, sus necesidades alimenticias varían notablemente y el tiempo se reduce. Además, el crecimiento diario varía de acuerdo a la edad del animal, por lo que no es factible proyectar un crecimiento de manera lineal.

Los pesos promedio de los ensayos, a excepción de los controles, puedan acaso parecer bajos, pero en el caso de la dieta en cuestión, E 4 y su réplica, E 8, sus promedios son válidos para pasar los ejemplares a la fase de Engorde en un criadero comercial.

En el caso de la réplica del grupo E 4, el grupo E 8, tiene la misma conformación dietética, y presenta datos muy parecidos a E 4: el peso promedio obtenido es de 3,812 gramos contra 3,890 gramos de E 4; tiene un Factor de Conversión Alimenticia de 3,891 : 1, muy similar al Factor de Conversión Alimenticia de E 4, que es de 3,878 : 1.

Si consideramos los resultados obtenidos en las otras dietas, E 2 y su réplica, E 6, conformadas por un 100 % de polvillo de arroz; y en E 3 y su réplica, E 7, que constan de 75 por ciento de polvillo y 25 % de alimento balanceado, vemos que los promedios de crecimiento más bajos y las conversiones alimenticias

más pobres se obtienen alimentando a los alevines con dietas compuestas en un 100 % por polvillo de arroz, lo cual puede explicarse por el hecho de que el polvillo, por sí solo, tiene bajos niveles de ciertos aminoácidos y, por consiguiente, menos proteínas que el balanceado. Mejores resultados se obtienen con dietas que están conformadas por una mezcla de este subproducto agrícola con alimento balanceado, ya que, al parecer, éste último compensa la falta de los elementos nutricionales que pueda tener el polvillo de arroz.

Los resultados obtenidos en los ensayos que tienen 75 % de polvillo mezclado con 25 % de alimento balanceado tienen mejor peso promedio final y mejor conversión alimenticia que los ensayos con 100 % polvillo de arroz, pero no son tan buenas como las dietas de E 4 y E 8.

Si se estima que hay bajos pesos promedios en general, es posible que se deba a las bajas temperaturas en los tanques en relación a estanques de cultivo, en los cuales alcanza hasta 26 y 28 grados C, mientras que en los tanques se registró sólo entre 20 y 22 grados C; a la densidad mantenida en los ensayos con relación a un estanque de cultivo, y a la ausencia de alimento natural, que nos hubiera permitido hacer ganar peso, pero entonces no sería posible determinar claramente los efectos de las dietas.

Bajo estos puntos de vista, el experimento nos muestra que la mejor dieta siguiente a los controles, o sea, al 100 % de alimento balanceado como alimento, es la dieta E 4, que contiene un 50 % de Polvillo de Arroz y un 50 % de Alimento Balanceado, y a E 8, que corresponde a la réplica de E 4.

#### 5.5 **ANALISIS ESTADISTICO.**

Debido a la necesidad de mantener los alevines en buenas condiciones durante la totalidad de la experiencia, y siendo el factor más importante el peso y sus variaciones, se procedió a diseñar una técnica de muestreo realmente simple, la cual eliminara al máximo el exceso de manipuleo, el cual podría traer consecuencias negativas sobre la población.

Se calculó cada muestreo a aproximadamente doce días, para no causar un daño a los alevines por manejo excesivo; durante los muestreos, se procedió a tomar el peso promedio de cada una de las poblaciones de cada grupo, para obtener datos más exactos del crecimiento de los alevines. En el muestreo final, con fecha Agosto 9, se procedió a extraer todos los ejemplares de cada uno de los ensayos y tomarles el peso individual.

