

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA**



**“EVALUACIÓN DE DIETAS COMERCIALES EN EL CRECIMIENTO,  
SUPERVIVENCIA, CONVERSIÓN ALIMENTARIA, INDICE CORPORAL Y  
RESISTENCIA AL ESTRÉS PARA ALEVINOS DE TILAPIA DE NILO  
(*Oreochromis niloticus*) EN CONDICIONES DEL LABORATORIO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO PESQUERO**

**Maira Alejandra Hinostroza Canturin**

Callao, Febrero, 2017

PERÚ

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS**

Bellavista, 07 de setiembre de 2017

**OFICIO N° 002-2017-JET/FIPA**

Señor

Mg. WALTER ALVITES RUESTA

Decano

Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos.

**Presente.-**

**Asunto:** Dictamen de Sustentación de Tesis

**Referencia:** Resolución N°0119-2017-DFIPA, 24 de julio del 2017

Memorándum N° 011-2017-DFIPA, 04/09/2017

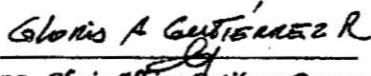
De nuestra alta consideración:

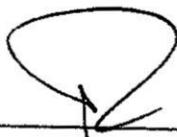
Por intermedio del presente, nos dirigimos a usted, para saludarle cordialmente y a la vez hacer de su conocimiento lo siguiente:

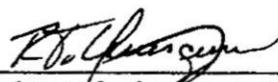
Que, el día Jueves 07 de setiembre de 2017 en el horario de 12:00 m. se llevó a cabo la sustentación de la Tesis para optar el Título de Ingeniera Pesquera, titulada: "EVALUACIÓN DE DIETAS COMERCIALES EN EL CRECIMIENTO, SUPERVIVENCIA, CONVERSIÓN ALIMENTARIA, ÍNDICE CORPORAL Y RESISTENCIA AL ESTRÉS PARA LOS ALEVINES DE TILAPIA DE NILO (*Oreochromis niloticus*) EN CONDICIONES DE LABORATORIO", en presencia del Jurado Evaluador que al pie suscriben y presentado por la srta. Bachiller de Ingeniería Pesquera, Maira Alejandra Hinojosa Canturín, en presencia del asesor MSc Arnulfo Antonio Mariluz Fernández.

Terminada la sustentación de la srta. Bachiller, se procedió a las preguntas de rigor y a la calificación respectiva, habiéndose otorgado el calificativo de MUY BUENO, el mismo que consta en el Libro N° 03 de Actas de Sustentación de Tesis para la obtención de Título profesional de la FIPA, folio N° 42. No habiendo observaciones, están aptas para continuar con los trámites administrativos correspondientes.

Atentamente

  
Ing. Gloria Albina Gutiérrez Romero  
Presidente

  
Mg. José Antonio Romero Dextre  
Secretario

  
Ing. Roberto Orlando Quesquén Fernández  
Vocal

GGR/ARD/RQF  
Cc. Interesado



## ACTA DE SUSTENTACIÓN

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO PESQUERO POR LA MODALIDAD DE TESIS, SIN CICLO DE TESIS.

EN BELLAVITA, A LOS SIETE DÍAS DEL MES DE SETIEMBRE DEL 2017 SE REUNIÓ EL JURADO EVALUADOR DE TESIS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS, CONFORMADO POR LOS SIGUIENTES DOCENTES ORDINARIOS DE LA FACULTAD IPA:

ING. GLORIA ALBINA GUTIÉRREZ ROMERO PRESIDENTA

MAG. JOSÉ ANTONIO ROMERO DEXTRE SECRETARIO

ING. ROBERTO HUMBERTO QUEIQUEN FERNÁNDEZ VOCAL

MG. C. ARNULFO ANTONIO MARILUZ FERNÁNDEZ ASESOR

PREVIA LECTURA DE LAS RESOLUCIONES N° 0119-2017-DFIPA Y EL OFICIO N° 001-2017-JET/FIPA DE FECHA 31 DE AGOSTO DE 2017, PRESENTADO POR LOS MIEMBROS DEL JURADO Y EN CONCORDANCIA CON EL ARTICULO N° 110 DEL REGLAMENTO DE GRADOS Y TITULOS DE PREGYADO CON RESOLUCIÓN N° 082-2011-C.U.

SEGUIDAMENTE SE DIO INICIO AL ACTO DE SUSTENTACIÓN INVITADO A LA SEÑORITA BACHILLER MARIA ALEXANDRA HINOSTROZA CANTURIN PARA QUE SUSTENTEN LA TESIS TITULARA "EVALUACION DE DIETAS COMERCIALES EN EL CRECIMIENTO, SUPERVIVENCIA, CONVERSION ALIMENTARIA, INDICE CORPORAL Y RESISTENCIA AL ESTRES PARA LOS ALEVINES DE TILAPIA DE NILO (*Oreochromis niloticus*) EN CONDICIONES DE LABORATORIO"

TERMINADA LA SUSTENTACION DE LA TESIS, EL JURADO EVALUADOR SOMETIO A LA SEÑORITA MARIA ALEXANDRA HINOSTROZA CANTURIN LAS PREGUNTAS Y OBSERVACIONES DEL CASO, CONCLUIDA ESTA ETAPA EL JURADO EVALUADOR OTORGÓ A LA TESIS EL CALIFICATIVO DE MUY BUENO, SEGUIDAMENTE SE DIO LECTURA EN PUBLICO DEL ACTA DE SUSTENTACION DE LA TESIS A CARGO DEL SECRETARIO DEL JURADO.

A CONTINUACIÓN SE REALIZÓ LA JURAMENTACIÓN DE LA TITULARA A CARGO DEL PRESIDENTE (A) DEL JURADO DE TESIS.

SIENDO LAS 14 HORAS DEL MISMO DÍA Y HABIÉNDOSE CUMPLIDO CON LO DISPUESTO EN EL ARTÍCULO 10 N° 110 DEL REGLAMENTO DE GRADOS Y TÍTULOS DE PRE-GRADO, SE DECLARA CERRADA LA SESIÓN. DANDO FE, DE LO ACTUADO CON LAS RESPECTIVAS FIRMAS.

ING<sup>o</sup> GLORIA A. GUTIÉRREZ R.

PRESIDENTE

MAG. JOSÉ ROMERO REXTRE

SECRETARIO

ING. ROBERTO ORLANDO QUESQUENA

FERNANDEZ.

VOCAL.

