

Universidad Nacional del Callao

Facultad de Ingeniería Pesquera y Alimentos

Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera



"DIFERENTES PROCESOS DE ELABORACION DE  
ALIMENTO BALANCEADO EXTRUIDO Y PELLETTIZADO EN  
EL CRECIMIENTO DE *Oreochromis spp.* TILAPIA ROJA,  
CULTIVADA EN AGUA DEL MAR"

Tesis para optar el Título de

INGENIERO PESQUERO

RECAVARREN VILLALBA, JAN MANUEL

Callao - Perú

2007

T/639.2/R33/163

Universidad Nacional del Callao  
Facultad de Ingeniería Pesquera y Alimentos  
Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera



"DIFERENTES PROCESOS DE ELABORACION DE  
ALIMENTO BALANCEADO EXTRUÍDO - PELLETIZADO EN  
EL CRECIMIENTO DE *Oreochromis spp.* TILAPIA ROJA,  
CULTIVADA EN AGUA DE MAR".

Tesis para optar el Título de

**INGENIERO PESQUERO**

**RECAVARREN VILLALVA, JAN MANUEL**

Callao - Perú  
2007

**DIFERENTES PROCESOS DE ELABORACION DE  
ALIMENTO BALANCEADO EXTRUÍDO – PELLETIZADO EN  
EL CRECIMIENTO DE *Oreochromis spp.* TILAPIA ROJA,  
CULTIVADA EN AGUA DE MAR**

El presente trabajo se titula:  
**Acicultura de Tilapia en Cisternas**  
**Alimentos de la Universidad Nacional**

comprendido del 15 de mayo al 12 de diciembre de 1974  
como objetivo principal el determinar el efecto de  
diferentes densidades de cultivo y tipos de  
alimento en el crecimiento y supervivencia de  
las tilapias en cisternas.

**DEDICATORIA:**

A mis Padres y Hermanos:  
Por el gran apoyo que me  
brindaron en el desarrollo  
del presente trabajo y  
porque son los motores de  
mi vida.

proceso de fertilización. Para el cultivo en cisternas  
se utilizó el alimento comercial de la Universidad Nacional  
de la Plata. El agua utilizada para el cultivo fue tratada  
previamente con cloro. Se utilizaron cisternas de  
plástico con una capacidad de 100 litros. Se mantuvo  
una densidad de carga de 10 peces por litro de agua.  
El peso promedio inicial de los peces fue de 4.5 g.  
de 6.50 cm a 8.50 cm, a 14 cm para 14 días.

Los resultados de este trabajo se presentan en el  
apéndice. Se obtuvo un crecimiento promedio de  
0.07 gramos por litro de agua por día.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de Acuicultura (Chucuito) de la Facultad de Ingeniería de Pesquera y de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao, en el periodo comprendido del 16 de junio al 02 de diciembre del 2003, el cual tuvo como objetivo principal determinar cual de los alimentos balanceados elaborados bajo los procesos Extruido - Peletizado, presentara un mejor tasa de crecimiento de *Oreochromis spp.* Tilapia Roja cultivada en agua de mar.

El estudio consistió en comparar tres alimentos elaborados bajos proceso de Extrusión y Peletización: el Tratamiento A (TA) Alimento Extruido, elaborado por NICOVITA (ALICORP), Tratamiento B (TB) Alimento peletizado, elaborado por la Universidad Nacional La Molina y el Tratamiento C (TC) Alimento Peletizado Artesanal elaborado en la Universidad del Callao, cada tratamiento contó con tres repeticiones, con una densidad de carga de 10 peces por acuario, los cuales tuvieron un peso promedio inicial de 4,52 g; 4,45 g y 4,5 g y una talla promedio inicial de 6,60 cm; 6,59 cm y 6,59 cm, para TA, TB y TC respectivamente.

Los resultados de tasa de crecimiento en peso fueron de 0,52 g/día, 0,45 g/día y 0,39 g/día y una tasa de crecimiento en talla de 0,07 mm/día, 0,07 mm/día y 0,06 mm/día para los TA, TB y TC respectivamente.

Referente a la tasa de crecimiento específico en peso los resultados fueron: 1,88 %; 1,82 % y 1,72 % y una tasa de crecimiento específico en talla de 0,63 %; 0,65 % y 0,61% para los TA, TB y TC respectivamente.

Las conversiones alimenticias fueron de 1,57; 1,59 y 1,96; además los resultados de factor de condición fueron 1,555; 1,537 y 1,537 y eficiencia proteica fueron 2,03; 2,04 y 1,93 para los Tratamiento TA, TB y TC respectivamente. Con respecto a los resultados de los parámetros físico químico del agua fueron para la temperatura rango de variación de 26 – 27 °C, un pH promedio de 7,47; oxígeno disuelto promedio de 6,1 mg/l y con una salinidad promedio de 35.52 p.p.m..

## AGRADECIMIENTO

ALICORP, por el apoyo para el desarrollo de la tesis.

La Ma. Mi mas sinceros agradecimiento a la Ing. Gloria Gutiérrez Romero, Asesora principal de tesis, por su orientación, asesoramiento y valiosas sugerencias que permitieron la culminación del presente trabajo.

ALICORP, por el apoyo para el desarrollo de la tesis.

Al Lic. Alfredo Salinas Moreno Co. Asesor, por su ayuda y sugerencia en toda la parte estadística de la tesis.

Al Ing. Domingo Nieto Freire, Coordinador de Laboratorio de Instrumentación, por las facilidades brindadas en el préstamo de los equipos de análisis y para realizar los análisis químicos del agua del cultivo.

Mi mas sincero reconocimiento, estima y agradecimiento a la Ing. Sandra Inés Espinoza Valdivia por el apoyo incondicional y por el aporte de sus conocimientos para el desarrollo de esta tesis.

Quiero expresar mi mas sincero agradecimiento a mis padres Manuel Recavarren Cuadros y Aidee Lupe Villalva de Recavarren por el apoyo incondicional que me brindaron para el desarrollo de la tesis.

Al Ing. Víctor J. Vergara Rubin Jefe del Programa en Alimentos,  
Departamento Académico de Nutrición de la Universidad Nacional Agraria  
La Molina por apoyo para el desarrollo de esta tesis.

Al Biol. Carlos Mastrokalo Durand Asesor Técnico de Nicovita  
ALICORP, por el apoyo para el desarrollo de esta tesis.



1. Análisis de Varianza para pesos
2. Prueba de rangos múltiples de Dunnett para pesos
3. Análisis de Varianza para pesos
4. Prueba de rango múltiple de Dunnett para pesos
5. Prueba de signo a nivel de la Mortalidad
6. Promedio de peso por tratamiento  
Promedio de peso por tratamiento
7. Tasa de crecimiento específico por tratamiento
8. Tasa de crecimiento específico por tratamiento
9. Tasa de crecimiento específico por tratamiento
10. Tasa de crecimiento específico por tratamiento
11. Tasa de crecimiento específico por tratamiento
12. Conversión alimenticia
13. Conversión alimenticia
14. Factor de condición por tratamientos
15. Temperatura promedio de las cosas
16. Valores promedio de saturación por
17. Valores promedio de oxígeno disuelto
18. Valores promedio de pH
19. Costos de los alimentos balanceados
20. Costos del alimento para el pez
21. Estadísticas resumidas
22. Estadísticas resumidas

Un optimista ve una  
oportunidad en toda  
calamidad, un pesimista ve  
una calamidad en toda  
oportunidad

**Winston Churchill**

## INDICE DE CUADROS

1. Análisis de varianza para talla.
2. Prueba de rango múltiple de Duncan para Talla.
3. Análisis de varianza para peso.
4. Prueba de rango múltiple de Duncan para peso.
5. Prueba de significación de la Mortalidad.
6. Promedio de peso por tratamientos.
7. Promedio de talla por tratamientos.
8. Tasa de crecimiento por tratamientos en peso.
9. Tasa de crecimiento por tratamientos en talla.
10. Tasa de crecimiento específico por tratamientos en peso.
11. Tasa de crecimiento específico por tratamientos en talla.
12. Conversión alimenticia.
13. Eficiencia proteica.
14. Factor de condición por tratamientos.
15. Temperatura promedio de los acuarios por tratamientos.
16. Valores promedios de salinidad por tratamientos.
17. Valores promedio de oxígeno disuelto.
18. Valores promedios de pH.
19. Costos de los alimentos balanceados utilizados en los tratamientos.
20. Costos del alimento para producir un Kg. de Tilapia.
21. Características nutricionales de los alimentos balanceados utilizados en los tratamientos.

22. Condiciones iniciales.

23. Tabla de Alimentación para los tratamientos.

24. Porcentaje de Insumos del alimento del Tratamiento C

2. Curvas de crecimiento de los animales

3. Curvas de tasa de crecimiento por

4. Curvas de tasa de crecimiento por tratamientos

5. Curvas de tasa de crecimiento de los

6. Curvas de tasa de crecimiento de los

7. Curvas de tasa de crecimiento de los

8. Curvas de tasa de crecimiento de los

9. Curvas de tasa de crecimiento de los

10. Curvas de tasa de crecimiento de los

11. Curvas de tasa de crecimiento de los

## INDICE DE GRAFICOS

1. Curvas de crecimiento en peso por tratamientos (g).
2. Curvas de crecimiento en tallas por tratamientos (cm).
3. Curvas de tasa de crecimiento por tratamientos en peso (g).
4. Curvas de tasa de crecimiento por tratamientos en talla (cm)
5. Curvas de tasa de crecimiento específico por tratamientos en peso
6. Curvas de tasa de crecimiento específico por tratamientos en talla
7. Curvas de factor de condición por tratamientos.
8. Curvas de temperaturas promedios.
9. Curvas de salinidad.
10. Curvas de pH.
11. Curvas de oxígeno disuelto.

## INDICE DE FIGURAS

### RESUMEN

1. Obtención de la semilla.
2. Adaptación y aclimatación de la tilapia roja en agua de mar.
3. Tanques de almacenamiento de agua de mar.
4. Tratamientos A1 A2 A3.
5. Tratamientos B1 B2 B3.
6. Tratamientos C1 C2 C3.
7. Limpieza de los acuarios.
8. Enjuague de los acuarios.
9. Alimento de los tratamientos A, B y C.
10. Muestreo biométrico.
11. Medición de la longitud del ejemplar.

### INTRODUCCIÓN

1. Objetivos Generales

2. Objetivos Específicos

### LA POPULACIÓN DE LA HIPOTESIS Y EL DISEÑO

1. Hipótesis

1.1. Hipótesis

## IV. MARCO TEÓRICO      **ÍNDICE GENERAL**

### **RESUMEN**

4.1. Antecedentes

4.2. Bases teóricas

### **AGRADECIMIENTO**

4.2.1. Taxonomía

4.2.2. Morfología

## **I. INTRODUCCIÓN ..... 1**

4.2.3. Distribución y hábitat

4.2.4. Hábitat y nicho

1. Problema..... 3

1.1. Formulación del problema ..... 3

1.1.1. Formulación a nivel general ..... 3

1.1.2. Formulación a nivel específico ..... 4

1.2. Importancia y justificación ..... 5

4.2.9. Alimentación en la acuicultura

4.2.10. Densidad de stock en la acuicultura

## **II. OBJETIVOS..... 6**

4.2.10.1. Proceso de selección

4.2.10.2. Frecuencia de selección

2.1. Objetivos Generales..... 6

2.2. Objetivos Específicos..... 6

4.2.11.1. Características del

4.2.11.2. Reproducción

## **III. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES..... 7**

4.2.11.3. Cultivo por medio

4.2.11.3.1. Levadura

3.1. Hipótesis..... 7

4.2.11.3.2. Inoculación

3.2. Variables..... 7

4.2.11.3.3. Levadura

<b>IV. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
4.1. Antecedentes.....	8
4.2. Bases teóricas.....	9
4.2.1. Taxonomía.....	9
4.2.2. Morfología.....	10
4.2.3. Distribución y habitat.....	11
4.2.4. Hábitos alimenticios.....	12
4.2.5. Morfología y tracto digestivo .....	12
4.2.6. Ciclo vital .....	13
4.2.7. Reversión sexual .....	14
4.2.8. Osmorregulación .....	15
4.2.9. Alimentación en la acuicultura .....	16
4.2.10. Procesos de elaboración de alimento balanceado .....	16
4.2.10.1. Proceso de peletización .....	17
4.2.10.2. Proceso de extrusión .....	18
4.2.11. Cultivo de Tilapia Roja <i>Oreochromis</i> spp. ....	19
4.2.11.1. Características deseables de la especie .....	19
4.2.11.2. Reproducción .....	20
4.2.11.3. Cultivo por medio de fases .....	21
4.2.11.3.1. Levante .....	21
4.2.11.3.2. Pre engorde .....	22
4.2.11.3.3. Engorde .....	23

4.2.11.4. Parámetros Físico Químicos del agua para el cultivo .....	24
4.2.11.4.1. Oxígeno .....	24
4.2.11.4.2. Temperatura .....	25
4.2.11.4.3. Salinidad .....	25
4.2.11.4.4. pH .....	25
4.2.11.5. Factor de condición .....	25

## V. MATERIALES Y METODOS .....

5.1. Lugar y periodo de experimentación .....	27
5.2. Materiales y equipo .....	27
5.3. Metodología .....	28
5.3.1. Obtención de semilla de Oreochromis spp. Tilapia roja ...	28
5.3.2. Acondicionamiento de la especie .....	29
5.3.3. Adaptación y aclimatación de la Tilapia roja al agua de mar .....	30
5.3.4. Tratamiento experimental .....	30
5.3.5. Descripción de las unidades experimentales .....	31
5.3.6. Almacenamiento del agua de mar .....	32
5.3.7. Recambio de agua .....	32
5.3.8. Limpieza .....	33



5.3.9. Características Nutricionales e insumos de los alimentos	
5.3.9.1. balanceados del Tratamiento A, B y C .....	33
5.3.10. Preparación del alimento para el tratamiento C (alimento	
5.3.10.1. peletizado artesanal .....	34
5.3.11. Análisis Físico Químicos del agua .....	35
5.3.11.1. Temperatura .....	35
5.3.11.2. Salinidad .....	35
5.3.11.3. Oxígeno .....	36
5.3.11.4. pH .....	37
5.3.12. Control Biométrico .....	37
5.3.13. Evaluación de los controles biométricos .....	38
5.3.13.1. Tasa de crecimiento .....	38
5.3.13.2. Tasa de crecimiento específico .....	38
5.3.13.3. Conversión alimenticia .....	39
5.3.13.4. Factor de condición .....	39
5.3.13.5. Eficiencia proteica .....	40
5.3.13.6. Supervivencia .....	40
5.3.13.7. Mortalidad .....	40
5.3.14. Pruebas experimentales .....	41
<b>VI. RESULTADOS .....</b>	<b>42</b>
6.1. Diseño experimental .....	42

6.1.1. Análisis de varianza para la talla .....	42
6.1.2. Prueba de rango múltiple de Duncan para la talla.....	42
6.1.3. Análisis de varianza para el peso .....	43
6.1.4. Prueba de rango múltiple de Duncan para el peso .....	44
6.1.5. Prueba de significancia entre las tasas de mortalidades .	44
6.2. Evaluación de factores .....	45
6.2.1. Control de peso y longitud .....	45
6.2.2. Tasa de crecimiento .....	46
6.2.2.1. Tasa de crecimiento en peso .....	46
6.2.2.2. Tasa de crecimiento en talla .....	46
6.2.3. Tasa de crecimiento específico .....	47
6.2.3.1. Tasa de crecimiento específico en peso.....	47
6.2.3.2. Tasa de crecimiento específico en talla .....	47
6.3. Conversión alimenticia .....	48
6.4. Eficiencia proteica .....	48
6.5. Factor de condición .....	48
6.6. Análisis físico químico .....	49
6.6.1. Temperatura .....	49
6.6.2. Salinidad .....	49
6.6.3. Oxígeno .....	50
6.6.4. pH .....	50
6.7. Supervivencia .....	50
6.8. Mortalidad .....	51

6.9. Costo del alimento por tratamiento .....	51
6.10. Costo del alimento para producir un kilogramo de Tilapia roja cultivada en agua de mar .....	51
<b>VII. DISCUSIÓN</b> .....	52
7.1. Alimentación y crecimiento .....	52
7.1.1. Tasa de crecimiento en talla .....	52
7.1.2. Tasa de crecimiento en peso .....	52
7.1.3. Conversión Alimenticia .....	53
7.1.4. Factor de condición .....	54
7.1.5. Eficiencia Proteica .....	55
<b>VIII. CONCLUSIONES</b> .....	56
<b>IX. RECOMENDACIONES</b> .....	59
<b>X. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	60
<b>XI. APENDICE</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

La notable disminución de la pesca de captura en el mundo ha conducido a que la producción acuícola (acuicultura) se constituya en una fuente alternativa de proteína para la seguridad alimentaria mundial y a su vez como actividad generadora de empleo e ingresos. La piscicultura esta definida como aquella actividad dedicada al cultivo de peces bajo el manejo e implementación de buenas practicas (desarrollo genético, reproducción, alimentación, etc), ha crecido considerablemente durante las últimas décadas. De hecho en los últimos 20 años la producción mundial de especies como la tilapia y trucha ha crecido considerablemente. (RODRIGUEZ) <sup>1</sup>

La fabricación de un pienso consiste en una serie de operaciones cuyo fin es el de asociar varias materias primas en unas proporciones fijadas de antemano y con un objetivo nutricional concreto. Esta asociación se realiza mezclando los componentes en forma sólida (harina animales, productos derivados de los cereales, minerales y vitaminas) o en forma líquida (aceites de pescado, lecitina de soya ciertas vitaminas y sustancias aglutinantes). Los piensos destinados a peces y crustáceos

---

<sup>1</sup> Fredy Rodríguez, Diagnóstico de la cadena de la piscicultura en Colombia. Colombia: 2005, p 46.

contienen materias primas que son co-productos de otras industrias (aceiteras, aldoneras, etc) o productos elaborados específicamente (harina de pescado, de sangre y aceites). Todas estas materias primas han sufrido, en diverso grado, tratamientos tecnológicos variados antes de ser asociados en un pienso. (GUILLAUME)<sup>2</sup>

Existen diferencias marcadas en el tipo de alimento entre cada especie a cultivar por ejemplo los camarones requieren un alimento que se hunda rápidamente, ya que su habitat es el fondo, en cambio los peces como trucha y tilapia requieren alimento flotables o de lento hundimiento, con la finalidad que puedan atraparlos en la columna de agua (SANCHEZ)<sup>3</sup>. La variabilidad en las presentaciones para peces, se logra con la tecnología de extrusión, la cual esta siendo usada con excelente resultados. La creciente popularidad de la tilapia entre los consumidores y las obvias necesidades de producción de alimentos, ponen de manifiesto la importancia de buscar alternativas de producción de esta especie en agua salobre e inclusive en el ambiente marino (MENA)<sup>4</sup>.