A partir de los datos recolectados, se han podido establecer los siguientes parámetros:

1. No existieron diferencias significativas en los análisis de varianza ( $P > 0,05$ ) en los ensayos E 3 y su réplica E 7, y entre E 4 y su réplica E 8. Entre E 1 y su réplica, E 5, y entre E 2 y su réplica E 6, en cambio, sí existieron diferencias para el nivel de significación escogido. La diferencia observada es notoria en cuanto al Peso Promedio Final y Varianza Poblacional de E 1 con respecto a E 5 y del ensayo E 2 con respecto a su réplica, E 6. Tales diferencias pueden atribuirse, entre otros factores, a que son los ensayos que tienen dietas puras; E 1 y su réplica, E 5, están conformados por un 100 % de alimento balanceado, mientras que E 2 y su réplica, E 6 son enteramente polvillo de arroz, a diferencia de los otros ensayos, que son dietas mixtas (polvillo y alimento balanceado), y que pueda haber una cierta disposición de los ejemplares a no aceptar el alimento específico (puro). En el caso de los controles (E 1 y E 5), una cierta diferencia acaso pudiera deberse a la adaptación de algunos ejemplares de forma más rápida en comparación a otros dentro del mismo grupo, en cuanto a la captación y aprovechamiento del alimento.

Para tomar decisiones en el test de significancia anterior, se procedió a plantear  $H_0$  o la

Hipótesis Nula y H1 o la Hipótesis Alternativa. La decisión se toma en base a un ensayo bilateral con un 95 % de confianza (alfa= 0,05) y n-2 grados de libertad (v=n-2), procediendo a rechazar H0 si los valores calculados se encuentran fuera de los valores tabulados, o aceptando H0 en caso contrario.

Para el ensayo se utilizó la fórmula estadística siguiente:

donde:

$X_a$  = promedio de la población 1

$X_b$  = promedio de la población 2

= varianza de la muestra 1

= varianza de la muestra 2

n = tamaño de la muestra

2. Hubo crecimiento notable en cuanto a los ensayos de control, como es lógico suponer, tratándose de una dieta a base de alimento balanceado, preparado con fórmulas para ser de buena calidad nutricional.

En el resto de los ensayos también existió crecimiento, pero se pudo observar escaso desarrollo en los ejemplares alimentados únicamente con polvillo de arroz, obteniendo ellos la tasa de crecimiento más baja, así como el menor peso promedio final, y el Factor de Conversión Alimenticia más pobre (5.05 : 1 en el caso de E 2 y 4,789 : 1 para la réplica del mismo, E 6). Si lo comparamos a los índices obtenidos por los controles y por el ensayo E 4 y su réplica E 8, vemos que el polvillo, por sí sólo no constituye una buena fuente de alimentación básica, y ésto probablemente pueda atribuirse a los bajos niveles de ciertos aminoácidos en su composición, los cuales, por estar en poca cantidad, no alcanzan a suplir la demanda de los alevines. Ver Tabla # 6.

Observando la Tabla # 4, que proporciona Datos Generales, es posible notar que los índices de crecimiento aumentan y los Factores de Conversión Alimenticia mejoran a medida que se va incorporando a la dieta una mayor cantidad porcentual de alimento balanceado. Esto se debe probablemente a que un mayor porcentaje de alimento balanceado presente en la dieta asegura un mejor balance de los nutrientes necesarios para el crecimiento de los ejemplares. Ver el Grafico # 20.

A pesar de que la menor Varianza se registró en los ensayos E 2 (0,093) y E 6 (0,061) con 100 % polvillo de arroz, y en el ensayo E 7 (0,073), réplica

de E 3 (75 % Polvillo), ésto por sí representa únicamente uniformidad en el crecimiento, pero no expresa que en tales dietas se obtuvo un buen crecimiento, lo cual se observa en la tabla que presenta datos generales.

Los datos generales recogidos indican que las dietas que lograron los resultados más uniformes fueron las de los ensayos E 4 y su réplica E 8, conformados por 50 % de polvillo de arroz y alimento balanceado. Los resultados se exponen a continuación:

ENSAYO:	P.P.F. (gr.)	F.C.A.	CREC.DIARIO. (gr./dia)
E 4	3,890	3,878 : 1	0,053
E 8	3,812	3,891 : 1	0,052

Los datos arriba anotados y los que constan en la Tabla # 4 explican claramente que la dieta mixta es tendente a lograr los resultados del control mientras vaya en aumento la cantidad porcentual de alimento balanceado que se adicionemos. Esto se explica por la baja cantidad de ciertos nutrientes que presenta el polvillo de arroz, y que se van compensando a medida

que el alimento balanceado se encuentre en mayor cantidad, así supliendo la falta de los mismos.