MS. C. ARNUFO ANTONIO MARI LUZ FERNANDEZ

ASESOR

## **DEDICATORIA**

**Este trabajo está dedicado a mis padres: la señora Nome Martha Cantorin Medrano y Señor Félix Hinostroza Pillaca, por ser mi fortaleza para continuar y enfrentar las adversidades en este camino, además de seguir brindándome su apoyo para continuar con mi sueño.**

**A mi único hermano Marco Antonio Hinostroza Cantorin por estar conmigo siempre dándome una mano cuando lo necesite y a mis familiares tíos y tías por siempre darme ánimos y brindarme su cariño.**

**Ante todo a dios por darme una familia unida y colocar a las personas indicas en mi camino que me permitieron madurar.**

**Maira Alejandra Hinostroza Canturín**

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mi agradecimiento al laboratorio de acuicultura de la universidad Nacional del Callao (LA-UNAC), lugar donde se realizó la parte experimental, además del Instituto de Investigación de Especialización de Agroindustriales de la Universidad Nacional del Callao (IIEA-UNAC) lugar donde se desarrolló el análisis proximal.

Así mismo, manifestar mi profundo agradecimiento al asesor principal, Msc. Antonio Mariluz Fernández por permitirme la accesibilidad para realizar el presente trabajo, además del apoyo brindado, sugerencia en el trabajo de tesis.

Al asesor colaborador, Biólogo Víctor Hugo Vera Saldarriaga por la conceptualización, diseño experimental, guía y participación activa en la toma y registro de muestras, en la estandarización de las pruebas de estrés y comentario crítico de la redacción general y conclusiones del presente trabajo.

A la profesora, Mg. Ana Mercado del Pino por el apoyo en la estandarización de la metodología de análisis de carcasa para musculo de equipos en los equipos del IIEA, requerido para la prueba experimental del presente trabajo.

Además, agradecer a mi colega el Ingeniero Mahin Jaramillo Vidal pesquero, por su apoyo moral y físico para la realización de esta tesis, a mis practicantes Izabho Huaman Vargas y Mercedes Haydee Flores por su amistad y entrega desinteresada para el desarrollo experimental, además a los integrantes del Centro de Estudios y de Investigación del Laboratorio de Acuicultura de la Universidad Nacional del (CEI-LAUNAC) por su apoyo.

Además a mis compañeros Martin Endo Rojas y Ya Wen Lu del IIEA que me apoyaron en la realización del Análisis de carcasa; también al Blgo. Nicolás Tarmeño Rojas y Gisella Evelyn Gómez Villareal, que estuvieron apoyándome de alguna manera brindándome su amistad y sus ánimos.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	10
<b>ABSTRACT</b>	12
<b>INTRODUCCION</b>	14
<b>I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
1.1 Identificación del problema	16
1.2 Formulación del problema	17
1.3 Objetivos de la investigación	18
1.3.1. Objetivo generales	
1.3.2. Objetivos específicos	
1.4 Justificación	18
1.5 Importancia	19
<b>II. MARCO TEORICO</b>	
2.1 Antecedentes de estudio	20
2.2 Aspectos generales de <i>Oreochromis niloticus</i> .	28
2.2.1 Descripción morfológica y taxonómica	28
2.2.2 Origen y habitat	32
2.2.3 Parámetros para el cultivo de <i>O. niloticus</i> .	33
2.2.4 Requerimiento nutricional de la <i>O. niloticus</i> .	35
2.3 Estrés en los peces	47
<b>III. VARIABLE E HIPOTESIS</b>	
3.1 Variable de la investigación	53
3.2 Operacionalización de variables	54
3.3 Hipótesis general y específica	55
<b>IV. METODOLOGIA</b>	
4.1 Ubicación.	56
4.2 Tipo de investigación.	56
4.3 Diseño de investigación.	56
4.4 Población y muestreo.	59
4.5 Procesamiento de recolección de datos.	60
4.6 Técnica e instrumento de recolección de datos.	70
4.6.1 Muestreo biométrico.	70
4.6.2 Muestreo de índices corporales.	71
4.6.3 Muestreo de ejemplares al estrés salino.	72
4.6.4 Muestreo de composición proximal de musculo de alevinos.	74
4.7 Procesamiento estadístico.	79
<b>V. RESULTADOS</b>	

5.1	Parámetro físico- químico del agua del cultivo de <i>O. niloticus</i> .	80
5.2	Composición proximal de los alimentos comerciales.	84
5.3	Evaluación del efecto de las dietas comerciales en los alevinos de <i>O. niloticus</i> .	88
5.3.1	Evaluación del crecimiento de los alevinos.	88
5.3.2	Evaluación de la conversión alimentaria (CA) de alevinos de <i>O. niloticus</i> .	99
5.3.3	Evaluación de la supervivencia (%S) de los alevinos de <i>O. niloticus</i> .	100
5.3.4	Evaluación de los Índices corporales de los alevinos de <i>O. niloticus</i> .	102
5.3.5	Evaluación de la resistencia al estrés por prueba de shock salino a alevinos de <i>O. niloticus</i> .	104
5.3.6	Evaluación del análisis proximal del musculo de los alevinos de <i>O. niloticus</i>	106
VI.	<b>DISCUCIÓN</b>	110
VII.	<b>CONCLUSIONES</b>	120
VIII.	<b>RECOMENDACIONES</b>	122
IX.	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA</b>	123
X.	<b>ANEXO</b>	

## Índice de Tablas

**Tabla N°2.1** Clasificación taxonómica de *O. niloticus*.

**Tabla N°2.2** Característica morfológica de las especies del genero *Oreochromis sp*

**Tabla N°2.3** Los valores proximales de los alimentos comerciales en fase alevinaje.

**Tabla N°2.4** valores de requerimiento proteico según estadio para el cultivo de *O. niloticus*

**Tabla N°2.5** Requerimiento de amino ácidos esenciales de *O. mossambicus* y *O. niloticus* cómo % de dieta de proteína y de dieta total (en paréntesis).

**Tabla N°2.6** Requerimiento Lipídico promedio para el crecimiento de la Tilapia.

**Tabla N°2.7** Enumeración las principales señales de la deficiencia de algunas especies de interés piscícola.

**Tabla N° 2.8** Síndrome de adaptación general o Ley de Selye 1963.

**Tabla N° 4.1** Número de ejemplares distribuidos por unidad experimental para cada tratamiento.

**Tabla N°5.1**Valores promedios de los parámetros fisico-químicos del agua durante la evaluación experimental.

**Tabla N° 5.2** Reporte experimental de la composición proximal de los alimentos comerciales para alevinos de Tilapia de Nilo.

**Tabla N° 5.3** Valores de los pesos promedios (g) de los alevinos de Tilapia de Nilo (*O. niloticus*) por tratamiento y por días de muestreo del periodo experimental

**Tabla N° 5.4** Valores promedio de los muestreos de longitud total (cm) y coeficiente de variación de los alevinos de Tilapia de Nilotica (*O. Niloticus*).