<sup>2</sup> Guillaume J, Kaushik S. y Bergot T. Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Ediciones Mundi, Madrid, 2004, p 475.

<sup>3</sup> Sánchez D y Matrokalo C. Alimentación en acuicultura, Revista FONDEPES, (Octubre 2000).

<sup>4</sup> Alfredo Mena, Efecto de la salinidad en el crecimiento de Tilapia híbrida *Oreochromis mossambicus* (Peters), *Oreochromis niloticus* (Linnaeus), cultivadas bajo condiciones de laboratorio. México, 2001, p 39.

## **1. PROBLEMA**

### **1.1. Formulación del Problema.**

#### **1.1.1. Formulación a nivel general**

La acuicultura en su búsqueda de incrementar la productividad requiere de la fabricación de alimentos de alta calidad. Las técnicas o procesos utilizados para producir alimentos formulados influyen en el producto terminado con marcadas ventajas, considerando además que bajo condiciones de cultivo intensivo se debe proveer los nutrientes a través de la entrega de dietas artificiales completas.

La fabricación local de dietas para peces ha tenido una marcada influencia sobre el éxito de los cultivos debido a los continuos progresos que ha presentado con los años, así el acuicultor ha podido optar por alternativas de mayor calidad obteniendo mejores respuestas productivas y rentabilidad.

Por otra parte la evolución del tipo de dietas empleadas en la alimentación de peces de cultivo ha sido muy importante, habiendo comenzado con dietas húmedas hasta la aparición de la dieta extruida.

Es por ello que los avances en la fabricación de equipos para la industria alimentaría determino un cambio importante con la introducción

de los extrusores los que fueron mas adelante utilizados en la industria de alimento balanceado incluyendo para especies acuáticas.

### 1.1.2. Formulación a nivel específico

La alimentación es considerada como uno de los costos más notables en el cultivo de tilapia, siendo los alimentos balanceados extruidos y pelletizados los más usados en su cultivo, sin conocer a ciencia cierta el beneficio económico y productivo del empleo de dichos alimentos, por consiguiente, el propósito de este trabajo de investigación es comparar la respuesta productiva de la *Oreochromis spp.* Tilapia roja alimentada con alimento balanceado sometido a procesos de Extrusión o Peletización.

**¿Cuál de los alimentos balanceados elaborados bajo los procesos Extruido – Pelletizado, nos permitirá obtener una mejor tasa de crecimiento de *Oreochromis spp.* Tilapia Roja cultivada en agua de mar ?**

## 1.2. Importancia y Justificación

El estudio de los " Diferentes Procesos de Elaboración de Alimento Balanceado Extruido y Pelletizado en el Crecimiento de *Oreochromis spp.* Tilapia Roja, Cultivada en Agua de Mar", es importante porque nos dará a conocer la mejor tasa de crecimiento de la *Oreochromis spp.* Tilapia Roja, alimentada con alimento balanceado sometido a procesos de extrusión o pelletizado, evaluados bajo las variables: tasa de crecimiento (talla, peso), tasa de crecimiento específica (talla, peso), conversión alimenticia, factor de conversión y eficiencia proteica, aportando de esta manera en el conocimiento del comportamiento de la especie cultivada en agua de mar.

El presente trabajo de investigación es importante porque contribuirá en el desarrollo de la acuicultura en el Perú y a su vez intentará complementar una serie de investigaciones que se vienen desarrollando en la Universidad Nacional del Callao. Los resultados permitirán sentar algunas bases para estudios futuros, que sirvan para poder realizar un adecuado manejo del cultivo de *Oreochromis spp.* Tilapia Roja en agua de mar.



## CAPITULO II

### OBJETIVOS

#### 2.1. Objetivo General

Determinar cual de los alimentos balanceados elaborados bajo los procesos Extruido - Pelletizado, presentara un mejor tasa crecimiento de *Oreochromis spp.* Tilapia Roja cultivada en agua de mar.

#### 2.2. Objetivos Específicos

- Calcular la tasa de crecimiento en talla y peso.
- Calcular la tasa de crecimiento específico en talla y peso.
- Determinar la conversión alimenticia.
- Determinar el factor de condición.
- Determinar la eficiencia proteica.
- Mortalidad
- Supervivencia

## CAPITULO III

### FORMULACION DE LA HIPOTESIS Y VARIABLES

#### 3.1. Hipótesis

Con el alimento balanceado elaborado bajo el proceso de extrusión se logrará una mejor tasa de crecimiento de la especie *Oreochromis spp.* Tilapia Roja cultivada en agua de mar.

#### 3.2. Variables

**Variables Independiente** : Diferentes procesos de elaboración de alimentos balanceados (Extruido y Pelletizado).

**Variables Dependientes** :Tasa de Crecimiento (Peso, Talla).

## CAPITULO IV

### MARCO TEÓRICO

#### 4.1. Antecedentes

No se tiene información de trabajos comparativos respecto al efecto que tiene el alimento balanceado elaborado bajo diferentes procesos (extrusión o peletizado) en el cultivo de tilapia roja. Sin embargo se han realizado trabajos evaluando estas variables en el cultivo de trucha Arco Iris en la etapa de juveniles y engorde.

4.2. VERGARA (1998)<sup>5</sup>, evaluó en forma comparativa la eficiencia alimenticia de las dietas balanceadas elaboradas mediante los procesos de extrusión - peletizado en el crecimiento de juveniles de trucha arco iris; para este estudio se utilizaron juveniles de trucha con una longitud y peso inicial promedio similares y condiciones de estudio homogéneas para ambos tratamientos, concluyendo que el proceso extruido - peletizado obtuvo una mejor eficiencia en conversión alimenticia, índice de eficiencia proteica y tasa de crecimiento que el proceso peletizado.

<sup>5</sup> Vergara V. Bazan H. y Look M. Evaluación comparativa de dos dietas balanceadas elaboradas mediante los Procesos Extruido - Peletizado y Peletizado en el crecimiento de juveniles de trucha arco iris. Perú, 1998.

POKNIAK (1999)<sup>6</sup>, compara la respuesta productiva de la trucha arco iris, alimentada con una dieta de engorde sometida a procesos de extrusión y peletizado, con un peso inicial de  $60 \pm 5$  g y una longitud de 15 cm. Los peces fueron distribuidos en 2 tratamientos; dieta extruida (T1) y dieta peletizada (T2) con 3 repeticiones de 100 truchas cada una. Las dietas extruidas y peletizadas se presentaron en pelets. Al final del estudio, correspondiente al día de la cosecha ( $270 \pm 10$  g de peso vivo) se concluyó que no hubo diferencia irrelevante a lo largo del ensayo en las variables evaluadas (conversión alimenticia, tasa de crecimiento y tasa de crecimiento específico).

## 4.2. Bases teóricas

### 4.2.1. Taxonomía

La tilapia roja es un pez que taxonómicamente no responde a un nombre científico (CASTRO)<sup>7</sup>, siendo este un híbrido proveniente de líneas mejoradas partiendo de cuatro especies más importantes del género *Oreochromis*; *O. aureus*, *O. niloticus*, *O. mossambicus* y *O. urolepis homorum* (NICOVITA)<sup>8</sup>, tres de ellas de origen africano y una cuarta de origen israelita.

---

<sup>6</sup> Pokniak, J. y col. Efectos de la extrusión o peletización de la dieta de engorda sobre la respuesta productiva de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) tamaño plato. Chile, 1999, p 18.

<sup>7</sup> Castro, G y col. Cría y Comercialización de la Tilapia Roja. Venezuela, 1999.

<sup>8</sup> NICOVITA

[http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man\\_tilapia\\_01.pdf](http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man_tilapia_01.pdf)

Morales <sup>9</sup> clasifica la tilapia roja como:

Reino	:	Animal
Phyllum	:	Vertebrata
Subphyllum	:	Craneata
Superclase	:	Gnathostomata
Serie	:	Pisces
Clase	:	Teleostomi
Orden	:	Perciformes
Suborden	:	Percoidei
Familia	:	Cichlidae
Género	:	Oreochromis
Especie	:	Oreochromis spp.

#### 4.2.2. Morfología

Presentan un cuerpo robusto comprimido lateralmente, a menudo discoidal, raramente alargado con aletas dorsales largas que tienen entre 23 a 31 espinas y radios (ESPEJO)<sup>10</sup> tienen boca protractil, mandíbula ancha y a menudo rodeada por labios gruesos con dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos (GEOCITIES)<sup>11</sup>, la línea lateral la presentan interrumpida y dividida en dos partes, la porción superior va desde el

<sup>9</sup> Morales A, Tilapia en México ( Biología, cultivo y pesquerías), Editorial AGT SA, 1991, p 66

<sup>10</sup> Espejo C. y Torres E. (2001) FUNDAMENTO DE ACUICULTURA CONTINENTAL, Cultivo de las Tilapias Roja (*Oreochromis spp.*) y Plateada (*Oreochromis niloticus*), Editorial: INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA INPA, Colombia, p 423

<sup>11</sup> GEOCITIES  
<http://www.geocities.com/rnavefish/tilapia.html>

opérculo hasta la aleta dorsal; mientras que la parte inferior va desde la aleta dorsal hasta la aleta caudal. Tiene un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza, característica que lo diferencia de las mojarras (Fam. *Centrarchidae*) (AGRIBRANDS)<sup>12</sup>.

#### 4.2.3. Distribución y Habilidad

La mayor distribución mundial de los ciclidos se localiza entre los trópicos de Cáncer y Capricornio en América desde México, Centro y Sur América hasta el río de la Plata en Argentina (DUEÑAS)<sup>13</sup>.

Dentro de sus áreas originales de distribución las tilapias han colonizado hábitat muy diversos: arroyos permanentes y temporales, ríos anchos y profundos o con rápidos, lagos profundos, lagos pantanosos, lagunas dulces salobres o saladas, alcalinas, estuarios y lagunas costeras e incluso hábitat marinos. Las tilapias cultivadas habitan por lo general en aguas lénticas (poca corriente), permaneciendo en zonas poco profundas y cercanas a las orillas donde se alimentan y reproducen. (ALAMILLA)<sup>14</sup>

---

<sup>12</sup> AGRIBRANDS

<http://www.agribands.com/countries/mexico/acuacultura18.htm>

<sup>13</sup> Fernando Dueñas Garzon, Piscicultura, Colombia, 2000.

<sup>14</sup> Hugo Alamilla Tovar. Cultivo de Tilapia, México, 2005, P 28.

<http://www.zoetecnocampo.com/documentos/tilapia/tilapia.htm>

#### 4.2.4. Hábitos alimenticios

Las tilapias son predominantemente omnívoras y su requerimiento y tipo de alimento varía con la edad del pez, sexo y estación del año (NICOVITA)<sup>15</sup>. Las larvas de tilapia roja se alimentan de zooplancton, mientras que los adultos son omnívoros y lo hacen de zooplancton, fitoplancton, algas y pequeños animales bentónicos, considerándose estas en un nivel bajo de la cadena alimentaría (GÜELFO)<sup>16</sup>. Acepta fácilmente dietas complementarias, cualidad esta que lo hace apto para el cultivo (MERCADO)<sup>17</sup>.

#### 4.2.5. Morfología del tracto digestivo

Las tilapias presentan una boca terminal con filas de dientes mandibulares uniformemente pequeños, especializados de acuerdo con los hábitos alimenticios. El alimento introducido a la garganta es seleccionado en la cavidad bucal por las papilas gustativas pasando por los dientes faríngeos donde es desgarrado o molido antes de llegar al esófago. Poseen un tracto digestivo bien diferenciado con un esófago corto, que se conecta con el estomago este en forma de saco y recubierto con una barrera que lo protege de los efectos de los ácidos y las enzimas

<sup>15</sup> NICOVITA  
[http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man\\_tilapia\\_01.pdf](http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man_tilapia_01.pdf)

<sup>16</sup> Alejandro Güelfo Fuentes. Tilapia, España, 2005, p 2

<sup>17</sup> Mercado J y Siergert P. Cultivo en jaulas de tilapia roja *Oreochromis spp* en aguas salobres, Editorial: Sección Proyectos INPA, Colombia, 2003, p 225.

proteo líticas. A través del esfínter pilórico el estómago se comunica con el intestino cuya longitud puede ser 6 veces más largo que el cuerpo del pez, en los cuales se continúa con la digestión y la absorción de los nutrientes (OLVERA)<sup>18</sup>, (MEYER),<sup>19</sup> (AMEZQUITA).<sup>20</sup>

#### 4.2.6. Ciclo Vital

El macho de la tilapia roja se caracteriza por hacer nidos, donde la hembra los ovopositará y este fecundará los óvulos, la incubación de los huevos se realiza dentro de la boca de la hembra proceso que dura de 5 a 8 días (AGRIBRANDS)<sup>21</sup>, al termino de la incubación se da la eclosión proceso que dura de 2 a 5 días (GÜELFO)<sup>22</sup> en la cual se rompe la cáscara y nace el pez al que se le denomina larva, esta presenta un saco con vitelo adherida a su cuerpo, de este saco va a tomar su alimento durante 15 – 18 días aproximadamente, cuando ha reabsorbido el saco vitelino en un 60 – 70% de la bolsa comienza a nadar y es necesario suministrar alimento (CASTRO)<sup>23</sup>. Las tilapias poseen una reproducción bisexual y una alta eficiencia reproductiva debido a que alcanza la madurez sexual a partir de los 2 a 3 meses de edad con una longitud de 8

<sup>18</sup> Miguel A. Olvera Novoa, Nutrición y Alimentación de Tilapia, México, 2002

<sup>19</sup> Daniel E. Meyer. V SIMPOSIO DE ACUICULTURA, Nutrición y Alimentación de Tilapia, Guatemala, 2003

<sup>20</sup> Jairo E. Amezcuita Galindo. V SIMPOSIO DE ACUICULTURA, Nutrición y Alimentación de Tilapias, Honduras, 2003

<sup>21</sup> AGRIBRANDS

<http://www.agribands.com/countries/mexico/acuacultura18.htm>

<sup>22</sup> Güelfo. opcit p2

<sup>23</sup> Castro. opcit p 2.



a 16 cm. (GEOCITIES)<sup>24</sup>, pudiendo depositar entre 200 a 1500 huevecillos dependiendo de su edad (una hembra de 160 g puede producir 372 larvas), teniendo alrededor de 5 a 8 reproducciones al año (DUEÑAS)<sup>25</sup>.

#### 4.2.7. Reversión sexual

Tiene como objetivo conseguir una población monosexo, específicamente masculina, ya que los machos son los que presentan: mayor crecimiento, mejor conformación corporal, mayor rendimiento de filete, y menor riesgo de verse contaminada la población con animales de otro sexo (ESPEJO).<sup>26</sup> La reversión sexual es un proceso que se realiza en el primer mes (21 a 28 días) de vida del animal, una vez reabsorbido el saco vitelino se utiliza la hormona  $17\alpha$  metil-testosterona, la cual es incorporada en el alimento de los alevines previa dilución en etanol tratando de hacer una mezcla homogénea, con el fin que el alcohol se volatilice lo mas lentamente posible y así asegurar una adhesión completa de la hormona a cada una de las partículas del alimento (NICOVITA)<sup>27</sup>.

<sup>24</sup> GEOCITIES

<http://www.geocities.com/rnavefish/tilapia.html>

<sup>25</sup> Dueñas. Opcit p 10.

<sup>26</sup> Espejo. opcit p 423.

<sup>27</sup> NICOVITA

[http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man\\_tilapia\\_01.pdf](http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man_tilapia_01.pdf)

#### 4.2.8. Osmorregulación

La Osmorregulación se refiere a procesos relacionados con la regulación de la presión osmótica y la concentración de sales, implica el mantenimiento de una concentración osmótica interna diferente a la del medio, además de la regulación de la composición y concentraciones iónicas para asegurar el funcionamiento correcto de las células y tejidos (DURAN)<sup>28</sup>.