En este sentido, la dieta mejorará el crecimiento de los alevines a medida que sea más completa nutricionalmente. Entonces, es conveniente determinar hasta qué nivel puede ser reemplazado el alimento balanceado por uno u otro subproducto agrícola. En el caso del presente experimento, los resultados son tendentes a mejorar a medida que aumenta el porcentaje de alimento balanceado, pero en un cultivo comercial, donde los alevines tienen posibilidad de obtener alimento natural abundante, no sería muy práctico que el alimento balanceado se encuentre presente en más del 50 por ciento del total en peso de la dieta.

## 5.6 PROYECCIONES ECONOMICAS.

Tomando en cuenta los resultados explicados anteriormente, debemos analizar lo que sucede en cuanto a costos implicados en la experiencia.

El costo del alimento balanceado es de S/. 290,00 por kilo; el costo del polvillo de arroz es de S/. 44,00 por kilo.

En los controles E 1 y E 5 se utilizaron 1.084,97gr. y 1.152,94 gr. de alimento balanceado, los cuales tuvieron los precios respectivos de S/. 316,10 y de S/. 334,40. Para la dieta E 4 se utilizaron 314,14 gramos de polvillo de arroz (S/. 13,90) y 314,14 gramos de alimento balanceado (S/. 91,10) para un gasto total de S/. 105,00; y en la dieta del ensayo E 8 se usaron 307,65 gramos de polvillo de arroz (S/. 13,50) y 307,65 gramos de alimento balanceado (S/.89,20) para un costo total de S/. 102,70.

Los datos anteriores nos permiten conocer que, en términos de costos de alimentación, producir un gramo de pescado en tanques, con las Conversiones Alimenticias obtenidas en el presente experimento, cuesta S/. 0,73 si se alimenta con alimento balanceado y cuesta S/. 0,65 si se lo alimenta con la dieta del ensayo E 4 y E 8; esto es, una mezcla de 50-50 de polvillo de arroz y alimento balanceado.

Si consideramos las condiciones de un estanque de precría real, donde existen densidades mucho más bajas (40.000 alevines por hectarea, 4 por metro cuadrado), hay temperaturas de agua más elevadas lo cual favorece el metabolismo, y existe producción de alimento natural, se puede llegar a un crecimiento mayor con la dieta E 4 que la registrada en los tanques de experimentación.

El costo de la dieta E 4 es el 57,6 % por unidad de peso de lo que cuesta cada unidad de peso de alimento balanceado.

El ahorro por kilo en cuanto a alimentación es elevado en la presente experiencia, llegando en su punto máximo, al 42,4 % si se trata de la dieta E 4. Esta dieta puede ser intentada, bajo condiciones normales en un estanque de cultivo.

En el caso de aplicar los resultados de esta experiencia a una fase de precría en un estanque abierto, debemos considerar que la tasa de alimentación ya no se debería nivelar en el 10 % del peso de la biomasa al día, sino que, para evitar sobrealimentación y desperdicio, se vería reducida al 3 % por la posibilidad de obtener alimento natural gracias a la fertilización. Esto, sumado a las condiciones de menor densidad y mayor temperatura, que acelera el metabolismo de los alevines, puede redundar en un crecimiento más rápido, o un acortamiento del tiempo de la fase de precría.

Para hacer una estimación económica del resultado aplicado, supongamos un estanque abierto para cultivo de tilapia nilótica, en el que se siembran alevines de

0,65 gramos de peso promedio inicial, a 40.000 alevines por hectárea (4 por metro cuadrado).

Utilizando los datos que han sido expuestos en este experimento, que son:

Precio del alimento balanceado, S/. 290,00 el kilo;

Precio de la Dieta 50-50, S/. 167,00 el kilo;

Precio del polvillo de arroz, S/. 44,00 el kilo;

Factor de Conversión Alimenticia (promedio) del alimento balanceado, 2,525 : 1;

Factor de Conversión Alimenticia (promedio) de la dieta 50-50 (ensayo E 4 y réplica), 3,883 : 1;

Rendimiento de la Fase de Precia (imaginario), 50 %;

Tasa de Alimentación, 3 % del peso de la biomasa al día.