**Tabla N° 5.5** Valores promedio de los muestreos de longitud estándar (cm) y coeficiente de variación de los alevinos de *O. Niloticus*.

**Tabla N° 5.6** Valores promedios de la tasa de crecimiento absoluto o TCA (g/día) los muestreos de los alevines de *O. niloticus*.

**Tabla N°5.7** Valores promedios de la tasa de crecimiento absoluto o TCE (%/día) de los alevines de *O. niloticus* por tratamientos y días

**Tabla N°5.8** Valores promedios del factor de condición o  $k$  de los alevines de *O. niloticus* por tratamientos.

**Tabla N°5.9** Valores promedios de la conversión alimentaria (C.A.) de los alevines de *O. niloticus* por tratamientos.

**Tabla N°5.10** Valores promedios del Porcentaje de Supervivencia de los alevines de *O. niloticus*.

**Tabla N°5.11** Valores promedios de Índice viscerosomático o IVS, hepatosomático o IHS y Índice Muscular o IM de los alevines de *O. niloticus* de los tratamientos.

**Tabla N°5.12** Valores promedios de la evaluación del tiempo de recuperación (min) en alevinos *O. niloticus* de cada tratamiento de la prueba experimental.

**Tabla N°5.13** Valores promedios del analisis proximal del musculo seco de alevinos de *O. niloticus* de cada tratamiento en el día 60.

## Índice de Gráficos

**Grafica N° 5.1** Concentración de Oxígeno Disuelto en el agua durante el desarrollo experimental de cada tratamiento del cultivo de alevinos de *O. niloticus*.

**Grafica N° 5.2** Niveles de temperatura durante el desarrollo experimental de cada tratamiento del cultivo de alevinos de *O. niloticus*.

**Grafica N° 5.3** Flujo de concentración de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) de los tratamientos experimentales del cultivo de alevinos de *O. niloticus*

**Grafica N° 5.4** Flujo de concentración de nitrito o  $\text{NO}_2^-$  de los tratamientos experimentales del cultivo de alevinos de *O. niloticus*.

**Grafica N° 5.5** Flujo de concentración de pH de los tratamientos experimentales del cultivo de alevinos de *O. niloticus*.

**Grafica N° 5.6** Valores porcentuales de humedad s entre lo reportado por la marca comercial y el análisis proximal, realizado en el Instituto de Investigación en Agroindustrial de la Universidad Nacional del Callao (IIEA-UNAC)

**Grafica N° 5.7** Valores porcentuales de Grasa total entre lo reportado por la marca comercial y el análisis proximal, realizado en el Instituto de Investigación en Agroindustrial de la Universidad Nacional del Callao (IIEA-UNAC).

**Grafica N° 5.8** Valores porcentuales de Grasa total entre lo reportado por la marca comercial y el análisis proximal, realizado en el Instituto de Investigación en Agroindustrial de la Universidad Nacional del Callao (IIEA-UNAC).

**Grafica N° 5.9** Valores porcentuales de proteína total entre lo reportado por la marca comercial y el análisis proximal, realizado en el Instituto de Investigación en Agroindustrial de la Universidad Nacional del Callao (IIEA-UNAC).

**Grafica N° 5.10** Curva de crecimiento de los valores de peso promedio (g) de alevinos de *O. niloticus* por tratamiento y por día de muestreo.

**Grafica N° 5.11** Curva de crecimiento de los valores de longitud total promedio (cm) de alevinos de *O. niloticus* de los tratamiento durante la prueba experimental.

**Grafica N° 5.12** Curva de crecimiento de longitud estándar (cm) promedio de los alevinos de *O. niloticus* de los tratamientos durante la prueba experimental.

**Grafica N° 5.13** Valores promedios de la tasa de crecimiento absoluto de los alevinos de *O. niloticus* por tratamiento en el día 60.

**Grafica N° 5.14** Curvas de la tasa de crecimiento absoluto TCA (g/día) de los alevinos de *O. niloticus* por tratamientos durante el periodo experimental.

**Grafica N° 5.15** Valores promedios de la tasa de crecimiento absoluto (TCE) de los alevinos de *O. niloticus* por tratamiento en el día 60.

**Grafica N° 5.16** Curvas de la tasa de crecimiento específico TCE (%/día) de los alevinos de *O. niloticus* por tratamientos durante el periodo experimental.

**Grafica N° 5.17** Curva de valores promedios del factor de condición k de los alevinos de *O. niloticus* por tratamientos durante el periodo experimental.

**Grafica N° 5.18** Valores promedios del factor de condición (K) de los alevinos de *O. niloticus* por tratamiento en el día 60.

**Grafica N° 5.19** Valores promedios de conversión alimentaria (CA) de los alevinos de *O. niloticus* por tratamiento en el día 60.

**Grafica N° 5.20** Valores promedios del porcentaje de supervivencia de los alevinos de *O. niloticus* de los tratamientos.

**Grafica N° 5.21** Valores promedios de índices Viscerosomático (%) de los alevinos de *O. niloticus* de cada tratamiento en el día 60.

**Grafica N° 5.22** Valores promedios de los índices Hepatosomático (%) de los alevinos de *O. niloticus* de cada tratamiento en el día 60.

**Grafica N° 5.23** Valores promedios de los índices musculares (%) de los alevinos de *O. niloticus* de cada tratamiento en el día 60.

**Grafica N° 5.24** Valores promedios del tiempo de recuperación en la prueba de shock salino (75g/l) de ejemplares de *O. niloticus* de cada tratamiento en el día 60.

**Grafica N° 5.25** Valores promedios de porcentaje de Humedad (%) en

musculo de *O. niloticus* de cada tratamiento finalizado la prueba experimental.

**Grafica N° 5.26** Valores promedios del porcentaje de ceniza en musculo liofilizado (seco) de *O. niloticus* de cada tratamiento finalizado la prueba experimental.

**Grafica N° 5.27** Valores promedios de proteína de totales (%) en musculo liofilizado de *O. niloticus* de cada tratamiento finalizado la prueba experimental.

**Grafica N° 5.28** valores promedios de Grasa total (%) en musculo liofilizado de *O. niloticus* de cada tratamiento finalizando la prueba experimental.