La regulación de la concentración de sales en el medio interno se consigue en los vertebrados de diferentes formas según el medio en el que vivan. El agua dulce es extremadamente diluida y tiene una concentración de sal muy inferior a la de la sangre de peces de agua dulce, de esta manera por ósmosis tiende el agua a ingresar al cuerpo del pez, y las sales se pierden por difusión al exterior a través de las branquias. Por ello tienden a eliminar el exceso de agua al exterior por medio de los riñones formando una abundante orina diluida y reabsorbiendo sales por medio de células absorbentes localizadas en las branquias que transportan iones desde el agua a la sangre, también recuperan sales de los alimentos (MONOGRAFIAS).<sup>29</sup>

---

<sup>28</sup> Duran, E. y col (2002), Biología de los Animales II, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2005, p 10

<sup>29</sup> MONOGRAFIAS

<http://www.monografias.com/trabajos24/aparato-excretor-animal/aparato-excretor-animal.shtml>

#### 4.2.9. Alimentación en Acuicultura

De acuerdo a las características nutricionales de cada especie se establece parámetros para lograr una dieta completa, por lo tanto los procesos y las formulaciones del alimento varían. Los alimentos balanceados deben ser diseñados, evaluados y producidos para distintas etapas y tipos de cultivo de cada especie y deben poseer un balance de nutrientes esenciales, como proteínas, aminoácidos, ácidos grasos y micro nutrientes (vitaminas y minerales). Cabe mencionar que para una buena nutrición de la población en cultivo se debe utilizar materias primas de excelente calidad para lograr una hidroestabilidad, atractabilidad, palatabilidad y digestibilidad. Además de una buena conversión alimenticia, crecimiento uniforme y resistencia a enfermedades. (SANCHEZ)<sup>30</sup>

#### 4.2.10. Procesos de Elaboración de Alimento Balanceado

Los alimentos balanceados pueden ser elaborados de acuerdo con los diversos métodos o procesamiento, dependiendo de la intensidad de cultivo. Las dietas balanceadas para tilapias pueden ser fabricadas bajo dos procesos principales:

---

<sup>30</sup> Sánchez D., Mastrokalo. C., (2000), ALIMENTACIÓN EN ACUICULTURA, <http://www.nicovita.com.pe/paginas/esp/tilapia04B.htm>

#### 4.2.10.1. Proceso de Peletizacion

Proceso de compactación mecánica que ocurre cuando una mezcla de materias primas finamente divididas, algunas veces en polvo, impalpables y difíciles de manejar, son acondicionadas a través de la aplicación de humedad, temperatura y presionadas dentro de una cámara o molde con orificios es obligada a salir dándole una forma cilíndrica o "pellet". (SANCHEZ)<sup>31</sup>, (BORTONE).<sup>32</sup>

Además Los componentes básicos de un sistema de peletizado son: alimentador de velocidad variable, acondicionador, área matriz y rodillos. El alimentador de velocidad variable es un tornillo sin fin, cuya velocidad variable es necesaria para regular la capacidad de producción y acomodar un flujo constante de mezcla al acondicionador. El acondicionador presenta un sistema de inyección de vapor y un puerto para líquido, siendo su objetivo entregar a través del vapor la humedad para lubricar, liberar aceites naturales y lograr una gelatinización parcial de los almidones. El área de las matrices y rodillos es donde se produce

<sup>31</sup> Ovaldo Muñoz L. (2004). *COMPARACIÓN DE...*

<sup>31</sup> Sánchez D., Mastrokalo. C., (2000), ALIMENTACIÓN EN ACUICULTURA, <http://www.nicovita.com.pe/paginas/esp/tilapia04B.htm>

<sup>32</sup> Bertone E. Interacción de Ingredientes y Procesos en la Producción de Alimentos Hidroestables para Camarones, Venezuela, 2001, p 435.

la compresión que permite prensar las materias primas acondicionadas y lograr el pelet con el diámetro y largo deseado. (MUÑOZ)<sup>33</sup>

#### 4.2.10.2. Proceso de Extrusión

Es el proceso mediante el cual los ingredientes previamente humedecidos son sometidos a cocción, por aplicación de altas temperaturas y presión por un corto tiempo, bajo la acción de intensa fricción y contacto de la mezcla con las camisas térmicas del extrusor. Además las mezclas están sometidas a elevadas presiones para luego sufrir una repentina descompresión, lo que permite la expansión del vapor de agua, originándose un pelet liviano y expandido. Para poder entender como se elaboran los alimentos extruidos es necesario que sepamos como se produce la expansión. La expansión se da a la salida del dado o cuando la masa amorfa es expuesta a la presión atmosférica. Este cambio súbito de alta presión, dentro del extrusor, a baja presión es lo que produce la expansión, que es básicamente la evaporación del agua a altas velocidades. (MUÑOZ)<sup>34</sup> > NO EXISTE DICHO REGISTRO.

<sup>33</sup> Osvaldo Muñoz L (2004), COMPARACION ENTRE EXTRUIDO Y PELLETIZADO EN ALIMENTOS DE CAMARONES, Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuicola del 16-19 Noviembre, México. p 417.

<sup>34</sup> Osvaldo Muñoz L (2004), COMPARACION ENTRE EXTRUIDO Y PELLETIZADO EN ALIMENTOS DE CAMARONES, Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuicola del 16-19 Noviembre, México. p 417

Los componentes del sistema de extrusado son: tornillos o elementos, barril, dado, cuchillas de corte. Los tornillos o elementos son segmentos que pueden ser de transporte o de cocción. El barril es el elemento que recubre los tornillos y el eje. El dado es la parte final del extrusor y es el responsable de dar forma final al producto, siendo este el elemento más importante para generar presión en sentido opuesto al flujo, lo que produce el incremento de presión y la temperatura en el extrusor. Las cuchillas de corte son utilizadas para cortar el producto final. (BERTONE)<sup>35</sup>

#### **4.2.11. Cultivo de Tilapia Roja *Oreochromis spp.***

##### **4.2.11.2. Reproducción**

##### **4.2.11.1. Características deseables de la Especie**

Las tilapias son peces que poseen cualidades que las convierten en organismos de gran interés para la acuicultura. Entre las cuales destacan su rápido crecimiento, resistencia a enfermedades, excelente calidad de su carne, textura firme, coloración blanca y de pocos huesos intramusculares, alta capacidad de hibridación permitiendo vigorizar algunos caracteres deseables, tolerancia a amplias variaciones de

<sup>35</sup> Bertone, opcit p 429.

salinidad pudiendo cultivarse en aguas salobres y algunas especies en agua de mar.(PEREZ)<sup>36</sup> (BARDACH)<sup>37</sup>

Presenta tolerancia a niveles altos de amoníaco, valores bajos de pH, resistencia a variaciones de temperatura y concentración de oxígeno disuelto, amplitud de alternativas de alimento, buen aprovechamiento de las dietas artificiales suministradas, adaptabilidad ecológica, alta eficiencia reproductiva y reproducción semi permanente y precoz. Resistencia al manipuleo en siembra, pudiéndose cultivar en jaulas y estanques soportando grandes densidades (NICOVITA).<sup>38</sup>

#### 4.2.11.2. Reproducción

En los cultivos piscícolas la obtención de los reproductores es una de las tareas más complicadas. La tilapia no presenta este problema; debido a la precocidad de los reproductores en lo referente a la madurez sexual y al número de alevinos obtenidos por hembra. En la reproducción los machos eligen el sitio de desove, ellos construyen el nido en el fondo del estanque. Después del cortejo la hembra deposita sus huevos en el nido, luego el macho expulsa su esperma en la cercanía del desove,

<sup>36</sup> Pérez J. y Col. (2004) "Revista Chilena de Historia Natural" RIESGO DE LA INTRODUCCION DE TILAPIAS (*Oreochromis* sp.) (Perciformes: Cichlidae) en ecosistemas Acuáticos en Chile, Chile, Vol 77 N° 1. p199.

<sup>37</sup> Bardach, Jhon (1986) Acuicultura (Crianza y Cultivo de Organismos Marinos y de Agua Dulce), AGT Editores, México, p295.

<sup>38</sup> NICOVITA

[http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man\\_tilapia\\_01.pdf](http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man_tilapia_01.pdf)

produciéndose la fecundación externa. Una vez fertilizados los huevos, la hembra los recoge y coloca en su boca los huevos fecundados para la incubación, este periodo una duración de 3 a 5 días. (BARDACH)<sup>39</sup>

Para reproducir la tilapia es necesaria contar con estanques con un área de 500 a 1500 m<sup>2</sup> para facilitar la recolección de alevines y la cosecha. Para asegurar una buena producción, es importante monitorear con frecuencia parámetros como oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos. La densidad sugerida para el manejo de estos futuros reproductores es de dos animales por m<sup>2</sup>, con una proporción de 1 a 2 machos por 3 hembras, manteniendo una temperatura de 28 a 31°C. (ESPEJO)<sup>40</sup> (NICOVITA)<sup>41</sup>

#### 4.2.11.3 Cultivo por medio de fases

##### 4.2.11.3.1. Levante

ESPEJO (2001)<sup>42</sup>, menciona que en el cultivo intensivo la etapa de levante consiste en el confinamiento de animales de 1 g o menos gramos dándose a una densidad máxima de 30 alevinos/m<sup>2</sup>, hasta el momento que alcanzan 15 g. En los cultivos superintensivos la etapa de levante se puede dar con densidades 50 a 100 alevinos/m<sup>2</sup> (según disponibilidad de

<sup>39</sup> Bardach. Opcit p 296.

<sup>40</sup> Espejo C. opcit p 423.

<sup>41</sup> NICOVITA

[http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man\\_tilapia\\_01.pdf](http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man_tilapia_01.pdf)

<sup>42</sup> Espejo. opcit p 294.



flujo de agua constante y/o aireación) empezando con alevinos de 1 g hasta 15 – 20 g. Bajo esta modalidad de cultivo puede durar 45 días y es necesario suministrarles alimento de alto contenido proteico (30 a 35 % de proteína), con el fin de suplir la falta de alimento del medio natural. Se puede presentar mortalidad entre el 15 y 30%. Sin embargo el Manual de NICOVITA<sup>43</sup> reporta para cultivos intensivos en esta fase reporta pesos comprendidos entre 5 g y 80 g, realizándose generalmente en estanques 450 a 1500 m<sup>2</sup> y con una densidad de 20 a 50 alevinos/m<sup>2</sup>. (ESPEJO)<sup>44</sup>

#### 4.2.11.3.2. Pre Engorde

ESPEJO (2001)<sup>45</sup>, indica que en cultivos intensivos se acostumbra realizar una etapa de pre engorde con una densidad de 12 alevinos/m<sup>2</sup>, con un peso de 20 g hasta 150 g. En esta etapa la conversión alimenticia puede llegar a 1.5:1 mientras que el tiempo de cultivo se prolonga a 3.5 meses, dependiendo de la productividad del agua, la temperatura del agua y el tipo y calidad de alimento. En cultivos superintensivos se realiza a densidades de 25 - 40 peces/m<sup>2</sup> a partir de 12 g hasta los 120 g en un periodo de 4 meses. Y finalmente el segundo pre engorde se hace desde los 120g hasta los 300g en 3.5 meses a una densidad de 10 a 20 peces/m<sup>2</sup>. Aquí la conversión alimenticia puede ascender hasta 1.8:1.

<sup>43</sup> NICOVITA

[http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man\\_tilapia\\_01.pdf](http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man_tilapia_01.pdf)

<sup>44</sup> Espejo. Ibib p 294.

<sup>45</sup> Espejo. Ibib p 295.

WICKI (1998)<sup>46</sup> , comenta que para el caso de estanques la densidad de siembra es de 20 alevinos/m<sup>2</sup> y para jaulas de 500 a 700 individuos/m<sup>2</sup>

#### 4.2.11.3.3. Engorde

Esta fase comprende la crianza de tilapia desde los 80 g hasta el peso de cosecha, realizándose en estanques de 1000 a 5000 m<sup>2</sup> con densidades de 1 - 30 animales/m<sup>2</sup>. Los peces son alimentados con alimento balanceado de 30 a 28 % de contenido proteico dependiendo de la temperatura del agua y la clase de cultivo. (NICOVITA)<sup>47</sup>

Para los cultivos intensivos ESPEJO (2001)<sup>48</sup> reporta densidades desde 3 - 5 animales/m<sup>2</sup>, dependiendo de la calidad de agua y el tipo de alimento. Aquí se pueden dar conversiones alimenticias de 1.4 - 2 : 1. En los cultivos superintensivos dicha etapa consiste en llevar los animales desde 300 g hasta los 500 g o más, según los intereses del productor y la finalidad del cultivo, se puede mantener a una densidades 15 a 25 animales/m<sup>2</sup>, la conversión alimenticia puede llegar a 1.8 - 2 : 1 o menos dependiendo de los factores al que sean expuestos.

<sup>46</sup> Wicki, A., Gromenida, N. Estudio de Desarrollo y Producción de Tilapia, Editorial Secretaria de Agricultura Pesca y Alimentación, Buenos Aires, 1998.

<sup>47</sup> NICOVITA

[http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man\\_tilapia\\_01.pdf](http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man_tilapia_01.pdf)

<sup>48</sup> Espejo. opcit p 296.

#### 4.2.11.4 Parámetros físico químicos del agua para el cultivo

##### 4.2.11.4.1. Oxígeno

Es el factor más importante de los parámetros físico - químicos en cultivo, debiendo estar el rango deseable por encima de los 4 mg/lit, valores menores reducen el crecimiento e incrementa la mortalidad. Este parámetro debe ser observado para determinar la densidad de siembra. (NICOVITA)<sup>49</sup> (DUEÑAS)<sup>50</sup>

##### 4.2.11.4.2. Temperatura

Los peces dependen de la temperatura del medio y son dependientes y sensibles a los cambios de esta. Las tilapias son peces de origen tropical, el rango natural oscila entre 20 y 30 °C, siendo el rango óptimo de 25 a 30 °C. (ALAMILLA)<sup>51</sup> (GEOCITIES).<sup>52</sup>

<sup>49</sup> NICOVITA

[http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man\\_tilapia\\_01.pdf](http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man_tilapia_01.pdf)

<sup>50</sup> Dueñas, opcit p 4.

<sup>51</sup> Alamilla, opcit p 2.

<sup>52</sup> GEOCITIES

<http://www.geocities.com/rnavefish/tilapia.html>

#### 4.2.11.4.3. Salinidad

Las tilapias son peces eurohalinos, la mayor parte de estas son tolerantes al agua salobre y algunas están mejor adaptadas a ella que otras, pudiendo prosperar y criarse en agua de mar. Aún cuando no son habitantes naturales de aguas marinas las tilapias pueden aclimatarse a este medio con facilidad. (NIRCHIO)<sup>53</sup>(ALAMILLA).<sup>54</sup>

#### 4.2.11.4.4. pH

Las tilapias toleran rangos de pH de 6 a 9, siendo el rango óptimo de pH 6.5 a 7.5. (NICOVITA).<sup>55</sup>

#### 4.2.11.5 Factor de condición

Es la relación volumétrica en función del peso y de la longitud, según la expresión matemática  $K = [P(g) \times 100] / [L(\text{cm})^3]$ , donde el P y el L son el peso y la longitud respectivamente y K es el factor de condición. Este factor sirve para valorar el estado nutritivo del pez, siendo útil para comparar y cuantificar la condición o estado en que el pez se encuentra, en una forma numérica, pudiendo asociarse a una valoración de la

<sup>53</sup> Nirchio, M, y Perez J. Riesgos del cultivo de Tilapias en Venezuela, Caracas, (2002), p195.

<sup>54</sup> Alamilla, ibib p 2.

<sup>55</sup> NICOVITA

[http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man\\_tilapia\\_01.pdf](http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man_tilapia_01.pdf)

contextura o estado de delgadez o obesidad, pudiendo alcanzar valores superiores a 2 lo cual indica la gran capacidad de esta especie para el engorde intensivo, esta proporción será inferior a 1 para un pez delgado y alargado y podrá alcanzar 1.2 y 1.4 para especímenes bien nutridos. (CAICYT, 1987)<sup>56</sup> (BARNABE. 1996)<sup>57</sup>.

El trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Acuicultura (Chicuito) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Tucumán, comprendido del 12 de junio al 12 de agosto de 1996.

## 5.2. Materiales y Equipos

- ▲ 8 Acuarios (150 l de capacidad)
- ▲ 1 Compresora de aire eléctrica
- ▲ 8 Piedras difusoras
- ▲ Baldes (20 y 5 l de capacidad)
- ▲ 20 m de Mangueritas
- ▲ 6 Cálceles
- ▲ 10 Esponjes
- ▲ 2 Tinajas (50 l de capacidad)
- ▲ Tanques de fibra de vidrio

<sup>56</sup> Caicyt, (1987) ALIMENTACION EN LA ACUICULTURA, Editores J Espinoza de los Monteros y U Labarta, Madrid, (pp 302 - 306), p 32

<sup>57</sup> Barnabe, Gilbert, (1996), Bases Biológicas y Ecológicas de la Acuicultura, Editorial Acribia SA, Zaragoza - España, p 519.

## CAPITULO V

### MATERIALES Y METODOS

#### 5.1. Lugar y periodo de experimentación

El trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Acuicultura (Chucuito) de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao, en el periodo comprendido del 12 de junio al 02 de diciembre del 2003 .

#### 5.2. Materiales y Equipos

- ▲ Molino de carne (Mortero y Pestaño)
- ▲ 9 Acuarios (160 l de capacidad)
- ▲ 1 Compresora de aire eléctrica
- ▲ 9 Piedras difusoras
- ▲ Baldes (20 y 5 l de capacidad)
- ▲ 20 m de Manguerillas
- ▲ 6 Cálcales
- ▲ 10 Esponjas
- ▲ 2 Tinas (50 l de capacidad)
- ▲ Tanques de fibra de vidrio (0,5 m<sup>3</sup> de capacidad)
- ▲ Tanques de cemento (0,5 m<sup>3</sup> de capacidad)

▲ Tanques de concreto (2,0 m<sup>3</sup> de capacidad)

▲ Vaso de precipitado (1 l de capacidad)

▲ Ictiometro

▲ Reactivos:

- Sulfato manganoso hidratado

- Hidróxido de sodio

- Yoduro de potasio

- Tío sulfato de sodio

- Carbonato de calcio

- Acido sulfúrico concentrado

#### 5.3.2. Acondicionamiento de la especie

▲ Balanza (marca Sumbean, aproximación 0,1 g)

▲ Molino de carne ( Marca Servi Fabri)

▲ pHmetro (Marca Hanna Instruments, aproximación 0.01)

▲ Termómetro (con exactitud de 0,1°C)

Instalación de los ejemplares en recipientes

### 5.3. Metodología

acuarios.