A partir de estos datos, y con cálculos sencillos, se puede determinar que:

a) Si tomamos en cuenta el peso promedio final obtenido en los ensayos como aptos para pasar a la fase de Engorde (9,562 gramos para alevines alimentados con 100 % de alimento balanceado y 3,851 gramos para alevines alimentados con la dieta 50-50), entonces los costos de alimentación para 40.000 alevines alimentados con alimento balanceado serán de S/.110.168,20 que corresponden a 379,89 kilos; en cambio, los costos de alimentación para alevines que utilicen la dieta 50-50 serán de S/. 28.030,50 que corresponden a 167,85 kilos.

Si la diferencia de tamaño (peso promedio final) no es un inconveniente para que los alevines pasen a la fase de Engorde, el costo de la dieta 50-50 del ensayo E 4 será sólo el 44,2 por ciento del costo de la alimentación con Alimento Balanceado.

b) Si suponemos que ambos grupos de alevines (alimentados con balanceado y dieta 50-50) llegan a un mismo peso (por ejemplo, 10 gramos) en un mismo tiempo debido a las condiciones del estanque de cultivo (baja densidad, abundancia de alimento natural, temperaturas más elevadas), entonces el costo del alimento balanceado será de S/. 120.456,00 y el costo de la dieta 50-50 será de S/.106.724,00, donde vemos que el costo de la alimentación con la dieta corresponderá al 88,6 % del costo de la alimentación con Balanceado. La diferencia con el punto anterior se establece debido a que estamos obligando a los alevines que

utilizan la dieta 50-50 a llegar a un mismo peso que los alevines que consumen Alimento Balanceado (10 gramos), por lo que el consumo teórico de la dieta se incrementará. Aún así, se obtiene un ahorro del 11,4 % con respecto a alimentar sólomente con Balanceado. Las cantidades de alimento consumidas serán de 639,1 kilos de dieta 50-50 y 415,4 kilos de alimento balanceado.

La situación expuesta en el punto b) sería la más parecida a una aplicación de los resultados de la presente experiencia, si tomamos en cuenta que debido a las condiciones presentes en el estanque de cultivo y a las características omnívoras de la tilapia nilótica, ésta tratará de compensar su crecimiento a un mismo ritmo tomando todo el alimento natural del medio que le sea posible, por lo cual no habrá un aumento muy significativo en el tiempo de cultivo de la fase de precría.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente trabajo de investigación se ha probado que el polvillo de arroz, que es considerado como un subproducto agrícola, y es muchas veces quemado en los campos luego de finalizar el procesamiento del arroz, puede servir como alimento para los alevines de tilapia nilótica, bien en la fase de precría, como ha sido demostrado, o en fases de engorde, debido a la gran adaptabilidad de este pez ciclido africano a casi todo tipo de alimento.

Si bien se conoce que el polvillo de arroz no es un alimento nutricionalmente completo, al ser aplicado a un cultivo comercial de tilapia nilótica, puede ser compensado gracias al alimento natural que se produce en los estanques por procesos de fertilización orgánica o inorgánica. En este sentido, el polvillo puede ser aprovechado también de ésta manera; es decir, que si no es ingerido por el pez, su descomposición ayudará a la producción de fito y zooplancton en el estanque.

Los resultados arrojados por el presente experimento dan a conocer que el factor de conversión alimenticia (F.C.A.) se encuentra en relación directa con la cantidad (porcentaje) de polvillo de arroz que contenga la dieta; así, para la dieta E 2, compuesta

por un 100 por ciento de polvillo, el F.C.A. es de 5,05:1 (la relación más alta), mientras que para la dieta E 3, que está compuesta en un 75 por ciento de polvillo, el F.C.A. es de 4,66:1 y en la dieta E 4, compuesta por un 50 por ciento de polvillo, el F.C.A. se encuentra en 3,878:1. Estos datos prueban que mientras más polvillo se adicione en la dieta, se necesitarán más gramos de dieta para aumentar un gramo el peso promedio de cada alevín. Ver Grafico # 20.