## Índice de Figuras

- Figura N° 2.1:** Imagen de la Tilapia de Nilo (*Oreochromis niloticus*)
- Figura N° 2.2:** Ciclo de cultivo de la crianza de la tilapia. Fish stages are not drawn to scale (modified from Ng and Romano, 2013).
- Figura N° 2.3** Factores de estrés percibidos que actúan sobre los peces para evocar efectos fisiológicos relacionados.
- Figura N° 4.1** Diagrama de flujo del proceso experimental
- Figura N° 4.2** Sistema de recirculación de vista frontal con sistema de iluminación.
- Figura N° 4.3** Sistemas de recirculación empleado en la prueba experimental desde la vista superior.
- Figura N° 4.4** Filtro mecánico - biológico del sistema de recirculación de la prueba experimental.
- Figura N° 3.5** Alvinos revertidos en el Gran Paso-Tarapoto, antes del envío a lima.
- Figura N° 4.6** Tanque de acondicionamiento y oxímetro para la medición de oxígeno y temperatura.
- Figura N° 4.7** Unidades experimentales luego de la distribución aleatoria de alevinos de *O. niloticus*.
- Figura N° ANEXO-1** Transporte y recepción de alevinos revertidos de *O. niloticus*.
- Figura N° ANEXO-2** Acondicionamiento de alevinos con reversión sexual de *O. niloticus*.
- Figura N° ANEXO-3** Alimentación de alevinos revertidos de *O. niloticus*.
- Figura N ° ANEXO-4** Limpieza y mantenimiento de filtros biológicos de la prueba experimental.
- Figura N° ANEXO-5** Mediciones biométricas de las alevinos de *O. niloticus*.
- Figura N° ANEXO-6** Mediciones de índices corporales Hepatosomático y Viscerosomático de los alevinos de *O. niloticus*.
- Figura N° ANEXO-7** mediciones de índices corporales muscular, ancho y altura de los alevinos de *O. niloticus*.

**Figura N° ANEXO-8** prueba de estrés halino en alevinos de *O. niloticus*.

**Figura N° ANEXO-9** Proceso de liofilización de musculo de pescado de *O. Niloticus* para análisis de proteína, ceniza y grasa.

**Figura N° ANEXO-10** Determinación de proteína en musculo de alevinos de *O. niloticus* liofilizado por el método Kjeldahl o digestión de Kjeldahl.

**Figura N° ANEXO-11** Determinación de Grasa totales en musculo de alevinos de *O. niloticus* liofilizado por al método Soxhlet

**Figura N° ANEXO-13** Determinación de Ceniza en musculo de alevinos de *O. niloticus* liofilizado por Estufa.

**Figura N° ANEXO-14** Determinación de Humedad en musculo Alevinos de *O. niloticus*.

## RESUMEN

En el Perú, el cultivo de tilapia es una actividad económica de gran importancia en la producción de proteína animal. Sin embargo, muchos productores de "Carne de tilapia" desconocen el efecto de los alimentos comerciales en el inicio de crecimiento del cultivo (alevinaje), por lo cual este trabajo evaluara el efecto de las dietas comerciales en el crecimiento, supervivencia (%S), conversión alimentaria (CA), índices corporales (índice Viscerosomático o IVS y Índice Hepatosomático o IHS) y resistencia al estrés (Re) de alevinos *O. niloticus* cultivadas en condiciones de laboratorio. Para la evaluación, se realizó un diseño experimental de 4 tratamientos con sus 3 repeticiones cada uno, cada tratamiento se le asignó una dieta comercial; para T1= Puritilapia®, T2= Aquatech®, T3=Aquaxcel® y T4=Otohime®. Se trabajó en sistema de recirculación para acuicultura (SRA) con flujo de agua y se registró los parámetros físicos-químicos diariamente ( $O_2$ : 6.0mg/l,  $T^\circ$ : 28°C y PH: 7.5). Se utilizaron 240 alevinos de *O. niloticus* con peso promedio inicial de 1.5 g distribuidos aleatoriamente y alimentados hasta la saciedad (ad libitum) los 7 días a la semana durante el tiempo experimental (60días).

En la evaluación de los alevinos de *O. niloticus* se obtuvieron mayores valores de crecimiento y CA alimentadas con T4 y T3; sin embargo el factor de condición (K) no presento diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ) entre tratamientos. En la variable de %S se presentaron mayor porcentaje en T3 en comparación a T1 y T2 ( $P < 0.05$ ). En la IVS de T4 y T3 se registraron mayores porcentaje con respecto T1 y T2 ( $P < 0.05$ ), mientras que los valores de IHS y IM no presentaron diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ). En la Re se reportaron valores de tiempo de recuperación mayor en T1, se presentaron diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos T4 y T2, por lo contrario T4, T3 y T1 no presentaron diferencia ( $P \geq 0.05$ ). Finalmente en el análisis proximal, se encontró

diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en los valores de porcentaje de proteína, grasa totales y ceniza de T4 con respecto a T1 y T2, mientras que los valores de T4 y T3 con excepción en los valores de porcentaje de ceniza se observó que no presento diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ).

En conclusión del bioensayo la calidad nutritiva de las dietas de Otohime® y Aquaxcel® favoreció el crecimiento, conversión alimentaria, en los índices corporales y la concentración de proteína y grasa en el musculo en comparación de la dieta de Puritilapia®. Mientras que en la prueba de estrés salino la dieta optima fue la de Otohime®, sin embargo las dietas no afectaron el factor de condición.

Palabras claves: alimento balanceado, *Oreochromis niloticus*, índices corporales y resistencia al estrés, análisis proximal.

## ABSTRACT

In Peru, the cultivation of tilapia is an economic activity of great importance in the production of animal protein. However, many producers of "Tilapia Meat" are unaware of the effect of commercial foods at the beginning of crop growth, so this work will evaluate the effect of commercial diets on growth, survival (% S), feed conversion (CA), body indexes (Viscerosomatic index or IVS and Hepatosomatic index or IHS) and resistance to stress (Re) of *O. niloticus* fingerlings grown under laboratory conditions. For the evaluation, an experimental design of 4 treatments with their 3 replicates each was performed, each treatment being assigned a commercial diet such as T1 = Puritilapia®, T2 = Aquatech®, T3 = Aquaxcel® and T4 = Otohime®. The aquaculture recirculation system (SRA) was operated with water flow and daily physical-chemical parameters were recorded (O<sub>2</sub>: 6.0mg / l, T °: 28°C and PH: 7.5). A total of 240 *O. niloticus* fingerlings with a mean initial weight of 1.5 g were randomly distributed and fed ad libitum 7 days a week during the experimental time (60 days).

In the evaluation of *O. niloticus* fingerlings were obtained higher values of growth and CA fed with T4 and T3; however, the condition factor (K) did not present significant difference ( $P \geq 0.05$ ) between treatments. In the % S variable, there was a higher percentage in T3 compared to T1 and T2 ( $P < 0.05$ ). In the IVS of T4 and T3, there were higher percentages with respect to T1 and T2 ( $P < 0.05$ ), while the values of IHS and IM did not present a significant difference ( $P \geq 0.05$ ). In the Re, recovery values were higher in T1, there were significant differences ( $P < 0.05$ ) between treatments T4 and T2, whereas T4, T3 and T1 presented no difference ( $P \geq 0.05$ ). Finally, in the proximal analysis, a significant difference ( $P < 0.05$ ) was found in the percentage values of protein, total fat and ash of T4 with respect to T1 and T2, whereas values of T4 and T3 with exception in the values of Ash percentage showed no significant difference ( $P \geq 0.05$ ).