#### 5.3.1. Obtención de semilla de *Oreochromis spp.* Tilapia Roja

Al inicio de esta etapa los aspectos

Las semillas de tilapia roja fueron obtenidas del Centro de Producción de Tilapia Nilótica para Consumo y Alevinos - Unidad de Acuicultura (CEPIS) ubicada en Villa El Salvador. La obtención de estas

semillas se realizó de las pozas de alevinaje de dicho centro, estas fueron capturadas con una maya anchovetera para luego ser seleccionadas por tallas aproximadas de 5 - 7 cm sin tomar en cuenta el peso.

Las especies seleccionadas fueron colocadas en bolsas plásticas transparentes, adicionandoseles oxígeno para luego trasladarlas rápidamente a las instalaciones del Laboratorio de Acuicultura de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao. (Foto N° 1)

### 5.3.2. Acondicionamiento de la especie

(Foto N°2)

Esta etapa se realizó en el Laboratorio de Acuicultura ya mencionado. Las especies trasladadas fueron colocadas en 3 acuarios de vidrio con las mismas dimensiones (90 cm x 40 cm x 40 cm). Para la instalación de los ejemplares se realizó una estabulación con el fin de ubicar a especies de la misma talla aproximadamente en cada uno de los acuarios.

Al inicio de esta etapa las especies se mantuvieron en acuarios con agua dulce a temperatura controlada y dotadas de aireación. Durante los tres primeros días no se les suministro alimento alguno para poder



eliminar el contenido del tracto digestivo, luego de este periodo se les suministro alimento peletizado. (Foto N ° 2)

### 5.3.3. Adaptación y Aclimatación de la Tilapia al Agua de Mar

En esta etapa las especies fueron sometidas a un período de aclimatación al agua de mar, que duro aproximadamente 2.5 semanas. Esta aclimatación se realizó en tres acuarios con las mismas dimensiones(90 cm x 40 cm x 40 cm), aumentando la salinidad de los acuarios de agua dulce a razón de 5 p.p.m./día con un espacio de tiempo de 3 horas por día hasta llegar al valor del agua de mar (35p.p.m.). (Foto N°2)

### 5.3.4. Tratamiento Experimental

Esta etapa conto con un periodo que abarco del 01 de Julio del 2003 hasta el 16 de Diciembre del 2003, al inicio de esta etapa se realizó un muestreo biométrico para hallar la longitud total y pesos promedios, el cual sirvió para poder determinar:

temperatura del agua de mar de 20°C permanente. (Foto N°2)

- La tasa alimenticia .
- El número de tratamientos y repeticiones

El experimento consistió en tres tratamientos con alimentos balanceados elaborados bajo distintos procesos, el Tratamiento A (TA) Alimento Extruido, elaborado por NICOVITA (ALICORP) bajo el proceso de Extrusión, Tratamiento B (TB) Alimento peletizado, elaborado por la Universidad Nacional La Molina bajo el proceso de Peletización y el Tratamiento C (TC) Alimento Peletizado Artesanal elaborado en la Universidad del Callao, cada tratamiento contó con tres repeticiones (Cuadro N° 22)

### 5.3.5. Descripción de las unidades experimentales

Se emplearon 9 acuarios de vidrio con las siguientes características:

Se realizó	Largo	: 90 cm
vez por semana	Ancho	: 40 cm
los mismos	Altura	: 40 cm
negras en las	Cap. Total	: 160 litros
de los rayos so	Cap. Usada	: 120 litros

Los cuales contaron con calentadores de 40 w para mantener la temperatura del agua de mar de 26 a 27°C y dotados de aireación permanente. (Foto N° 4,5,6)

### 5.3.6. Almacenamiento del agua de mar

El agua de mar filtrada fue proporcionada por el Instituto del Mar del Peru (IMARPE), la cual fue almacenada en tanques de eternit, fibra de vidrio y concreto con capacidad de 1,5; 0,5 y 2,0 m<sup>3</sup> respectivamente, siendo mantenidas dentro de un rango de temperatura de 24 a 26°C utilizando calentadores de 150 a 200 w. El tiempo máximo de almacenamiento del agua de mar fue de 2 días para poder mantener su calidad. (Foto N° 3)

### 5.3.7. Recambio de agua

Se realizó un recambio diario de agua del 30% y un cambio total una vez por semana, con la finalidad de controlar la productividad natural de los mismos, además para evitar este problema se instalaron cortinas negras en las ventanas del laboratorio para que no haya incidencia directa de los rayos solares.

### 5.3.8. Limpieza

La limpieza de los residuos de alimentos y heces de los acuarios se realizaron diariamente en las mañanas antes de la alimentación, utilizando calcaes y mangueras para sifonear. La limpieza total de los

acuarios se realizó semanalmente utilizando solamente abundante agua potable. (Foto N° 7)

### 5.3.9. Características Nutricionales e Insumos de los Alimentos Balanceados de los Tratamiento A, B y C.

Las características nutricionales fueron similares para los tratamientos: A - Alimento Extruido, B - Alimento Peletizado y C - Alimento Peletizado Artesanal (moledora de carne), cada tratamiento contó con tres repeticiones

Para el presente trabajo se utilizo una tabla de alimentación estandar para los tratamiento. (cuadro N° 17)

Los insumos utilizados para la elaboracion de los alimentos balanceados para los tratamientos fueron:

- Harina de pescado, harina de soya, harina de maiz, harina de trigo.
- Aceite de pescado
- Vitaminas
- Sales minerales

Se registró diariamente la salinidad  
 uso del salinómetro de  
 instrumenta.

- Luego de esto la mezcla es pasada por un molino de carne (Marca Servi Fabri) de una criba de 4 mm.
- Los pelets ya formados se encuentran humedos, estos se secan a temperatura ambiente hasta llegar a una humedad de 10 – 12%.
- Una vez deshumedecidos los pelets son almacenados en envases de vidrio.

### 5.3.11. Analisis fisico – quimico del agua

#### 5.3.11.1. Temperatura

Se ha registrado la temperatura del agua en horarios diferentes del dia (8:00 – 13:00 horas), obteniéndose luego los promedios con los cuales se ha elaborado las curvas de variación para cada 14 dias. Las lecturas fueron directas y se emplearon termómetros con canastillas de protección de una aproximacion de 0.1°C.

#### 5.3.11.2. Salinidad

Se registró diariamente la salinidad, siendo la lectura directa con el uso del salinómetro de una exactitud de 0.01 de marca Hanna Instruments.

### 5.3.11.3. Oxígeno

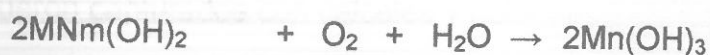
(QUESQUE)<sup>10</sup>

El registro del oxígeno disuelto se realizó quincenalmente, para su determinación se usó el Método de Winkler modificado por Carpenter J.

Este método se fundamenta en que el agua de mar es tratada con una solución alcalina manganosa divalente, al mismo tiempo es protegida de la contaminación del oxígeno del aire evitando la oxigenación formando hidróxido de manganeso, en forma de precipitado blanco:



El oxígeno disuelto de la muestra rápidamente oxida una cantidad equivalente de hidróxido de manganeso divalente transformando a hidróxido manganoso. El precipitado, entonces cambia rápidamente a marrón claro:



Cuando esta solución es acidificada en presencia de iones yoduro, el manganeso oxidado revierte a estado divalente con liberación de yodo en cantidad equivalente al oxígeno disuelto presente en la muestra de agua de mar; 127 g de yodo corresponden a 6 g de oxígeno;



<sup>10</sup> QUESQUE FERNANDEZ, Roberto  
Determinación del oxígeno disuelto  
(Carpenter), UNAC, pp 4

Este yodo liberado se titula con solución valorada de tiosulfato de sodio:

(QUESQUE)<sup>59</sup>



#### 5.3.11.4. pH

Este parámetro se registró quincenalmente, la lectura fue directa por medio de un pHmetro, con exactitud de 0.01 de marca Hanna Instruments.

#### 5.3.12. Controles Biométricos

Los controles biometricos fueron realizados cada 14 días, los especímenes fueron capturados con calcales y colocados en baldes de 20 para luego plitros con aireación para poder medir el peso y talla respectivamente. La operación se efectuó lo más rápido posible para evitar el stress de los peces.

**Talla.-** Se midió a todos los ejemplares de los acuarios por tratamientos empleando un ictiómetro, registrandose la longitud total desde la punta del hocico hasta el final de la aleta caudal. (Foto N° 11)

<sup>59</sup> QUESQUEN FERNANDEZ, Roberto, (1995), Guía de Practica, Practica N° 3, Determinación del oxígeno disuelto en el agua de mar (Método de Winkler modificado por Caperter), UNAC, pp 4

**Peso.-** Se realizo el pesado de todos los ejemplares de los acuarios por tratamiento en una balanza digital con una resolucion de 1 g, con la ayuda de un vaso de precipitado grande (1 litro aproximadamente) con agua de mar, el cual fue destarado para luego proceder a pesar a los ejemplares. (Foto N° 10)

### 5.3.13. Evaluación de los controles biométricos

#### 5.3.13.1. Tasa de Crecimiento (TC)

La tasa de crecimiento se determinó en terminos promedios de incremento de peso y talla, con la siguiente formula:

$$TC = \frac{P. \text{ final} - P. \text{ inicial}}{N^{\circ} \text{ de dias}}$$

P = talla o peso

Donde:

#### 5.3.13.2. Tasa de Crecimiento específico (G)

Incremento de peso o talla diario expresado en porcentaje de su peso o talla actual (porcentaje diario de incremento ponderal).

$$G = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t} \times 100$$

G : Tasa de crecimiento específico de peso y talla.

W<sub>t</sub> : Peso o talla final del pez



5.3.  $W_0$  : Peso o talla inicial del pez.

t : Número de días de crecimiento.

### 5.3.13.3. Conversión alimenticia (CA)

La conversión alimenticia se determinó aplicando la siguiente fórmula:

$$CA = \frac{\text{Alimento consumido (g)}}{\text{Ganancia de peso (g)}}$$

### 5.3.13.4. Factor de condición (K)

Es la relación volumétrica en función del peso y de la longitud.

$$K = \frac{P \text{ (g)} \times 100}{L \text{ (cm.)}^3}$$

Donde:

K = Factor de condición

P = Peso

L = Longitud

### 5.3.13.5. Eficiencia proteica (EP)

Conocido como PER (Protein Efficiency Ratio). La eficiencia proteica se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$EP = \frac{\text{Ganancia de peso (g)}}{\text{g de proteína consumida}}$$

### 5.3.13.6. Supervivencia (S)

El porcentaje de supervivencia se evaluó al final del estudio mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\text{N° Peces cosechados}}{\text{N° Peces sembrados}}$$

### 5.3.13.7. Mortalidad (M)

La mortalidad se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$M = \frac{\text{N° Peces muertos}}{\text{N° Peces sembrados}}$$

#### 5.3.14. Pruebas experimentales

Para la parte experimental se aplicó un diseño Jerárquico (anidados) en dos etapas con acuarios jerarquizados según los Tratamientos (A, B y C). Una vez recolectada la información de cada uno de los tratamientos en formatos especialmente diseñados, se procedió a procesar los datos al programa estadístico Minitab Ver. 4.0. En lo que respecta a la talla se empleo la Prueba de ANVA para analizar la diferencia significativa entre los acuarios. La Prueba del Rango Múltiple de Duncan se utilizo para determinar entre que tipo de Tratamientos (A, B y C) existe diferencia.

En lo que respecta al incremento de peso se empleo la Prueba de ANVA para analizar la diferencia significativa entre los acuarios. La Prueba del Rango Múltiple de Duncan se utilizo para determinar entre que tipos de Tratamientos (A, B y C) existe diferencia.

Para la mortalidad se aplicó la prueba de significancia de mortalidad.

## VI CAPITULO

### RESULTADOS

#### 6.1. Diseño Experimental

##### 6.1.1. Análisis de Varianza para la talla

Esta prueba se realizó para determinar si existe diferencia significativa, entre los Tratamientos (A, B y C), sobre la ganancia en talla y las ganancias de talla promedio observado entre los acuarios.

En el cuadro N° 1 correspondiente a la talla observada de los grupos se aprecia que el  $F_c$  es mayor que el  $F_t$ , por lo tanto existe diferencia significativa ( $P > 0,05$ ) entre los Tratamientos (A, B y C). Por otra parte no existe diferencia significativa entre las ganancias de talla promedio observada entre los acuarios debido a que el  $F_c$  es menor al  $F_t$ .

##### 6.1.2. Prueba del Rango Múltiple de Duncan para la talla

Esta prueba se realizó con la finalidad determinar entre que tipo de Tratamiento (A, B y C) existe diferencia, con respecto a la ganancia de talla, usando para ello un nivel de significancia del 5%.

6.1.4. En el cuadro N° 2, se puede apreciar los R<sup>2</sup>P de las medias de los tratamientos A vs. C y B vs. C son menores a las diferencias de las medias estadísticas poblacionales, y el R<sup>2</sup>P de las medias del tratamiento A vs. B es mayor que la diferencias de medias estadísticas, demostrando que el tratamiento A así como el tratamiento B es significativamente mayor que lo registrado por la ingesta del alimento del tratamiento C. Por otro lado no existe diferencia significativa entre las ganancias de talla promedios observados por la ingesta del tratamiento A y B.

### 6.1.3. Análisis de Varianza para el peso

Esta prueba se realizó para determinar si existe diferencia significativa, entre los Tratamientos (A, B y C), sobre la ganancia en peso y las ganancias de peso promedio observado entre los acuarios.

6.1.5. En el cuadro N° 3, correspondiente al peso de los grupos se aprecia que el  $F_c$  es mayor que el  $F_t$ , por lo tanto existe diferencia significativa entre los Tratamientos (A, B y C), Por otra parte no existe diferencia significativa entre las ganancias de peso promedio observada entre los acuarios debido a que el  $F_c$  es menor al  $F_t$ .

#### 6.1.4. Prueba del Rango Múltiple Duncan para el peso

6.2.1. Esta prueba se realizó con la finalidad determinar entre que tipo de Tratamiento (A, B y C) existe diferencia, con respecto a la ganancia de peso usando para ello un nivel de significancia del 5%.

En el cuadro N° 4, se puede apreciar los R<sup>2</sup>P de las medias de los tratamientos A vs. C y B vs. C son menores a las diferencias de las medias estadísticas poblacionales, y el R<sup>2</sup>P de las medias del tratamiento A vs. B es mayor que las diferencias de medias estadísticas, demostrando que el tratamiento A así como el tratamiento B es significativamente mayor que lo registrado por la ingesta del alimento del tratamiento C. Por otro lado no existe diferencia significativa entre las ganancias de peso promedios observados por la ingesta del tratamiento A y B.

#### 6.1.5. Prueba de Significación entre las tasas de Mortalidades

En el cuadro N° 5, se observa que TB presento mayor tasa de mortalidad igual a 3 ejemplares, seguido del TA con 1 ejemplar y en ultimo lugar el TC que no presento mortalidad.

Cabe resaltar que estas diferencias no fueron estadísticamente significativas tal como se demostró.

## 6.2. Evaluación los Factores

### 6.2.1. Control del peso y longitud

Los resultados de los promedios de los pesos y tallas obtenidos en cada control se presentan en los cuadros N° 1 y N° 2 respectivamente.

En el cuadro N° 6, se observa que el Tratamiento A (TA) obtuvo un mayor incremento de peso total cuyo valor fue de 79,14 g seguido del Tratamiento B (TB) con 69,83 g y el cual fue superior al Tratamiento C (TC) con 59,33 g.

En el Grafica N° 1, se muestra que el crecimiento en peso de cada tratamiento fue diferente y progresivo durante toda la experiencia.

En el cuadro N° 7, se evidencio que el Tratamiento A (TA) obtuvo un mayor incremento de talla siendo esta 10,84 cm. seguido del Tratamiento B (TB) con 10,20 cm. y el cual fue superior al Tratamiento C (TC) con 9,58 cm.

En el Grafico N° 2, se aprecia la evolución del crecimiento en talla de cada tratamiento la cual experimento una curva ascendente

durante toda la experiencia. Se observa también que las curvas tienen un crecimiento en talla paralelas entre si.

## **6.2.2. Tasa de crecimiento**

### **6.2.2.1. Tasa de crecimiento en peso**

En el cuadro N° 8, el cual resume los valores de tasa de crecimiento en peso por cada control biométrico y el promedio de estas tasas de crecimiento. El valor más alto corresponde al TA con una tasa de crecimiento de 0,52 g/día, seguido del TB con 0,45 g/día, quien fue mayor que el TC con 0,39 g/día.

En el grafico N° 3, se observa que el TA presenta tasas de crecimiento más alta seguido del TB y el TC respectivamente, esto se debe a que el TA presenta mayor ganancia de peso que los otros tratamientos.

### **6.2.2.2. Tasa de crecimiento en talla**

En el cuadro N° 9, se aprecia que el valor más alto corresponde TA y TB con una tasa de crecimiento en talla de 0,07 mm/día, seguido del TC con 0,06 mm/día.



En el grafico N° 4, se observa que el TA presenta picos elevados de tasa de crecimiento en talla en los controles biométricos, esto se debe a que presenta un incremento mayor en talla, el TB presenta menos picos elevados, mientras que el TC muestra los picos mas bajos esto se da debido a que tienen menor incremento en talla.

### **6.2.3. Tasa de crecimiento especifico**

#### **6.2.3.1. Tasa de crecimiento especifico en peso**

El cuadro N° 10, muestra los valores de tasa de crecimiento específico en peso por cada control biométrico y el promedio de estas tasas específicos de crecimiento. El valor más alto corresponde al TA con 1,88 %; seguido del TB con 1,82 % el cual fue mayor que el TC con 1,72 %.