En la presente experiencia se ha probado la eficiencia que puede tener el polvillo de arroz como suplemento alimenticio, el cual, mezclado en proporción de 50 : 50 con alimento balanceado de 22 % de proteína, ha dado una conversión alimenticia F.C.F. de 3,89 : 1 y un crecimiento diario para los alevines de 0.053 gramos/día. Estos parámetros son netamente de laboratorio, lo cual indica que, por las condiciones existentes en el campo, pueden mejorarse cuando se practique el cultivo con esta dieta en estanques abiertos de precría de tilapia nilótica, con lo cual puede obtenerse un ahorro apreciable en cuanto al rubro de alimentación en dicha fase.

Como conclusión del presente experimento, puede decirse que para un criadero de tilapia nilótica que opere a nivel comercial, no es recomendable el suministrar dietas, en la fase de precría, que tengan un contenido de polvillo superior al 50 por ciento del total de su peso, debido a que se rebaja mucho el

nivel de alimento balanceado, lo cual puede traer como consecuencia la falta de ciertos aminoácidos, que tienen bajo nivel en el polvillo. Si no se excede del 50 por ciento de polvillo, toda deficiencia de aminoácidos puede ser cubierta por el alimento balanceado y por la producción natural del estanque. En todo caso, puede utilizarse polvillo de arroz en la fase de Engorde como complemento, sin que ésto vaya a perjudicar a los ejemplares, y puede ayudar incrementando el nivel de alimento natural del estanque.

Para el caso de pisciculturas rurales, el polvillo de arroz puede ser útil para un agricultor que posea una piscina de pequeña extensión y que haga acuicultura de tipo extensivo, produciendo tilapia bajo el régimen de alimento natural a base de fertilización. En este caso, el polvillo de arroz suministrado a este tipo de cultivo puede producir un incremento en la tasa de crecimiento diario. Esto puede ser lo más factible económicamente para un agricultor que tenga acceso al subproducto; desde luego, los alevines no crecerán a un ritmo tan acelerado como los alimentados con la dieta 50-50 o con alimento balanceado puro, pero lógicamente crecerán más rápido que peces que dependan sólo del alimento natural que produzca el estanque.

Una recomendación que puede extraerse de la presente experiencia es que el embodegaje de este

subproducto debe hacérselo en lugares secos y frescos; lo más lejos posible de humedad y calor excesivos para evitar la reproducción de insectos que pudieran contaminarlo; bajo las condiciones recomendadas, el producto puede durar sobre los tres meses, que es tiempo suficiente para que los alevines pasen hacia la fase de Engorde.

El sistema de criadero en tanques de la presente experiencia puede ser utilizado, gracias a su diseño, para mantener stocks de semilla que pueda ser llevada hasta época de madurez sexual (en el caso de tilapia nilótica), para ser trasladado posteriormente a la Estación Piscícola "El Chame", o puede aplicarse para hacer el tratamiento de reversión química de sexo de los alevines. Como consta en el punto 5.3 del presente trabajo, los ejemplares que siguieron el proceso no presentaron ningún tipo de patologías o inconvenientes gracias al control y monitoreo continuos, que resulta realmente sencillos en este tipo de sistema de cultivo.

Este sistema de trabajo se puede utilizar cuando sea necesario obtener reproductores en óptimas condiciones, pero, como es lógico suponer, deben variarse las condiciones, tales como densidad, la cual a partir de que los ejemplares lleguen a los 10 gramos de peso, debe reducirse a aproximadamente 15 a 18 ejemplares por metro cuadrado para evitar roces y sobrepoblación, lo cual atrasaría el crecimiento; y

debe procurarse alimento de alto nivel de proteínas y ácidos grasos de cadenas de 18 a 20 carbonos muy necesarios para los peces de aguas dulces, así como un programa de limpieza y tratamiento de agua cada semana para evitar enfermedades.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

1. AQUACULTURE MAGAZINE Septiembre/Octubre 1985, Vol 11, # 5.
  
2. DETERMINACION DEL NIVEL OPTIMO DE PROTEINA CRUDA EN DIETAS PARA LARVAS DE TILAPIA NILOTICA. Sánchez Prieto, T; Vásquez Rodríguez, J. Revista Latinoamericana de Acuicultura ,Diciembre 1980, # 6. Sistema Económico Latinoamericano, Comité de Acción de Productos del Mar y de Agua Dulce. ISSN 0250-2135
  