In conclusion of the bioassay the nutritional quality of the diets of Otohime® and Aquaxcel® favored the growth, alimentary conversion, in the corporal indexes and the concentration of protein and fat in the muscle in comparison of the diet of Puritilapia®. While in the saline stress test the optimal diet was that of Otohime®, however the diets did not affect the condition factor.

Key words: balanced feed, *Oreochromis niloticus*, body indexes, resistance to stress and proximal analysis.

## INTRODUCCION

La producción acuícola mundial obtuvo una tasa de crecimiento promedio anual de 5,8 %, pasando de 44,3 millones de toneladas en 2005 a 73,8 millones de toneladas en 2014 (FAO, 2014); convirtiéndola en uno de los sectores de más rápido crecimiento. En el Perú, la producción acuícola experimento un crecimiento de 22%, desde 1993 hasta 2013 (Baltazar, 2015); en el 2014 se reportó 106,279TM de producción acuícola, del cual la producción de tilapia alcanzo los 4,850TM (Hurtado, 2015)

El principal mercado internacional de Tilapia son los Estados Unidos de Norteamérica, solo en el 2010 alcanzó los 2, 013 TM de producción de Tilapia destinando 1,417.00TM al mercado interno (Mendoza, 2011), en su mayoría proveniente de cultivos semi-intensivos y extensivos. El incremento de la producción de "carne-tilapia" ocasiona un aumento en la demanda de alevinos de Tilapia por los acuicultores, por lo que la demanda del alimento balanceado se incrementa, el costo del alimento representa entre los 50-70% del costo de producción.

La calidad de los alimentos balanceados son importantes para satisfacer la demanda de requerimiento nutricional de los alevinos de Tilapia y obtener un crecimiento y desarrollo óptimo, un alimento no suministrado en cantidad precisa o de buena calidad podría ir en contra de la salud del pez (Izquierdo y Robaina, 2006), debido a que el alevino se encuentra en desarrollo y su requerimiento nutricional es mayor en comparación a las

otras fases de crecimiento (juveniles y engorde). Los peces cultivados en su mayoría en sistema semi-intensivo están sujetos a un estrés constante por manejo, fluctuaciones en la calidad del agua y cambios ambientales.

En el Perú, solo para la fase de alevinaje se encuentra una variedad de alimentos balanceados comerciales tales con: Puritilapia®, Aquatech® y Aquaxcel® que fueron elaborados específicamente para Tilapia y un alimento empleado en fases iniciales de los cultivos que tiene un alta calidad nutritiva Otohime®. Por lo cual se requiere del estudio sobre las dietas comerciales existente, en el presente trabajo tiene por objetivo evaluar el efecto de las dietas comerciales en el crecimiento, supervivencia, conversión alimentaria, índice corporal y resistencia al estrés de alevines de *O. niloticus* en condiciones de laboratorio, por lo cual se empleara las 4 dietas comerciales existentes en el mercado, con la finalidad de obtener información con base experimental sobre el efecto de las dietas comerciales, por medio de un análisis cuantitativo y cualitativo.

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Identificación del problema.

En la fase de alevinaje la demanda de la calidad nutricional es alta para beneficiar el óptimo crecimiento y supervivencia, siendo estas las principales indicadores de la calidad de la alimentación dentro de un cultivo de peces (Kennedy L. et al., 2012). En el estudio realizado por Little D. C. (2004) en cuatro países asiáticos, señalo que el interés de los productores en mejorar la calidad de semilla de tilapia (alevines) está centrado en adquirir conocimientos de la alimentación para mejorar su producción y rendimiento.

Bureau (2013), recomienda evaluar los alimentos balanceados comerciales y no confiar en las bondades que ofrecen, debido a que puede existir la probabilidad que no cumplan con el requerimiento nutricional afectando el desarrollo del pez; considerando que algunos fabricantes de alimentos balanceados disminuyen los costos de producción omitiendo algunos componentes nutritivos para hacerlo accesible al acuicultor.

En el Perú, la mayoría de acuicultores realizan el cultivo de alevinos en estanques de tierra, en donde emplean alimento balanceado, complementando con alimento vivo natural. Entre las marcas de Alimento balanceado para alevinos de tilapia en el mercado, encontramos el más antiguo como Puritilapia®, las

nuevas marcas como Aquatech® y Aquaxcel®, además de Otohime® como alimento formulado para peces.

Cabe mencionar que los alimentos balanceados comerciales son adquiridos en función de su disponibilidad, accesibilidad y costo del alimento. El costo es una característica considerada de gran importancia para los cultivadores, porque representa entre el 60-70% de los costos operativos (Baltazar y Palomino, 2004). Por lo cual es necesario evaluar el efecto de los alimentos balanceados comerciales en el crecimiento, supervivencia, conversión alimentaria, índices corporales e índice de estrés de los alevinos de *O. niloticus*.

## **1.2 Formulación del problema.**

¿Con qué dieta comercial se obtendrá un mejor crecimiento, supervivencia, conversión alimentaria, índice corporal y mejor resistencia al estrés en alevinos Tilapia de Nilo (*Oreochromis niloticus*) en condiciones de laboratorio?

### **1.3 Objetivo de la investigación.**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Evaluar el efecto de las dietas comerciales en el crecimiento, supervivencia, conversión alimentaria, índice corporal y resistencia al estrés de alevines de *O. niloticus* en condiciones de laboratorio.

#### **1.3.2. Objetivo secundario**

- Evaluar el efecto de la dieta comercial Puritilapia®, Aquatech®, Aquaxcel® y Otohime® en el crecimiento, supervivencia, conversión alimentaria, índice corporal y resistencia al estrés de alevines de *O. niloticus* en condiciones de laboratorio.

### **1.4 Justificación.**

En el Perú, el cultivo de Tilapia es una actividad productiva en crecimiento por ser una especie de alta demanda debido a su valor nutricional. La alimentación es una parte importante dentro del proceso de producción, solo en la fase de alevinaje de la tilapia tenemos una variedad de alimentos comerciales tales como: Puritilapia®, Aquatech®, Aquaxcel® y Otohime®. Sin embargo aún no se ha reportado investigación relacionada con el efecto de estas dietas comerciales en el crecimiento, supervivencia, conversión

alimentaria, índices corporales y resistencia al estrés de los alevinos de *O. niloticus*.