#### **6.2.3.2. Tasa de crecimiento especifico en talla**

En el cuadro N° 11, donde se resume los valores de tasa de crecimiento específico por controles biométricos y el promedio, se aprecia que el valor mas alto lo obtuvo el TB con un valor de 0,65 %, seguido del TA con 0,63 %, seguido del TC con 0,61 %.

Con relación a los gráficos 5 y 6, se observó que la tasa de crecimiento específico para peso y talla tuvo variaciones.

### **6.3. Conversión alimentaría**

En el cuadro N° 12, donde se aprecia las conversiones alimenticias para los tratamientos, observándose que el TC presenta el mayor valor con 1,96 seguido del TA con 1,57 y finalmente el TB con 1,59.

Al comparar dichos resultados observamos que el TA obtuvo una conversión alimenticia más eficiente que el TB y TC.

### **6.4. Eficiencia Proteica**

El cuadro N° 13, nos presenta los valores de eficiencia proteica para cada tratamiento, en el cual indica que el TA obtuvo un valor de 2,03; el TB un valor de 2,04 y el TC un valor de 1,93.

### **6.5. Factor de condición**

En el cuadro N° 14, se resume los valores del factor de condición K para cada control biométrico de los tratamientos y el promedio por tratamiento, donde el TA tiene un valor de 1,555; el TB un valor de 1,537

y el TC con 1,531 habiendo una ligera diferencia entre los tratamientos. En el gráfico N° 7, se aprecia el comportamiento del factor de condición.

## 6.6. Análisis físico - químico

### 6.6.1 Temperatura

El cuadro N° 15, muestra la temperatura promedio registrada durante todo el experimento, para el TA = 26,54 °C, TB = 26,52 °C y TC = 26,37 °C.

El gráfico N° 9, nos demuestra el comportamiento de los valores promedios de temperatura.

### 6.6.2. Salinidad

En el cuadro N° 16, se aprecian las salinidades promedios por cada control biométrico y para cada tratamiento. Las promedios salinidad fueron para TA = 35,50%, TB = 35,56% y TC = 35,52.

El gráfico N° 10, nos demuestra el comportamiento de los valores promedios de la salinidad.

### 6.6.3. Oxígeno disuelto

Los valores promedios de oxígeno disuelto se observan en el cuadro N° 20, el cuál presenta valores de 6,32 mg/l para el TA, 6,15 mg/l para el TB y 6,08 mg/l al TC. (Cuadro N° 17)

El gráfico N° 12, nos demuestra el comportamiento de los valores promedios del oxígeno disuelto.

### 6.6.4. pH

En el cuadro N° 18, se observa el pH promedio por control y tratamientos, determinándose un pH promedio de 7,38; 7,49 y 7,59 para los tratamientos A, B y C respectivamente.

El gráfico N° 11, presenta el comportamiento de los valores promedios del pH

## 6.7 Supervivencia

La supervivencia alcanzada después del periodo experimental fue del 90 % para el tratamiento A, 80% para el tratamiento B y 100% para el tratamiento C.

## 6.8. Mortalidad

7.1. Las mortalidades alcanzadas después del periodo experimental fue del 10% para el tratamiento A, del 20% para el tratamiento B y 0% para el tratamiento C

## 6.9. Costos del alimento de cada tratamiento

El cuadro N° 19, presenta los valores de los costos de los alimentos utilizados para dicho trabajo experimental.

## 6.10. Costos del alimento para producir un Kilogramo de Tilapia Roja

El cuadro N° 20, nos muestra el los costos de los alimentos para producir un kilogramo de Tilapia roja por tratamiento.

## VII. DISCUSIÓN

### 7.1. Alimentación y Crecimiento

#### 7.1.1. Tasa de crecimiento en talla

Los resultados obtenidos de tasa de crecimiento en talla en el trabajo experimental fueron de 0,65 y 0,61 mm/día para el tratamiento TB (alimento paletizado) y TC (alimento paletizado artesanal) respectivamente, siendo estos menores comparando con Cabrera (2001) el cual reporta valores de tasa de crecimiento en talla de 0,8; 0,7 y 0,9 mm/día, esto se debe a que este autor realizó dicho trabajo en jaulas suspendidas en estanques de 160 m<sup>3</sup> y evaluó un alimento balanceado peletizado para tilapia roja sustituyendo la harina de pescado por la harina de soya.

#### 7.1.2. Tasa de crecimiento en peso

Comparando la tasa de crecimiento en peso con valores hallados en un cultivo intensivo según Anzola, donde comparo el crecimiento de Tilapia roja y Plateada en agua de mar, alimentados con alimento extruido (2001)<sup>61</sup> fueron de 0,2; 1,5 y 3,9g/día, mientras que el

---

<sup>61</sup> Anzola. Opcit p6

valor observado en nuestro experimento para el TA (alimento Extruido) fue de 0,52 g/día promedio el cual se encuentra dentro del rango al anterior mencionado.

En otro trabajo Cabrera (2001) utilizó alimento balanceado peletizado sustituyendo la harina de pescado por la harina de soya en un cultivo de tilapia roja en jaulas flotantes en ambiente marino reportando valores de tasa de crecimiento en peso de 0,8; 0,7 y 1,1 g/día, los cuales fueron superiores a los valores obtenidos en nuestro experimento para los TB y TC (alimentos peletizados) con valores de 0,45 y 0,39 g/día respectivamente, esto se debe a que el cultivo en jaulas es una estrategia para aumentar la producción, debido al poco gasto de energía que tienen los peces por el limitado desplazamiento dentro de la jaula, mientras que Watanabe (1997), en un cultivo con condiciones similares a Cabrera pero con utilizando un alimento peletizado con 32% de proteína y con harina de pescado obtuvo valores de tasa de crecimiento en peso de 3,04 g/día

### 7.1.3. Conversión Alimenticia

Anzola (2001)<sup>62</sup> reporta valores de conversión alimenticia de 1,5; 1,7 y 1,9; en un cultivo intensivo de tilapia roja con alimento extruido, registrándose en nuestro experimento en condiciones de laboratorio el

---

<sup>62</sup> Anzola. Opcit p6

valor de 1,5 para el TA (alimento Extruido), con lo cual se observo que dicho valor se encuentran dentro del rango que reporta el autor.

Cabrera (2001) reporta valores de coeficiente alimenticio de de 4,69; 4,31 y 3,37 en un cultivo de tilapia roja en jaulas flotantes en un ambiente marino alimentado con un alimento peletizado, mientras que en nuestro experimento para el TB y TC (alimento Peletizados) muestran valores de 1,59 y 1,96 respectivamente, por consiguiente nuestros valores fueron inferiores.

Watanabe (1997) en similares condiciones que Cabrera, pero utilizando un alimento peletizado y con harina de pescado obtuvo valores de conversión alimenticia de 1,8; dicho valor se encuentra dentro del rango de conversión alimenticia obtenidos por nuestro experimento para el TB y TC (alimentos peletizados)

#### **7.1.4. Factor de Condición**

Caicyt (1987) señala que el factor de condición K varia de 1,0 a 2 para especies que se encuentran bien nutridas.

Nuestros valores promedios de factor de condición K fueron de 1,5 estando este dentro del rango arriba mencionado.



### 7.1.5. Eficiencia Proteica

El trabajo experimental presento valores de eficiencia proteica de 2,03; 1,93 y 2,04 dichos valores se encuentran dentro del rango óptimo de proteínas capaces de producir crecimiento que oscila de 0 hasta un máximo de 4,4.

## VIII. CONCLUSIONES

1. La tasa de crecimiento diario en longitud, fue igual para el Tratamientos, TA (alimento extruido) y TB (alimento peletizado), mientras que el tratamiento TC (alimento peletizado artesanal) fue menor que los tratamientos antes mencionados.
2. Como podemos apreciar la tasa de crecimiento diario en peso para el Tratamiento TA (alimento extruido), fue mayor que los valores registrados para el tratamiento TB (alimento peletizado) y TC (alimento peletizado artesanal).
3. La tasa de crecimiento específico en talla para el Tratamiento TB (alimento peletizado) fue mayor que los valores mostrados para los tratamientos TA (alimento extruido) y TC (alimento peletizado artesanal).
4. La tasa de crecimiento específico en peso para el tratamiento TA (alimento extruido) fue mayor a los valores obtenidos para los Tratamientos TB (alimento peletizado) y TC (alimento peletizado artesanal).

5. Como podrá apreciarse en el cuadro N° 12 la conversión alimenticia promedio obtenida para el Tratamiento TA (alimento extruido) fue menor a los valores mostrados para los tratamientos TB (alimento peletizado) y TC (alimento peletizado artesanal)
6. Los resultados promedios de factor de condición fueron similares para los tratamientos TA (alimento extruido), TB (alimento peletizado) y TC (alimento peletizado artesanal).
7. En el experimento la temperatura, el oxígeno disuelto, pH y la salinidad registro valores promedios de 26,4 °C, 6,18 mg/l, 7,48 y 35,5%. respectivamente.
8. La eficiencia proteica obtenida por tratamiento fueron para los tratamientos TA (alimento extruido); TB (alimento peletizado) y TC (alimento peletizado artesanal), los cuales se encuentran dentro del rango optimo de proteínas capaces de producir crecimiento que oscila de 0 hasta 4,4 como máximo.
9. Las pruebas estadísticas demuestran que no existe diferencia significativa, entre las ganancias de peso promedio de los tratamientos TA (alimento extruido) y TB (alimento peletizado) pero

si existe diferencia significativa con respecto al TC (alimento peletizado artesanal).

10. El costo de producción de 1kg de Tilapia roja con la dieta de Tratamiento TB (alimento paletizado) es menor con respecto a las dietas de los Tratamientos TA (alimento extruido) y TC (alimento peletizado artesanal).
11. El alimento balanceado elaborado bajo el proceso de Extrusión permitió obtener una mayor eficiencia que el alimento balanceado elaborado bajo el Proceso de Peletización, en cuanto al índice de conversión alimenticia y la tasa de crecimiento en peso en el periodo acumulado. En cuanto a la talla no hubo mayor incremento para ambos tratamientos

## IX. RECOMENDACIONES

1. Realizar el mismo trabajo experimental pero con agua dulce.
2. Determinar la una tasa de alimentación para cultivo de Tilapia roja  
y *Oreochromis spp.* en agua de mar.

## X. BIBLIOGRAFIA

1. ALAMILLA TOVAR, (2005), Cultivo de Tilapia, México, P 28.  
Publicado por Revista ZOE TECNO CAMPO.
2. AMEZQUITA GALINDO JAIRO E.,(2003), V SIMPOSIO DE ACUICULTURA, Nutrición y Alimentación de Tilapias, Honduras, pp 55.
3. ANZOLA ESCOBAR, EDUARDO, (2001), Cultivo de Tilapia Roja (*Oreochromis spp.*) y Plateada (*Oreochromis niloticus*), Impreso Grafimpresos Quinteros, Colombia, pp. 423.
4. BARDACH, Jhon (1986) Acuicultura (Crianza y Cultivo de Organismos Marinos y de Agua Dulce), AGT Editores, México, pp 741.
5. BARNABE, GILBERT, (1996), Bases Biológicas y Ecológicas de la Acuicultura, Editorial Acribia SA, Zaragoza – España, p 519
6. BERTONE E. (2001), Interacción de Ingredientes y Procesos en la Producción de Alimentos Hidroestables para Camarones, Venezuela, p 435. Publicado por Balanceados Lamar, C.A. Venezuela.

7. CASTRO, G Y COL,(1999) , Cría y Comercialización de la Tilapia Roja, Venezuela. Publicado por WORL LINKS.
8. CAICYT, (1987); Alimentación en Acuicultura, Editores J Espinosa de los Monteros y U Labarta, Madrid, pp 325.
9. COLL MORALES, (1986), Acuicultura (Marina Animal), Ediciones Mundial Prensa, Madrid, pp 670.
10. DURAN, E. Y COL (2002), Biología de los Animales II, publicado por la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO, México, p 10.
11. ESPEJO C. Y TORRES E. (2001) FUNDAMENTO DE ACUICULTURA CONTINENTAL, Cultivo de las Tilapias Roja (*Oreochromis spp.*) y Plateada (*Oreochromis niloticus*), Editorial: INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA INPA, Colombia, pp 423.
12. ESPINOZA VALDIVIA, Sandra Inés, (2003), Determinación de la talla optima de Crecimiento de *Lisa mugil cephalus* en cultivo a nivel de laboratorio, Tesis de la Universidad Nacional del Callao, Callao – Perú, (P 21), pp 38.

13. FREDY RODRÍGUEZ(2005), Diagnostico de la cadena de la piscicultura en Colombia. Colombia, p46. Publicado por Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agro Cadenas Colombia.
14. FERNANDO DUEÑAS GARZON, (2000), Piscicultura, Colombia, pp 25. Publicado por Mi pagina Agropecuaria Colombia.
15. GÜELFO FUENTES ALEJANDRO (2005), Tilapia, España, p 2. Publicado por Mis Peces. com
16. GUILAUME J, KAUSHIK S. Y BERGOT T,(2004). Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Ediciones Mundi, Madrid, p475.
17. HUET, Marcel, (1983), Tratado de Piscicultura, Ediciones Mundi Prensa, Madrid, pp 753.
18. MENA ALFREDO,(2001), Efecto de la salinidad en el crecimiento de Tilapia hibrida *Oreochromis mossambicus* (Peters), *Oreochromis niloticus* ( Linnaeus), cultivas bajo condiciones de laboratorio. México, p 39.



19. MERCADO J Y SIERGERT P,(2003), Cultivo en jaulas de tilapia roja *Oreochromis spp* en aguas salobres, Editorial: Sección Proyectos INPA, Colombia, p 225.
20. MEYER DANIEL E.(2003), V SIMPOSIO DE ACUICULTURA, Nutrición y Alimentación de Tilapia, Guatemala, pp 15.
21. MORALES A,(1991), Tilapia en México ( Biología, cultivo y pesquerías), Editorial AGT SA, p 66.
22. MUÑOZ L.,(2004), COMPARACION ENTRE EXTRUIDO Y PELLETIZADO EN ALIMENTOS DE CAMARONES, Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola del 16-19 Noviembre, México. p 417.
23. NIRCHIO, M, Y PEREZ J.,(2002), Riesgos del cultivo de Tilapias en Venezuela, Caracas, p195. Publicado por Revista Chilena de Historia Animal .
24. OLVERA NOVOA MIGUEL A., Nutrición y Alimentación de Tilapia, México, pp 57. Publicado por FAO Departamento de Pesca.

25. PEREZ J. Y COL. (2004) "Revista Chilena de Historia Natural"  
RIESGO DE LA INTRODUCCION DE TILAPIAS (*Oreochromis* sp.)  
(Perciformes: Cichlidae) en ecosistemas Acuáticos en Chile, Chile, Vol.  
77 N° 1. p199.
26. PILLAY, (1997) Acuicultura (principios y practicas), Editorial Limusa SA  
México, pp 699.
27. POKNIAK, J. Y COL, (1999), Efectos de la extrusión o peletizacion de  
la dieta de engorda sobre la respuesta productiva de la trucha arco iris  
(*Oncorhynchus mykiss*) tamaño plato. Chile, p 18. Publicado por  
Universidad de Chile, Proyectos de Investigación.
28. QUESQUEN FERNANDEZ, Roberto, (1995), Guía de Practica,  
Practica N° 3, Determinación del oxígeno disuelto en el agua de mar  
(Método de Winkler modificado por Caparter), UNAC, pp 48.
29. SANCHEZ D Y MATROKALO C, (2000), Alimentación en acuicultura,  
Publicado por Revista FONDEPES.
30. VERGARA V. BAZAN H. Y LOOK M, (1998). Evaluación comparativa  
de dos dietas balanceadas elaboradas mediante los Procesos Extruido  
- Peletizado y Peletizado en el crecimiento de juveniles de trucha arco

iris. Perú, pp 15. Publicado por Universidad Nacional La Molina, Trabajo de Investigación.

31. WATANABE, W. O., OLLA, L., WICKLUND, R. I. and HEAD, W. D., (1997), Cultivo de tilapia roja de Florida en agua marina y Otras especies de tilapia que toleran la salinidad, Trad, ALVA B, V.,(199), pp.6

32. WICKI, A., GROMENIDA, N.(1998), Estudio de Desarrollo y Producción de Tilapia, Editorial Secretaria de Agricultura Pesca y Alimentación, Buenos Aires, pp 30.

## INTERNET

- <http://www.geocities.com/sanfdo/piscicul.htm>
- <http://www.zoetecnocampo.com/documentos/tilapia/tilapia.htm>
- <http://www.geocities.com/piscicultura>
- <http://www.soyamex.com.mx/nutricion%20animal/lance%20002/Acuacultura/Presentaciones%20ppt/Miguel%20Olvera/miguelangelovera%20final.PDF>
- <http://64.233.161.104/search?q=cache:BPzV64PF5qcJ:www.acuacultura.org/development/memorias/V%2520Simposio%2520de%2520Acuicultura%2520Guatemala%25202003%2520Web.htm+&hl=es>
- <http://www.fcencias.unam.mx/Cursos/Biologia/AnimalesII/osmo.htm>
- <http://www.mispeces.com/sector/especies/peces/tilapia.asp>
- <http://unal.mx/publicaciones/maricultura/vi/pdf/A25.pdf>
- <http://www.agribands.com/countries/mexico/acuacultura18.htm>
- [http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man\\_tilapia\\_01.pdf](http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man_tilapia_01.pdf)

# XI. APENDICE

**Cuadro N° 1 Prueba de análisis de varianza para talla**

Grupos	N	Media	Desv. Est.
A	14	11,407	0,806
B	14	11,071	0,732
C	14	10,164	0,463

Elaboración propia

F.V	G.L	S.C	C.M	P	Fc	Ft
Grupos	2	11,5748	5,7874	0,040	11,222	3,55
Acuarios	3	1,5471	0,5157	0,356	1,114	3,68
Error	36	16,6629	0,4629			
Total	41	29,7848				

Elaboración propia

- **Para los grupos:**

$F_c > F_t$  por lo tanto existe diferencia significativa entre los efectos de los grupos sobre la ganancia en talla.