3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES EN ALEVINES DE OREOCHROMIS AUREUS (TILAPIA NILOTICA) I: NIVEL OPTIMO DE PROTEINA CON DIETAS PURIFICADAS. Toledo, J., Cisneros, J., Ortiz, E. Revista Latinoamericana de Acuicultura, Diciembre 1983, # 18. Sistema Económico Latinoamericano, Comité de Acción de Productos del Mar y de Agua Dulce. ISSN 0250-2135
  
4. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES EN ALEVINES DE OREOCHROMIS AUREUS (ANTES TILAPIA) II: RELACION PROTEINA- CARBOHIDRATO. Cisneros, J., Toledo, J., Ortiz, E. Revista Latinoamericana de Acuicultura, Marzo 1984, #19. Sistema Económico Latinoamericano, Comité de

Acción de Productos del Mar y de Agua Dulce. ISSN  
0250-2135

5. REVISTA I.I.C.T., UNIVERSIDAD DE CUENCA, Julio 1988, #  
8.

6. PISCICULTURA, ECOLOGIA, EXPLOTACION E HIGIENE. Luis  
Angel Perez Salmeron. Editorial El Manual Moderno, Mexico,  
1982. 154 pp.

7. CULTIVO DE PECES COMERCIALES. Hephher, Balfour.  
Pruginin, Yoel. Mexico, 1985.

8. TRATADO DE PISCICULTURA. Huet, Marcel. España, 1983.

9. LA TILAPIA Y SU CULTIVO. Fonderena. Mexico, 1988.

10. ACUICULTURA MARINA ANIMAL. Coll Morales, Julio.  
Mexico, 1984.

11. FUNDAMENTOS DE PISCICULTURA AGRICOLA. U. de Caldas,  
Colombia, 1972.

12. CAGE CULTURE OF *S. niloticus* IN SRI LANKA: EFFECT OF STOCKING DENSITY AND DIETARY CRUDE PROTEIN LEVELS ON GROWTH. N.D. Wannigama, J.E.M. Weerakoon, G. Muthukumarana. Colombo, Sri Lanka, 1982. *Finfish Nutrition in Asia: Methodological Approaches to Research and Development*. ISBN 0-88936-429-X. IDRC, Ottawa, Canada.
13. INLAND AQUACULTURE. Kanagawa International Fisheries Training Center, Japan International Cooperation Agency (JICA). *General Aquaculture Course Text Book*, March 1983.
14. AQUACULTURE ORGANISMS OF THE WORLD. Kanagawa International Fisheries Training Center, Japan International Cooperation Agency (JICA). *General Aquaculture Course Text Book*, December 1987.
15. AQUACULTURE IN TROPICAL AREAS. Shokita, S., Kakazu, A., Tomori, A., Toma, T. Editorial Midori Shobo, 1991. 360 pp.
16. MODERN METHODS OF AQUACULTURE IN JAPAN. SECOND REVISED EDITION. Ikenoue, H., Kafuku, T. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, 24. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam & Kodansha Ltd., Tokyo, 1992.
17. EFFECTS OF STOCKING DENSITIES ON GROWTH OF *TILAPIA NILOTICA* CULTURED IN CAGES IN PONDS. Carro-Anzalotta, A.,

McGinty,A. Journal of the World Aquaculture Society, Vol. 17, No. 1-4, December 1986.

18. FRESHWATER FISH FARMING. Better Farming Series # 27, 1976 Edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

19. FISH HATCHERY MANAGEMENT. United States Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington D.C., 1982. ISBN 0-913235-03-2

20. FRESHWATER FISHES. Vostradovsky, J., traducido por D. Coxon. Hamlyn Publishing Group, 1973. ISBN 0-600-33476-7

TABLA #1: COMPOSICION PORCENTUAL DE ELEMENTOS DIETETICOS						
ELEMENTO DIETETICO	% PROTEIN	% GRASAS	CARBOHII	% FIBRA	% HUMEDAD	% CENIZA
Polvillo de arroz	6.50	16.92	41.96	8.79	4.30	9.78
Afrechillo de trigo	17.40	4.90	62.80	6.20	10.00	4.41
Torta de soya	40.94	4.60	35.33	5.43	8.00	5.70
Sorgo en grano	10.17	2.52	73.62	2.16	10.00	1.53
Alimento Balanceado de 22 % de proteina	23.60	8.00	42.40	5.00	12.00	9.00