En ese sentido el estudio permitirá contar con la primera evidencia comparativa del efecto de las dietas comerciales bajo condiciones controladas, en la performance productiva y resistencia al estrés de alevino de *O. niloticus*. Además esta investigación aporta un beneficio científico como base para futuros trabajos que se realicen relacionados con el tema de nutrición de tilapia.

#### **1.5 Importancia.**

Este estudio permitirá evidenciar el efecto de dietas comerciales sobre crecimiento, supervivencia, conversión alimentaria, índices corporales y resistencia al estrés de alevinos de *O. niloticus*, bajo condiciones controladas en sistemas de recirculación; por lo cual determinar el alimento balanceado comercial óptimo para la fase de alevinaje durante la fase de pre-cría.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1 Antecedentes de estudios.

En *Tilapia nilotica*, se realizó estudios nutricionales en la etapa de alevinaje sobre el efecto en los índices productivos tales como:

Jover et. al. (1998) reportó el crecimiento de alevinos no masculinizados de *O. niloticus* con piensos extruidos de diferente nivel proteico (30, 35 y 40%) y su respectiva proporción de hidrato de carbono (48, 43 y 39%). Realizo dos experimentos en el primer experimento (Exp. I) empleo ejemplares de peso inicial de 6.6 g, obteniendo valores ligeramente mayores en el peso final y tasa de crecimiento específico (SGR); por otro lado, menor valor registro en conversión alimentaria (CA) de los ejemplares alimentados con pienso de 30% proteína; los valores de índice hepatosomático (IHS) no presento diferencia significativa, sin embargo los alevinos alimentados con 35% registro un valor ligeramente superior de 2.36% con respecto a los piensos de 30 y 40%. Para el experimento II, (Exp. II) empleó alevinos con pesos iniciales de 12.2 g, registró mejores valores en TCE en piensos 40% de proteína, mientras que el valor de CA e IHS fueron mayores en los alevinos alimentados con piensos 30%; la supervivencia se alcanzó valores de 100% de supervivencia en el desarrollo de la prueba Exp. I y II. En el análisis proximal de ambos experimentos

reportó el incremento del contenido en lípidos y reducción en el nivel de proteína en el musculo a medida que se redujo el nivel proteico en el pienso y aumentó el nivel de carbohidratos.

Poot D. et al. (2009) evaluó, el crecimiento de 3 grupos de alevinos masculinizados de peso inicial 1.15 g alimentados con tres dietas comerciales A (Purina®), B (Malta-Clayton®) y C (Campi®) respectivamente realizado en campo con fluctuaciones de temperatura entre 25 a 33°C. Los resultados obtenidos en cuanto a peso final en Campi® fueron 58.08g este resultado fue mayor en comparación a Purina® (57.95 g), en el caso de supervivencia los que fueron alimentados con Purina® obtuvieron 96% el más bajo en comparación a los otros alimentos Campi® y Malta-Clayton® con 99%. Concluye que el alimento de más bajo costo no garantiza mayor crecimiento, mayor peso ganado y porcentaje de supervivencia, pero este resultado se vio afectado por un mal manejo.

Abdel-Tawwab et al. (2010) evaluaron los ensayos de alimentación de diferentes niveles de proteína (25, 35. 45%) en tres grupos de alevinaje de peso inicial diferentes 0,4-0,5 g (alevines I o Fry), 17-22 g (alevines II o Fingerling) y 37-43 g (avanzado juvenil) durante 10 semanas. Los resultados de crecimiento estuvieron afectados significativamente por el nivel de proteína y el peso inicial, porque el mejor crecimiento lo presento

los alevinos I que fueron alimentado 45% proteína cruda (PC), en comparación a los alevinos II y juveniles, incluyendo el CA que obtuvo una relación óptima en los alevinos I alimentados con 45%, mientras que el crecimiento optimo alcanzaron con la dieta de 35% PC lo alevinos II y juveniles. El IHS disminuyo con el aumento de peso del pez, el punto más alto obtuvo los alevinos alimentados con las dietas de 25%PC y el más bajo fueron con los juveniles avanzados con las dietas de 45% PC. En el análisis de composición proximal del musculo se encontró cambios significativos en la proteína y lípidos mientras sube la concentración de proteína en la dieta, el valor más bajo de contenido lipídico con 35 y 45% PC fue en los peces alimentados para alevinos I, II y juveniles, en cuanto a la ceniza difieren significativamente al peso del pez, los más bajos contenidos se observaron en alevinos I. No hubo diferencia significativa en la supervivencia excepto los alevinos I alimentados con las dietas de 25% PC (96.7%).

Abdel-Tawwab M. (2012) reportó el efecto de los niveles de proteína en la dieta (25 %, 35 % o 45 %) y la densidad de carga (D1=150 y D2=300 peces/m<sup>3</sup> respectivamente) sobre el crecimiento y la respuesta al estrés en alevinos tilapia del Nilotica de rango de pesos inicial 1,8 a 2,5 g, durante 10 semanas a temperatura de 27°C. La variable de crecimiento estuvo afectada

significativamente por los niveles de proteínas y la densidad, alcanzo un mejor crecimiento del tratamiento con la dieta que contenía 45% de PC a 150peces/m<sup>3</sup>, el valor promedio de crecimiento con respecto al aumento de la densidad poblacional presento respuesta inversa. El mejor valor de CA alcanzo con dietas de 45 y 35% CP en menor densidad (D1); mientras que la CA y TCE disminuyo significativamente mediante el aumento de niveles de proteína en la dieta, frente al aumento de la densidad la variable CA disminuyo y TCE aumento. La prueba de análisis proximal demostró que la humedad y el contenido de PC en el musculo de pez fueron afectados de manera no significativa por ambos factores, para el contenido de ceniza fue significativamente afectado por el nivel de proteína y la densidad de cría. Además, el contenido total de lípidos fue afectado solo por el nivel de proteína.