- **Para los Acuarios:**

$F_c < F_t$  por lo tanto no existe diferencia significativa entre las ganancias de talla promedio observados entre los acuarios.

**Cuadro N° 2 Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Talla**

Grupos	N	Media
A	14	11,070
B	14	11,071
C	14	10,164

Elaboración propia

Usando un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

P	2	3
rp tabla	2.87	3.0176
R"p	0,522	0,549

Elaboración propia

**Diferencia de Medias**

Medias	Diferencias	Significancia
A vs B	0,336	No
A vs C	1,243	Sí
B vs C	0,907	Sí

Elaboración propia

Entonces se concluye que la ganancia promedio de talla observada por la ingesta del alimento del Tratamiento A así como del Tratamiento B es significativamente mayor que lo registrado por la ingesta del alimento del Tratamiento C.

Por otro lado no existe diferencia significativa entre las ganancias de talla promedios observados por la ingesta del alimento del tratamiento A y B.

**Cuadro N° 3 Prueba de análisis de varianza para peso**

Grupos	N	Media	Desv. Est.
A	14	87,05	12,23
B	14	79,70	13,54
C	14	61,59	8,71

Elaboración propia

F.V	G.L	S.C	C.M	P	Fc	Ft
Grupos	2	4807,9984	2403,9992	0,043	10,712	3,55
Acuarios	3	673,2819	224,4273	0,176	1,741	3,68
Error	36	4640,2028	128,8945			
Total	41	10121,4831				

Elaboración propia

- **Para los grupos:**

$F_c > F_t$ , por lo tanto existe diferencia significativa entre los efectos de los grupos sobre la ganancia de peso.

- **Para los Acuarios:**

$F_c < F_t$  por lo tanto no existe diferencia significativa entre las ganancias de peso promedio observados entre los acuarios.



**Cuadro N° 4 Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Peso**

Grupos	N	Media
A	14	87,05
B	14	79,70
C	14	61,59

Elaboración propia

Usando un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

P	2	3
rp tabla	2.87	3.0176
R <sup>2</sup> p	8.708	9.156

Elaboración propia

**Diferencia de Medias**

Medias	Diferencias	Significancia
A vs B	7.35	No
A vs C	25.46	Sí
B vs C	18.11	Sí

Elaboración propia

Entonces se concluye que la ganancia promedio de peso observado por la ingesta del alimento del Tratamiento A así como del Tratamiento B es significativamente mayor que lo registrado por la ingesta del alimento del Tratamiento C.

Por otro lado no existe diferencia significativa entre las ganancias de peso promedios observados por la ingesta del alimento del tratamiento A y B.

### Cuadro N° 5 Prueba de significación de mortalidad

Tratamientos	Mortalidad	p
A	1	0,066
B	3	0,050
C	0	0,016

Elaboracion propia

Grupo	Z
A - B	- 0,359
B - C	- 0,004
A - C	- 0,983

Elaboracion propia

$$\infty : 95\% = \pm 1,645$$

$$H_0 : p_i = p_j$$

$$H_1 : p_i \neq p_j$$

Aceptar  $H_0$  si; Z entre  $\pm 1,645$

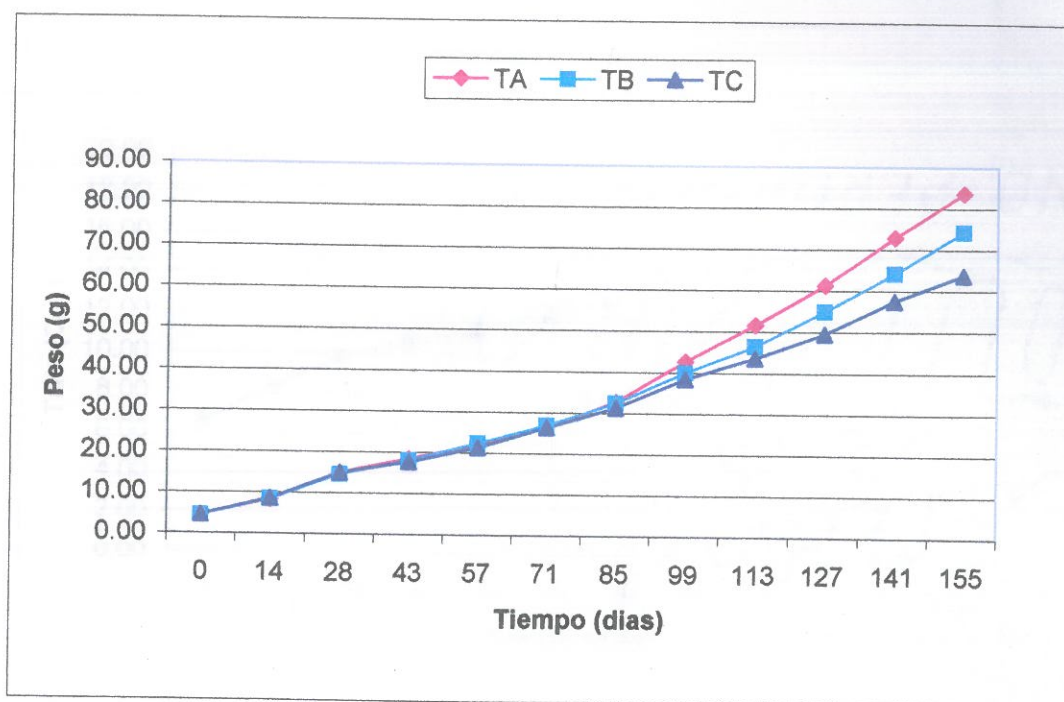
Por lo tanto la  $H_0$  demostrado que no hay diferencia significativa entre las mortalidades de los grupos

**Cuadro N° 6 Promedio de Pesos por Tratamientos**

Controles	Fecha	TA	TB	TC
1	01/07/2003	4.52	4.45	4.50
2	15/07/2003	8.35	8.43	8.54
3	29/07/2003	14.87	14.48	14.92
4	12/08/2003	18.43	17.97	17.61
5	26/08/2003	21.90	22.33	21.24
6	09/09/2003	26.31	26.83	26.32
7	23/09/2003	32.66	32.36	31.21
8	07/10/2003	42.66	39.97	38.35
9	21/10/2003	51.65	46.45	43.52
10	04/11/2003	61.37	54.98	49.57
11	18/11/2003	72.94	64.18	57.53
12	02/12/2003	83.66	74.28	63.83
Incremento	-----	79.14	69.83	59.33

Elaboracion propia

**Grafica N° 1 Curvas de Ganancias de Pesos por Tratamientos**



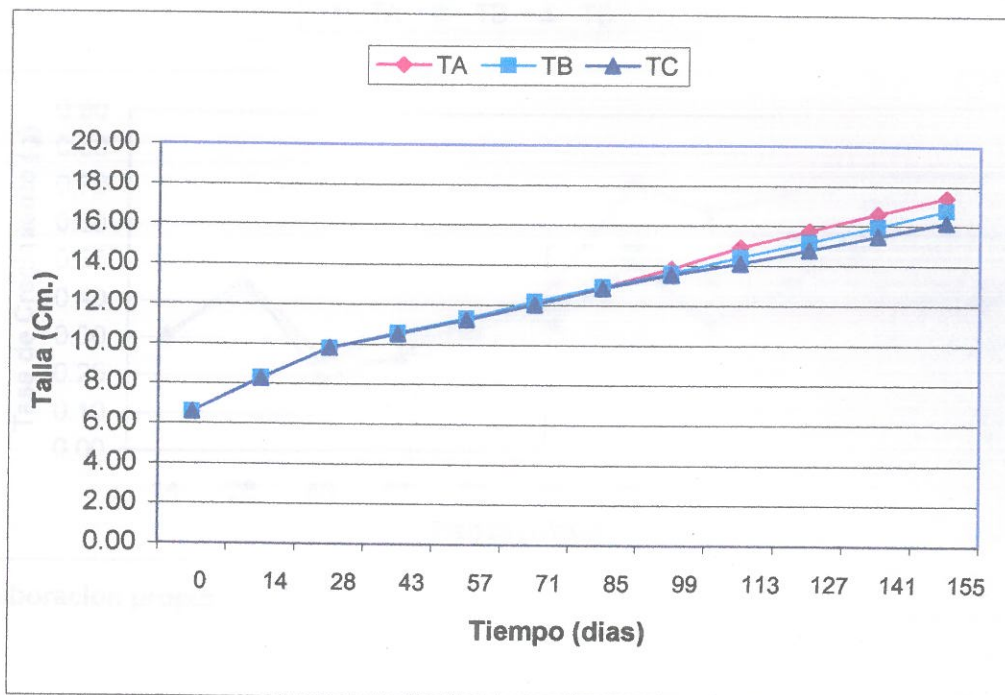
Elaboracion propia

**Cuadro N° 7 Promedio de Tallas por Tratamientos**

Controles	Fecha	TA	TB	TC
1	01/07/2003	6.60	6.59	6.59
2	15/07/2003	8.29	8.29	8.27
3	29/07/2003	9.79	9.79	9.82
4	12/08/2003	10.55	10.58	10.53
5	26/08/2003	11.27	11.33	11.23
6	09/09/2003	12.02	12.17	12.01
7	23/09/2003	12.91	12.92	12.86
8	07/10/2003	13.83	13.62	13.54
9	21/10/2003	14.90	14.43	14.12
10	04/11/2003	15.74	15.17	14.77
11	18/11/2003	16.60	15.94	15.47
12	02/12/2003	17.43	16.79	16.17
Incremento	-----	10.84	10.20	9.58

Elaboracion propia

**Grafica N° 2 Curvas de Crecimiento en Talla por Tratamientos**



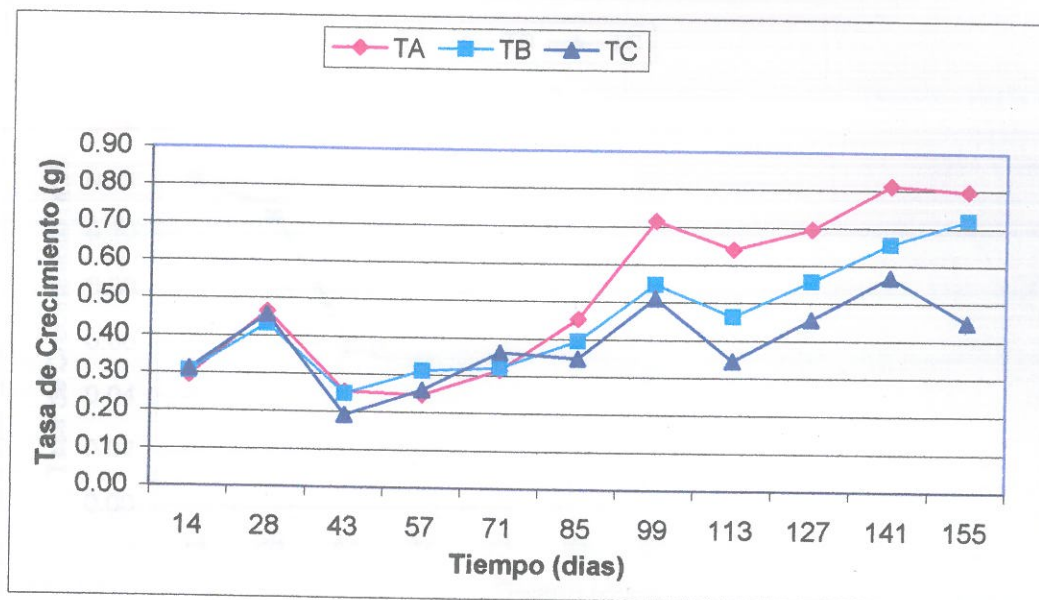
Elaboracion propia

**Cuadro N° 8 Tasa de Crecimiento en Peso por Tratamiento**

Controles	TA	TB	TC
1 - 2	0.29	0.31	0.31
2 - 3	0.47	0.43	0.46
3 - 4	0.25	0.25	0.19
4 - 5	0.25	0.31	0.26
5 - 6	0.32	0.32	0.36
6 - 7	0.45	0.40	0.35
7 - 8	0.71	0.55	0.51
8 - 9	0.64	0.46	0.35
9 - 10	0.69	0.56	0.46
10 - 11	0.81	0.66	0.57
11 - 12	0.80	0.72	0.45
<b>Promedio</b>	<b>0.52</b>	<b>0.45</b>	<b>0.39</b>

Elaboracion propia

**Grafico N° 3 Curvas Tasa de Crecimiento en Peso por tratamiento**

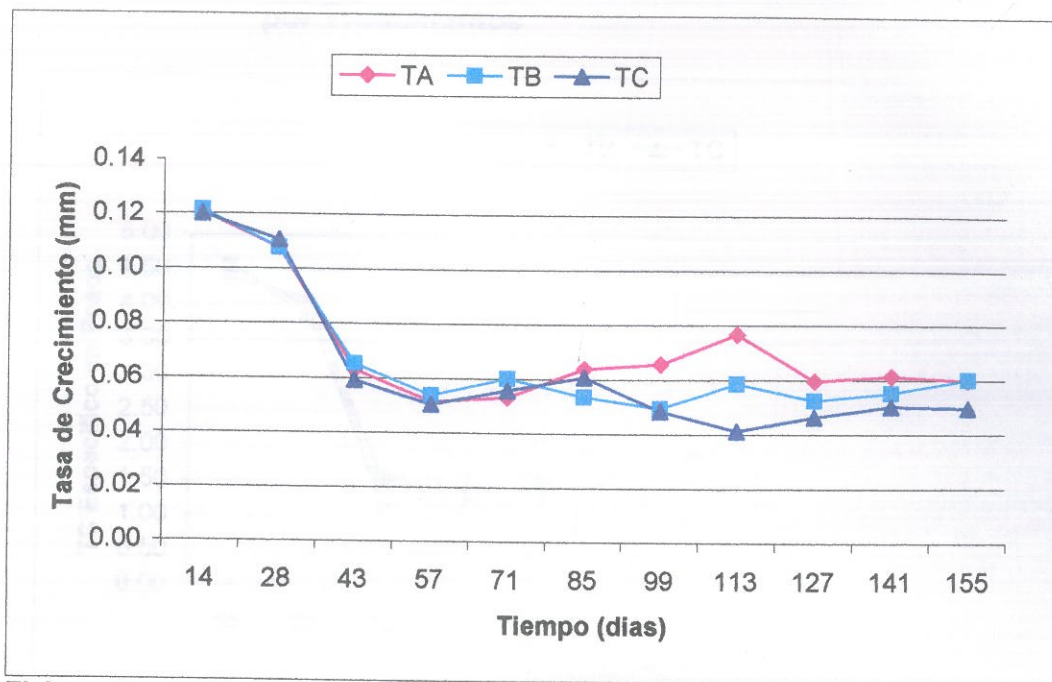


Elaboracion propia

**Cuadro N° 9 Tasa de Crecimiento por tratamientos en Talla**

Controles	TA	TB	TC
1 - 2	0.12	0.12	0.12
2 - 3	0.11	0.11	0.11
3 - 4	0.06	0.07	0.06
4 - 5	0.05	0.05	0.05
5 - 6	0.05	0.06	0.06
6 - 7	0.06	0.05	0.06
7 - 8	0.07	0.05	0.05
8 - 9	0.08	0.06	0.04
9 - 10	0.06	0.05	0.05
10 - 11	0.06	0.06	0.05
11 - 12	0.06	0.06	0.05
Promedio	0.07	0.07	0.06

**Gráfico N° 4 Curvas de Tasa de crecimiento por tratamientos en talla**



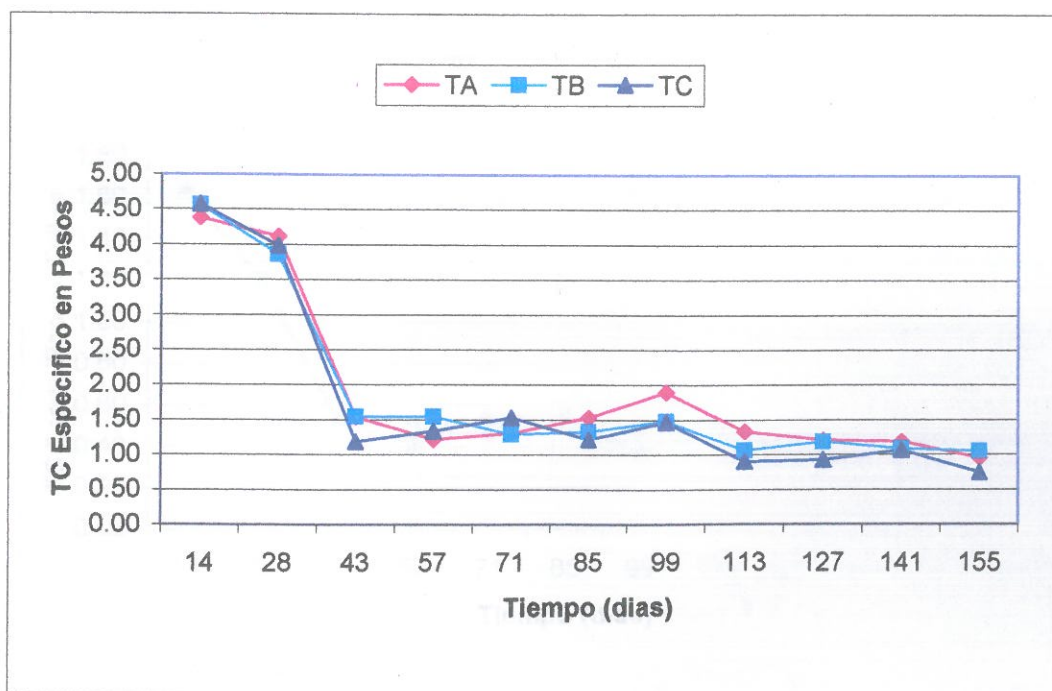
Elaboracion propia

**Cuadro N° 10 Tasa de Crecimiento Especifico en Pesos por Tratamiento %**

Controles	TA	TB	TC
1 - 2	4.38	4.56	4.58
2 - 3	4.12	3.86	3.99
3 - 4	1.54	1.54	1.18
4 - 5	1.22	1.55	1.34
5 - 6	1.31	1.30	1.53
6 - 7	1.53	1.33	1.21
7 - 8	1.89	1.49	1.47
8 - 9	1.33	1.06	0.90
9 - 10	1.21	1.18	0.92
10 - 11	1.18	1.09	1.06
11 - 12	0.95	1.04	0.74
Promedio	1.88	1.82	1.72