Análisis realizados en la U. de Cuenca y en ESPOL

TABLA #2: SUMINISTRO DIARIO DE DIETAS

MUESTREO #	E 1	E 2	E 3		E 4	
			75 % Polvillo	25 % Bal.	50 % Polvillo	50 % Bal.
INICIO	3,575	3,575	2,680	0,895	1,790	1,790
1	5,465	3,760	3,835	1,280	2,540	2,540
2	11,750	4,585	4,390	1,460	3,525	3,525
3	18,670	6,605	6,585	2,195	5,765	5,765
4	28,680	9,830	9,460	3,150	8,180	8,180
5	36,860	10,300	9,680	3,220	8,700	8,700

TABLA #3. SUMINISTRO DIARIO DE DIETAS

MUESTRO #	E 5	E 6	E 7		E 8	
			75 % Polvillo	25 % Bal.	50 % Polvillo	50 % Bal.
INICIO	3,575	3,575	2,680	0,895	1,790	1,790
1	5,465	3,760	3,835	1,280	2,540	2,540
2	10,950	4,900	4,625	1,540	3,125	3,125
3	19,455	7,335	6,140	2,045	5,770	5,770
4	31,000	10,870	9,720	3,250	7,975	7,975
5	41,200	11,600	10,500	3,500	8,700	8,700

TABLA #4: DATOS GENERALES DEL EXPERIMENTO						
DIETA	ESO PROMEDIO INICIAL (g)	ESO PROMEDIO FINAL (g)	PESO TOTAL FINAL (g)	F.C.A.	RECIMIENTO DIARIO (g)	
E 1	0,65	8,76	438,19	2.674 : 1	0,133	
E 2	0,65	2,22	111,18	5.050 : 1	0,026	
E 3	0,65	2,80	140,16	4.660 : 1	0,035	
E 4	0,65	3,89	194,49	3.878 : 1	0,053	
E 5	0,65	10,36	518,01	2.375 : 1	0,159	
E 6	0,65	2,46	122,79	4.789 : 1	0,030	
E 7	0,65	3,02	151,04	4.339 : 1	0,039	
E 8	0,65	3,81	190,62	3.891 : 1	0,052	

TABLA #5: DATOS DE MUESTREO (PESOS PROMEDIO REGISTRADOS EN GRAMOS)									
DIETA	INICIO may-17	Muestreo # 1 may-27	Muestreo # 2 jun-08	Muestreo # 3 jun-20	Muestreo # 4 jul-05	Muestreo # 5 jul-21	FINALIZACION ago-07		
E 1	0.650	0.994	2.350	3.734	5.735	7.360	8.764		
E 2	0.650	0.683	0.917	1.321	1.965	2.060	2.185		
E 3	0.650	0.930	1.170	1.756	2.522	2.580	2.803		
E 4	0.650	0.915	1.410	2.306	3.270	3.460	3.890		
E 5	0.650	0.992	2.190	3.891	6.200	8.240	10.360		
E 6	0.650	0.682	0.980	1.467	2.173	2.320	2.456		
E 7	0.650	0.921	1.233	1.637	2.593	2.800	3.020		
E 8	0.650	0.932	1.250	2.307	3.184	3.460	3.812		

TABLA #7: DATOS ESTADISTICOS DEL EXPERIMENTO				
DIETA	ESO PROMEDIO INICIAL (g)	ESO PROMEDIO FINAL (g)	DESVIACION ESTANDAR	VARIANZA
E 1	0,650	8,764	1,247	1,554
E 2	0,650	2,224	0,306	0,093
E 3	0,650	2,803	0,605	0,366
E 4	0,650	3,890	0,313	0,098
E 5	0,650	10,360	0,844	0,712
E 6	0,650	2,456	0,246	0,061
E 7	0,650	3,021	0,270	0,073
E 8	0,650	3,812	0,454	0,206