Joydeb P. y Qiaona Y. (2012), utilizaron Harina de krill (KM) y concentrado de krill (KFC), como sustituyendo el 5% de proteína vegetal en el alimento para *O. niloticus*. En tres tipos de dietas: D1 o control (100% Harina de planta), D2 (95% H. Planta +2.5%KM +2.5%KFC) y D3 (95%H. planta +5%KM). Los peces alimentados con D3 no tuvieron diferencias significativas en el rendimiento de crecimiento en comparación con la D1; mientras que, los peces alimentados con la D2 tuvieron un crecimiento significativamente inferior en comparación con la D1 y D3. Sin embargo, los peces

alimentados con la D2 tuvieron un CA significativamente más eficiente en comparación con otras dos dietas. La composición de los ácidos grasos se alteró significativamente en el cuerpo de los peces al alimentar las diferentes dietas y peces alimentados con KM contenido de ácidos grasos omega-3 significativamente mayor en el cuerpo entero. En el análisis proximal del cuerpo no se encontró diferencias significativas excepto el contenido de cenizas. Gutiérrez F.W. *et al.* (2014) analizó la interacción de dos niveles de proteína (30% y 35%) y dos niveles de energía digestible (3.3 y 3.7 kcal/g de alimento) en la ganancia de peso (GP), conversión alimenticia (CA), proteína retenida (PR) en *O. niloticus* masculinizado, con el objetivo de determinar el efecto ahorrativo de la proteína usando dietas de alta energía, para ajustar los niveles de energía utilizó aceite de pescado en las dietas experimentales. En los resultados encontró las interacciones altamente significativas entre la proteína y la energía digestible, cuando se utilizó las dietas con 30% de proteína, el incremento del nivel de energía digestible afectó significativamente la GP, CA y PR, donde el nivel de 3.3 kcal/g tuvo el mejor comportamiento; sin embargo, la dieta con 35% de proteína y el nivel de 3.7 kcal/g tuvo el mayor rendimiento. Al finalizar indicaron que el incremento del nivel de energía digestible independiente del nivel de proteína dietaria usado, mejoró significativamente la GP, FCA, ER y REP,

considerando el costo de la proteína dietaria concluyeron que la mejor respuesta fue obtenida con la dieta de 30% de proteína y 3.7 kcal/g de energía digestible.

Kennedy L. et al., 2012; analizaron el crecimiento y la tasa de resistencia al estrés (Re) alimentados con diferentes niveles de proteínas crudas (32, 40 y 55 %) en alevinos de *O. niloticus*. En los resultados demostraron que las supervivencias obtenidas en la prueba de resistencia al estrés y rendimiento estuvieron afectadas significativamente por los niveles de proteína en la dieta. La supervivencia fue mayor para los animales alimentados con la dieta con el 32 % PC, mientras que el crecimiento fue mayor para los animales alimentados con la dieta del 40% de proteína; mientras que, alimentados 32 y 40 % de proteína el crecimiento y la prueba de estrés obtuvieron similares respuestas en comparación a los alimentados con 55% que alcanzaron bajo desempeño en longitud, peso y biomasa final (26.4, 0.3 y 18.0 respectivamente). Cuando los animales fueron alimentados con diferentes dietas durante 15 días observaron que los peces alimentados con 55 % PC mostró menor resistencia a la prueba en los tiempos 7 y 10 min. Concluyeron a raíz de lo registrado que, para el 32 % y 55 % de PC, hay una disminución en resistencia con el aumento tiempo de exposición al aire, lo que confirma que la dieta 40 % proteína cruda puede serlo mejor para esta etapa.

Ighwela *et al.* (2012) investigaron que, la relación entre la alimentación de alevinos de *Tilapia Nilotica* con diferentes concentraciones de maltosa (0,0, 20, 25, 30 y 35%) y su efecto en los parámetros hematológicos. Dado que los resultados obtenidos de los parámetros sanguíneos de la tilapia podrían utilizarse como referencia para la comparación entre el estado de salud de los peces alimentados y la concentración de maltosa en la dieta. La evaluación de los parámetros también puede emplearse como una herramienta rápida para diagnosticar enfermedades, estrés y malnutrición en los peces. En la evaluación, solo observaron diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) en el recuento de glóbulos rojos (glóbulos rojos). Mientras que el porcentaje de linfocitos, neutrófilos, basófilos y Eosinófilos en piensos de 35% de maltosa en la dieta fue significativamente ( $P < 0,05$ ) inferior a la de los otros tratamientos, pero los monocitos fueron similares en todos los grupos.

Ighwela *et al.* (2014) evaluaron que, el efecto de la variación de maltosa de la dieta de alevinos de *Tilapia Nilotica* masculinizado de peso inicial 2.1g en los índices Hepatosomático y Viscerosomático (IVS). Observaron que no presentaron diferencia significativa en los valores de IVS, mientras en el IHS si presento diferencia significativa, obtuvo el valor más alto (0,55 %) con los alimentos D y E y con el menor (0,39 %) los alevines alimentados

con la alimentación de control (A). Al final de la prueba concluyeron que los IHS aumentaron a medida aumentaba la concentración de maltosa, por el contrario IVS no detectaron ningún efecto sobre los valores; los IVS y IHS son considerados en la prueba como indicadores importantes de condición.

Ighwela *et al.* (2015) evaluaron que, variando los niveles de carbohidrato, el usado fue la maltosa (contenían 0, 20, 25, 30 ó 35% de maltosa) en el alimento para determinar el efecto en el rendimiento de crecimiento de alevinos de *O. niloticus* con peso promedio inicial  $2,1 \pm 0,2$  g, dando un tiempo de evaluación de 12 semanas. Durante la prueba no registro mortandad; sin embargo, los alimentados con 35% de maltosa presentaron un rendimiento de crecimiento significativamente mayor en comparación con el control. Además de un mejor SGR con alimento de 35% de maltosa, pero no hubo diferencia significativa en comparación con el control, por otro lado el CA fue mayor que 20, 25 o 30% de maltosa. Mientras que el más bajo de TCE y CA se presentó con 20% de maltosa en comparación con todos los tratamientos. Este hallazgo indicó que la incorporación de maltosa en la dieta de pescado se había utilizado de manera eficiente para el Nilo Tilapia y contribuyeron a su masa corporal.

## 2.2 Aspectos generales de la Tilapia de Nilo (*O. niloticus*).

### 2.2.1. Descripción taxonómica y morfológica.

El termino de tilapia deriva de la palabra nativa “thalape” significa pez, esta denominación identifico a un grupo de la familia cichlidae (Toledo-Pérez, 2000). El Dr. E. Trewadas taxónomo del Museo Británico (Historia Natural) realizó una revisión a fondo de las especies de cíclidos africanos en su libro “Tilapiine Species” (Hussain, 2004).

Según Trewadas (1983) y citado también anteriormente por Berg en 1908, definen al género de *Oreochromis* (véase la Tabla N°2.1), en el cual se encuentra a las especies *O. niloticus*, *O. aureus* y *O. mossambicus*.

**TABLA N° 2.1**  
**CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *O. niloticus*.**

CLASIFICACIÓN	NOMBRE
Phylum	Chordata
Sub-Phylum	Vertebrata
Class	Osteichthyes
Order	Peciformes
Familia	Cichlidae
Genus	<i>Oreochromis</i>
Especie	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)
Common name	Tilapia de Nilo

Fuente: Hussain, 2004. Farming of tilapia

La especie *O. niloticus* posee características distintivas como el cuerpo alargado y profundo (véase la Figura N°2.1), además de presentar barras verticales, con colores relativamente tenues con poco contraste en los colores del cuerpo, el cual se acentúa los colores; en respuesta al estrés (El-Sayed A-F M., 2006), por lo cual la pigmentación es la que diferencia entre el *O. niloticus* y de los otros cíclidos (véase la Tabla N°2.2 en la página 30), en el color del cuerpo de los machos es más atractivo que las hembras, debido a que el macho presenta el dorsal y la aleta caudal de los machos se vuelven brillantes rojo (Hussain, 2004).