Elaboracion propia

**Grafico N° 5 Curvas de Tasa de Crecimiento Especifico en Peso por Tratamientos**



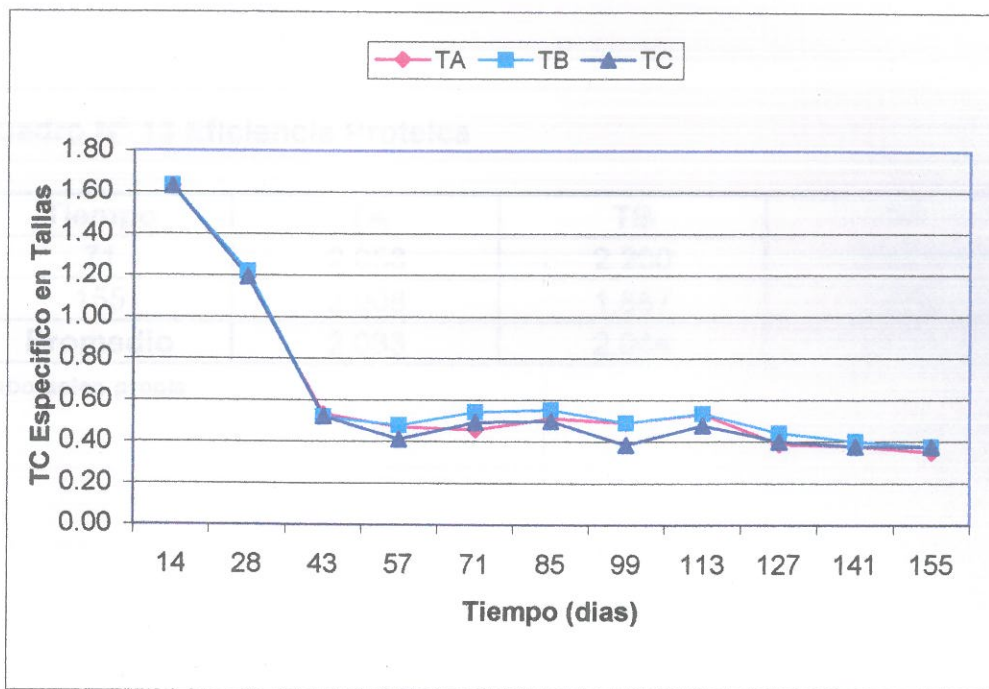
Elaboracion propia

**Cuadro N° 11 Tasa de Crecimiento Específico por Tratamientos en Tallas %**

Controles	TA	TB	TC
1 - 2	1.63	1.63	1.63
2 - 3	1.19	1.22	1.19
3 - 4	0.53	0.52	0.52
4 - 5	0.47	0.48	0.41
5 - 6	0.46	0.54	0.49
6 - 7	0.51	0.55	0.50
7 - 8	0.49	0.49	0.38
8 - 9	0.53	0.54	0.48
9 - 10	0.39	0.44	0.40
10 - 11	0.38	0.40	0.38
11 - 12	0.35	0.37	0.37
Promedio	0.63	0.65	0.61

Elaboracion propia

**Grafica N° 6 Curvas de Tasa de Crecimiento Específico por Tratamiento en talla**



Elaboracion propia



**Cuadro N° 12 Conversion Alimenticia**

<b>Dias</b>	<b>TA</b>	<b>TB</b>	<b>TC</b>
<b>14</b>	0.82	0.78	0.78
<b>28</b>	1.00	1.02	1.04
<b>43</b>	2.33	2.00	2.63
<b>57</b>	2.55	1.40	1.74
<b>71</b>	2.08	2.29	2.43
<b>85</b>	1.16	1.38	1.62
<b>99</b>	1.86	2.82	3.34
<b>113</b>	1.00	1.22	2.29
<b>127</b>	1.41	1.62	2.27
<b>141</b>	1.86	1.62	1.72
<b>155</b>	1.24	1.36	1.67
<b>Promedio</b>	1.57	1.59	1.96

Elaboracion propia

**Cuadro N° 13 Eficiencia Proteica**

<b>Tiempo</b>	<b>TA</b>	<b>TB</b>	<b>TC</b>
<b>71</b>	2.058	2.200	2.012
<b>155</b>	2.008	1.887	1.848
<b>Promedio</b>	2.033	2.044	1.930

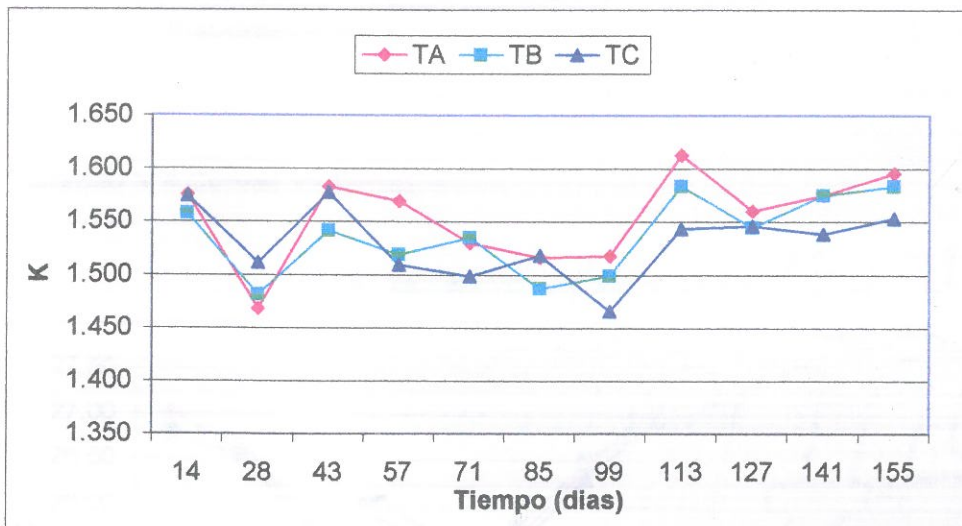
Elaboracion propia

**Cuadro N° 14 Factor de Condicion**

Dias	TA	TB	TC
14	1.575	1.558	1.574
28	1.468	1.481	1.512
43	1.583	1.542	1.577
57	1.569	1.519	1.509
71	1.530	1.535	1.499
85	1.516	1.487	1.518
99	1.518	1.499	1.466
113	1.613	1.584	1.544
127	1.560	1.544	1.546
141	1.575	1.575	1.539
155	1.596	1.583	1.553
<b>Promedio</b>	1.555	1.537	1.531

Elaboracion propia

**Grafico N° 7 Curvas de factor de Condicion**



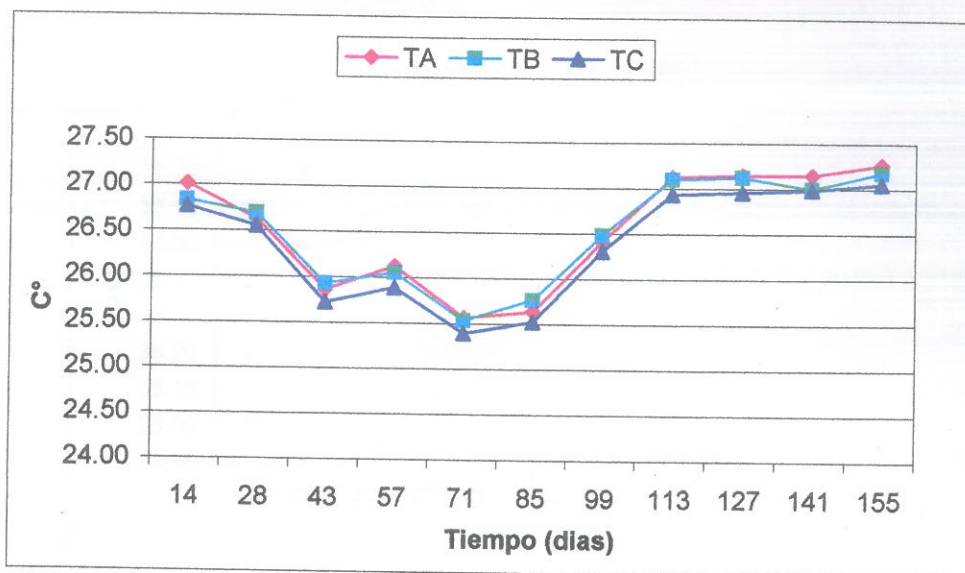
Elaboracion propia

**Cuadro N° 15 Promedio de Temperaturas**

Dias	TA	TB	TC
14	27.01	26.84	26.76
28	26.63	26.69	26.55
43	25.86	25.93	25.73
57	26.12	26.05	25.89
71	25.56	25.54	25.39
85	25.63	25.76	25.53
99	26.41	26.48	26.30
113	27.12	27.10	26.94
127	27.15	27.12	26.96
141	27.15	27.00	26.99
155	27.26	27.17	27.05
<b>Promedio</b>	<b>26.54</b>	<b>26.52</b>	<b>26.37</b>

Elaboracion propia

**Grafico N°9 Curvas de Temperaturas Promedios de los Tratamientos**



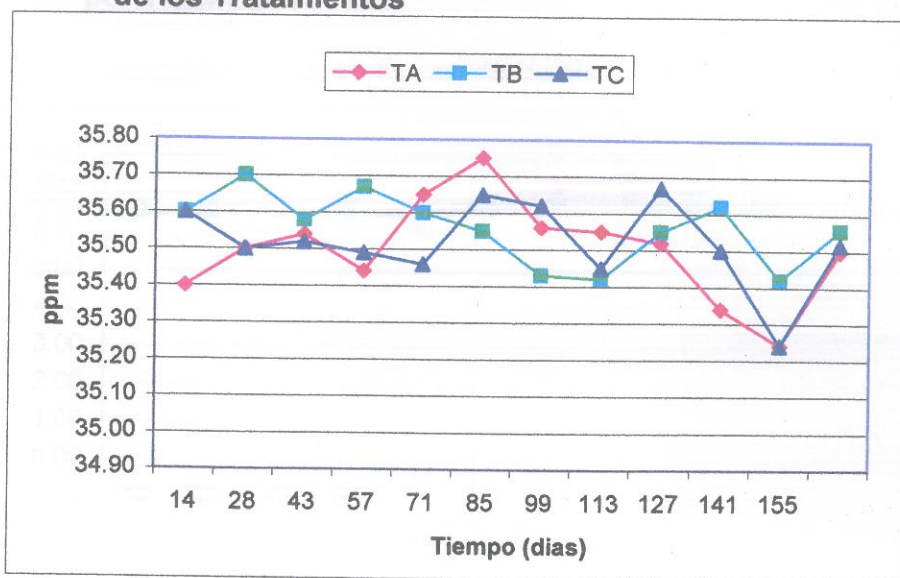
Elaboracion propia

**Cuadro N° 16 Promedios de Salinidades por Tratamiento**

Dias	TA	TB	TC
14	35.40	35.60	35.60
28	35.50	35.70	35.50
43	35.54	35.58	35.52
57	35.44	35.67	35.49
71	35.65	35.60	35.46
85	35.75	35.55	35.65
99	35.56	35.43	35.62
113	35.55	35.42	35.45
127	35.52	35.55	35.67
141	35.34	35.62	35.50
155	35.24	35.42	35.24
Promedio	35.50	35.56	35.52

Elaboracion propia

**Grafico N° 10 Curvas de Salinidades Promedios de los Tratamientos**



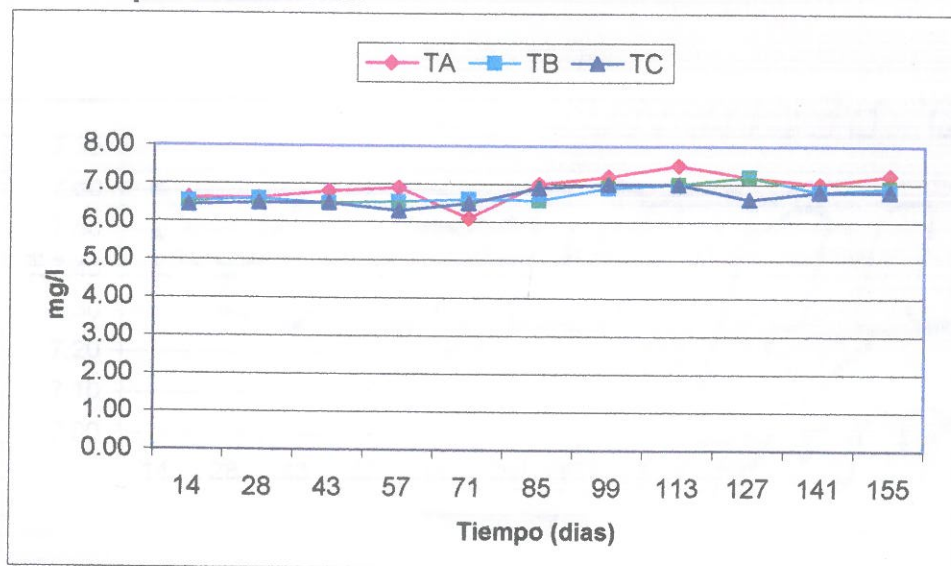
Elaboracion propia

**Cuadro N° 17 Promedios de Oxigeno Disuelto por tratamiento**

Dias	TA	TB	TC
14	6.62	6.53	6.43
28	6.62	6.60	6.50
43	6.80	6.50	6.50
57	6.90	6.54	6.30
71	6.10	6.60	6.50
85	7.00	6.58	6.90
99	7.20	6.90	7.00
113	7.50	7.00	7.00
127	7.18	7.20	6.60
141	7.00	6.80	6.80
155	7.23	6.90	6.80
<b>Promedio</b>	<b>6.32</b>	<b>6.15</b>	<b>6.08</b>

Elaboracion propia

**Grafico N° 10 Curvas de Oxigeno Disuelto promedio por Tratamiento**



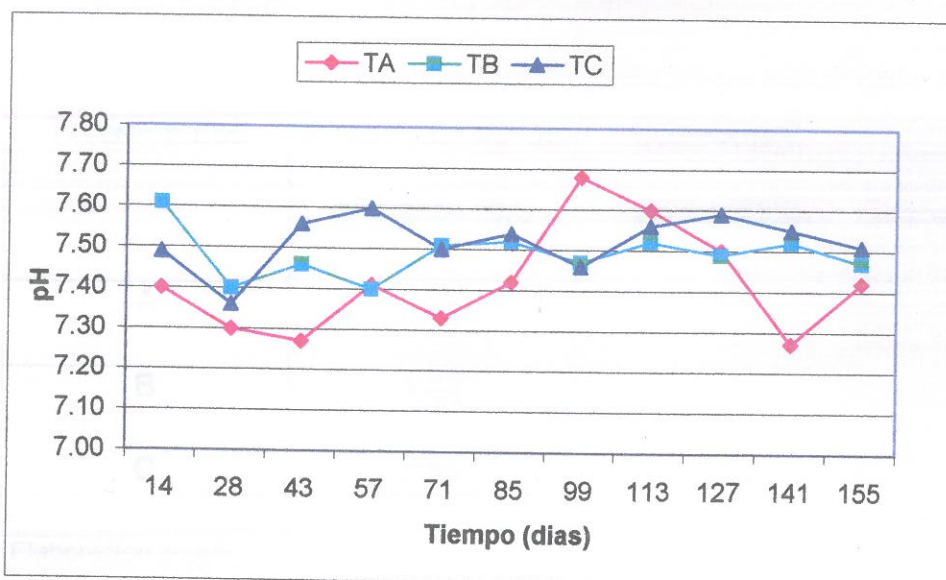
Elaboracion propia

**Cuadro N° 18 Promedios de pH por tratamiento**

Dias	TA	TB	TC
14	7.40	7.61	7.49
28	7.30	7.40	7.36
43	7.27	7.46	7.56
57	7.41	7.40	7.60
71	7.33	7.51	7.50
85	7.42	7.52	7.54
99	7.68	7.47	7.46
113	7.60	7.52	7.56
127	7.50	7.49	7.59
141	7.27	7.52	7.55
155	7.42	7.47	7.51
<b>Promedio</b>	<b>7.42</b>	<b>7.49</b>	<b>7.52</b>

Elaboracion propia

**Grafico N° 11 Curvas de pH promedios por tratamietos**



Elaboracion propia

**Cuadro N° 19 Costos de los alimentos balanceados utilizados en los tratamientos**

<b>TIPO DE ALIMENTO</b>	<b>Alimento Extruido Precio Unitario (kg) TA</b>	<b>Alimento Peletizado Precio Unitario (Kg) TB</b>	<b>Alimento Peletizado Artesanal Precio Unitario (kg) TC</b>
<b>INICIO</b>	S/. 2,20	S/. 2,14	S/. 2,00
<b>CRECIMIENTO</b>	S/. 1,76	S/. 1,70	S/. 1,73

Elaboracion propia

**Cuadro N° 20 Costo del alimento para producir un Kg. de Tilapia roja**

<b>Tratamientos</b>	<b>Precio por kg. de alimento (S/.)</b>	<b>Conversión Alimenticia</b>	<b>Precio por kg. de Tilapia roja (S/.)</b>
<b>A</b>	1,98	1,57	3,10
<b>B</b>	1,92	1,59	3,05
<b>C</b>	1,86	1,96	3,64

Elaboracion propia

**Cuadro N° 21 Características Nutricionales de los Alimentos  
Balanceados utilizados para los tratamientos.**

<b>COMPONENTES NUTRICIONALES</b>	<b>INICIO (%)</b>	<b>CRECIMIENTO (%)</b>
<b>PROTEINAS</b>	35	32
<b>GRASA</b>	7	6
<b>CENIZA</b>	12	12
<b>HUMEDAD</b>	12	12
<b>CARBOHIDRATOS</b>	25	30

Fuente: NICOVITA, U. La Molina y Propia



**Cuadro N° 22 Condiciones Iniciales**

Tratamientos	Repeticiones	Densidad (Unidad)	Longitud Promedio (cm)	Peso Promedio (g)
<b>A</b> Extruido	1	10	6,60	3,88
	2	10		
	3	10		
<b>B</b> Peletizado	1	10	6,59	3,86
	2	10		
	3	10		
<b>C</b> Peletizado Artesanal	1	10	6,59	3,86
	2	10		
	3	10		

Elaboracion propia

**Cuadro N° 23 Tabla de alimentación para los Tratamientos**

Rango de peso (g)	Cantidad de alimento (% de la biomasa)
1,0 – 10	8
10,1 – 15	5
15,1 – 20	4,5
20,1 – 30	4
20,1 – 50	4
51 – 150	3,5
151 – 280	3
280 – 350	2

Fuente: Anzola (2001)

**Cuadro N° 24 Porcentaje de Insumos del alimento del Tratamiento C**

INSUMOS	ALIMENTO DEL TRATAMIENTO C	
	INICIO 35% Proteína	CRECIMIENTO 32% Proteína
H. de Pescado	31,15	28,45
H. Maiz	14,07	14,01
H Trigo	18,82	26,64
H soya	29,36	24,30
Vitaminas (Premix)	1	1
Aceite	2,0	2,0
Sal	1,5	1,5
Melaza	1,5	1,5
Agar	0,6	0,6

Elaboración Propia

FOTO Nº 1 Obtención de la semilla.



Elaboración propia



Elaboración Propia

FOTO



Elaboración propia



Elaboración propia

**FOTO N° 2** Adaptación y aclimatación de la tilapia roja en agua de mar.



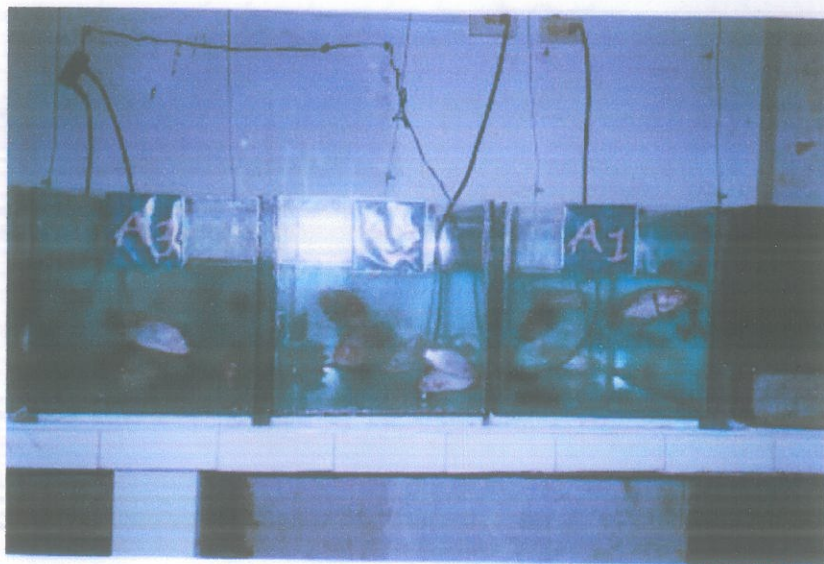
Elaboración Propia

**FOTO N° 3** Tanques de almacenamiento de agua de mar.

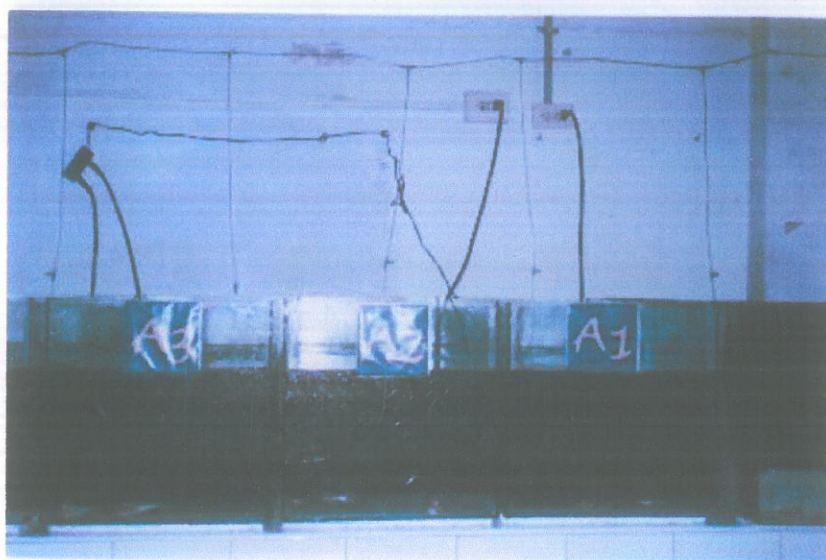


Elaboración propia

FOTO N° 4 Tratamientos A1 A2 A3

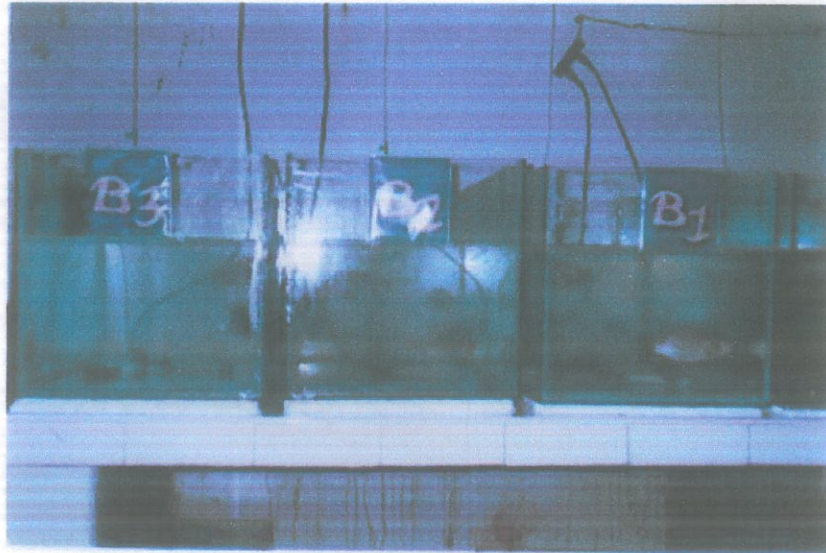


Elaboración Propia

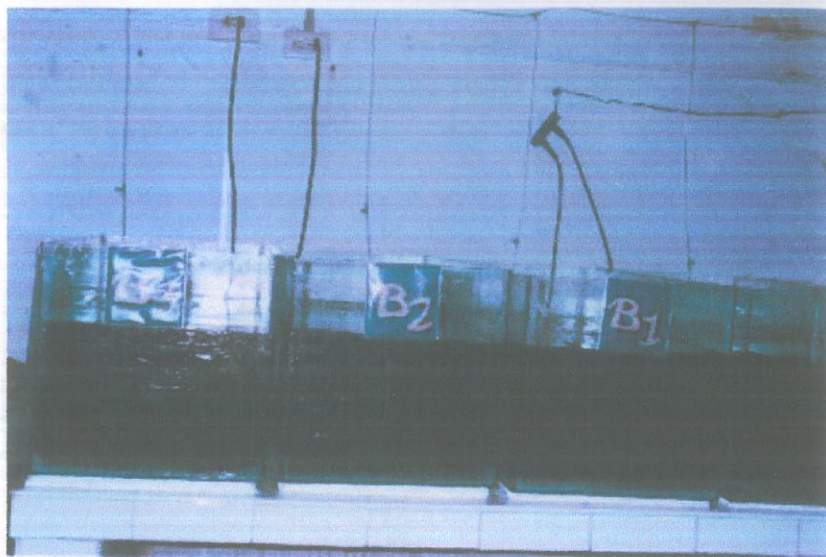


Elaboración Propia

FOTO N° 5 Tratamientos B1 B2 B3

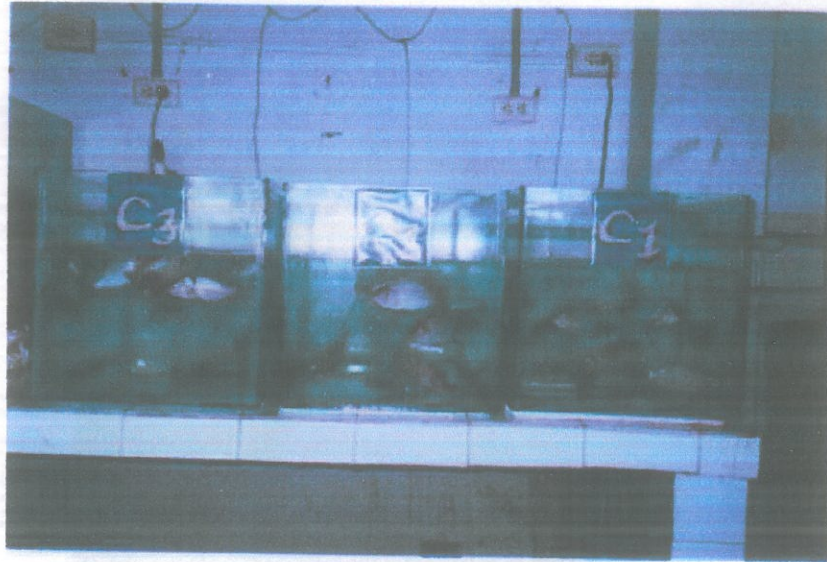


Elaboración Propia

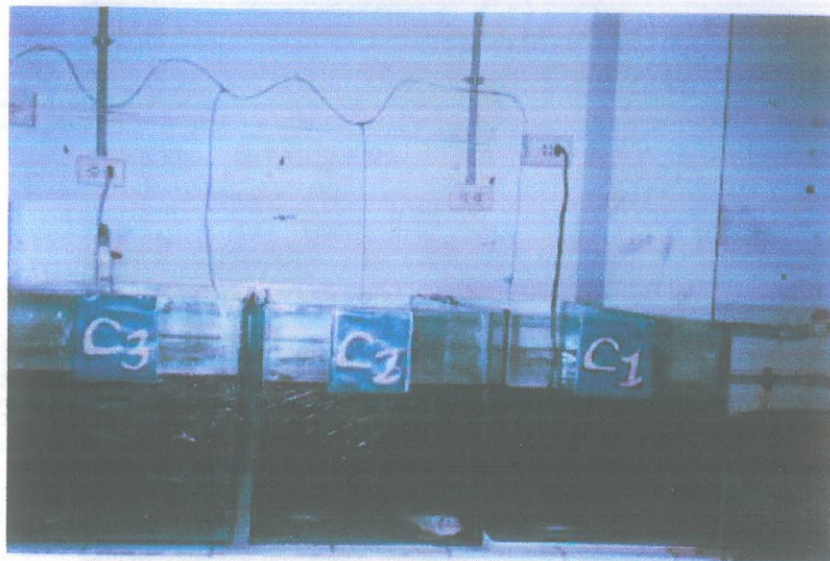


Elaboración Propia

FOTO N° 6 Tratamientos C1 C2 C3



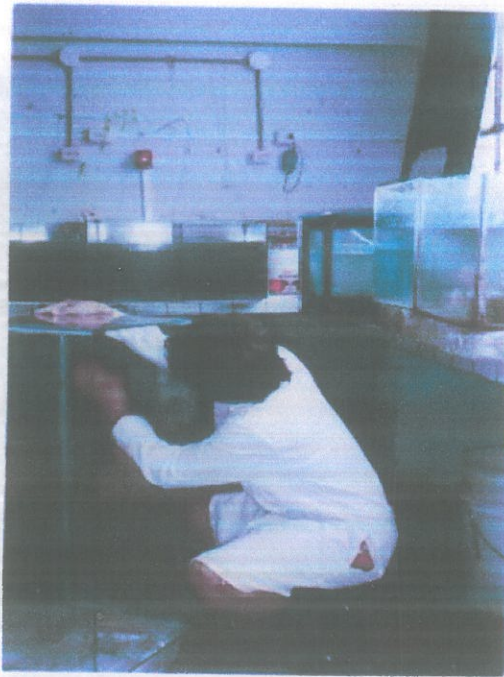
Elaboración Propia



Elaboración Propia



**FOTO N° 7 Limpieza de los acuarios**



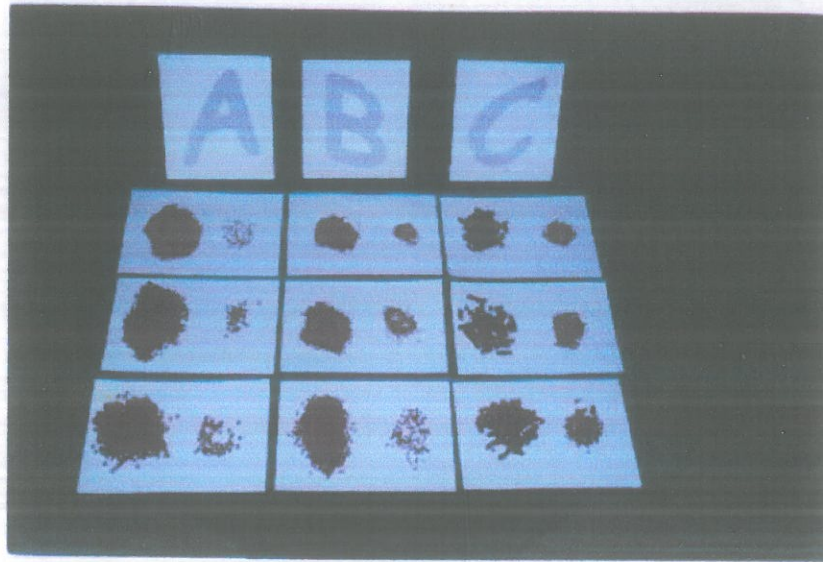
Elaboración Propia

**FOTO N° 8 Enjuague de los acuarios**



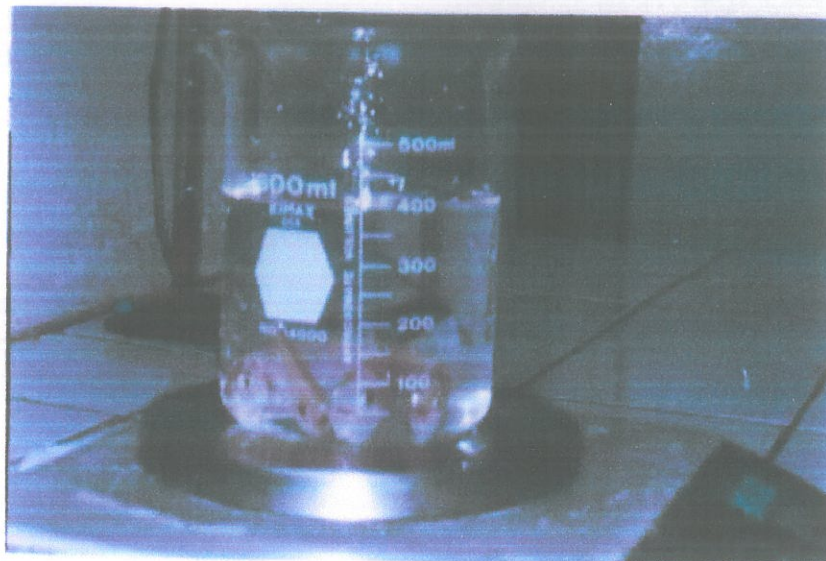
Elaboración Propia

FOTO N° 9 Alimento de los tratamientos A, B y C



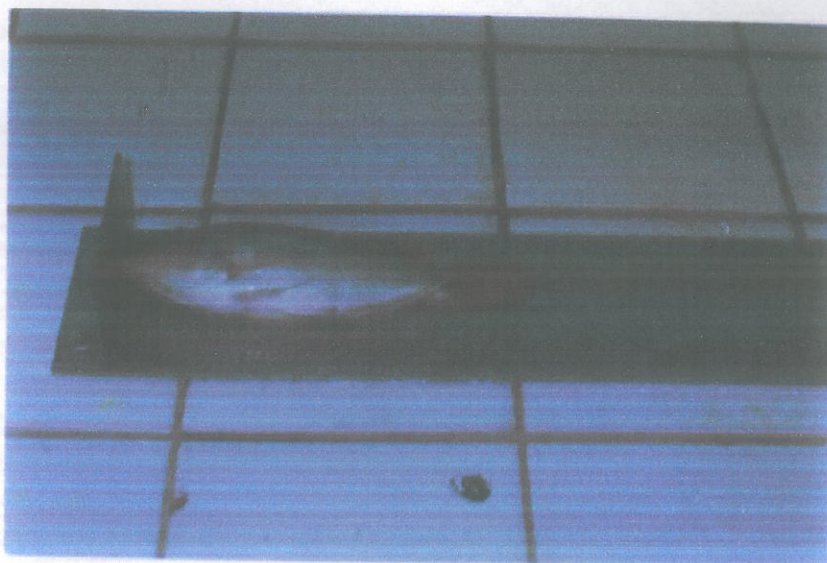
Elaboración Propia

FOTO N° 10 Muestreo biométrico



Elaboración Propia

FOTO N° 11 Medición de la longitud del ejemplar



Elaboración Propia