**FIGURA N° 2.1**  
**IMAGEN DE LA TILAPIA DE NILO**  
(*Oreochromis niloticus*)



Fuente: Hussain, M.G 2004. Farming of tilapia: Breeding plans, mass seed production and Aquaculture techniques.

**TABLA N° 2.2**  
**CARACTERÍSTICA MORFOLÓGICA DE LAS ESPECIES DEL GENERO**  
*Oreochromis sp.*

Área de pigmentación	<i>O. niloticus</i>	<i>O. aureus</i>	<i>O. hornorum</i>	<i>O. mossambicus</i>
Cuerpo	Verde metálico macho maduro: ligeramente gris	gris azulado	Negro acentuado en el macho	Gris oscuros
Cabeza	Verde metálico.	Gris oscuro	Gris	Gris oscuros
Color ojos	Cafés	Cafés	Negro	Negros
Región ventral	gris plateado	Gris claro algunas veces manchas difusas rojizas	Gris	Gris claro
Papila genital	Blanca	Blanca o brillante claro	Rosado	Blanca
Borde aleta dorsal	negra oscura	Fuertemente roja o rojiza	Rojo	Ligeramente rojo
Porción terminal aleta caudal	roja bandas negras bien definidas y uniformes en forma circular	Roja, bandas difusas y punteadas	Rojo	Ligeramente roja
Perfil dorsal	Convexo	Convexo	Cóncavo	Cóncavo
Labios	Negro	Labio inferior blanco	gruesos negros	Negros

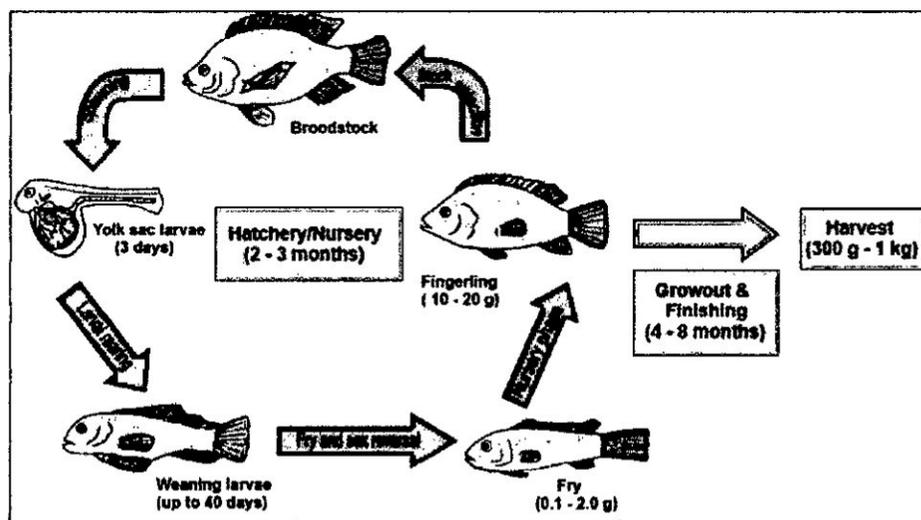
Fuente: Castillo C.L 2003, Modelo de Desarrollo del Cultivo de Tilapia en América Latina: Perspectiva. 1er Foro Internacional de Acuicultura un encuentro con el mercado, Guadalajara.

En el Perú, el cultivo de tilapia es de creciente interés debido a sus características que la hacen ideal para la actividad acuícola como su rápida madurez sexual, su crecimiento acelerado y utilización eficiente de una amplia variedad de alimentos (Baltazar, 2007).

La Tilapia alcanza la madurez sexual entre los 30-50g, en el caso de las hembras realizan desoves en repetidas ocasiones

alcanzando las 4 a 5 puestas en un año en condiciones favorables de temperatura (26°C-28°C). Cada puesta puede contener entre 200 y 2000 huevos, que están en relación con el peso de la hembra. Después de la fertilización, la hembra realiza una incubación bucal por un periodo de 10-15 días; después de la reabsorción de saco vitelino, inicia la fase de alimentación exógena; por lo general en la fase de alevinaje es importante por el alto valor del alimento suministrado que le permite al pez alcanzar un óptimo crecimiento y desarrollo (véase la Figura N°2.2).

**FIGURA N° 2.2**  
**CICLO DE CULTIVO DE LA CRIANZA DE LA TILAPIA.** Fish stages are not drawn to scale (modified from Ng and Romano, 2013).



Fuente: Ng Y Romano, 2014. Overview feeding managemnt tilapia farmed. Rev. Aquafeed.

### 2.2.2. Origen y Hábitat.

Debido a sus características y adaptabilidad la tilapia es una especie considerada ideal para una piscicultura rural, por lo cual produjo una introducción acelerada de esta especie a países tropicales y subtropicales en el mundo recibiendo el nombre de "gallinas acuáticas" por la aparente facilidad del cultivo, basado en la rusticidad de sus manejo, alta adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales, en algunos casos a la más extremas (Castillo, 2003).

Su hábitat natural de esta especie vive en aguas estancadas o poca corriente y encuentran refugio en los márgenes de los pantanos y riberas, bajo el ramaje entre piedras y raíces de plantas acuáticas) y permanecen en esas zonas poco profundas donde se alimentan y reproducen Actualmente, esta especie es cultivada en países americanos del sur y Centroamérica (Philippart y Ruwet, 1982, por El-Sayed A-F M., 2006).

En el Perú la tilapia fue introducido en la década de los 50 como una especie utilizada para el forraje del *Arapaima gigas* (Baltazar, 2007). Posteriormente en la década de los 70, el Instituto del Mar Peruano (IMARPE) y la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) introdujeron las especies *Oreochromis niloticus*, *O. hornorum* y *O. mossambica* (Ramos

y Gálvez, 2000), debido a las condiciones naturales favorables se desarrolló el cultivo en departamentos tales como: Piura, San Martín, Ica. Entre las especies más comunes podemos mencionar la Tilapia de Nilo u *O. niloticus* que son cultivadas en su mayoría en estanques de tierra en el departamento de San Martín.

En la actualidad el cultivo de la tilapia se viene desarrollando en la selva alta y en la costa norte (Mendoza, 2011), las especies que se vienen trabajando en diversas partes del país son *Oreochromis niloticus* (costa norte y San Martín), *Oreochromis sp variedad Chitralada* (Piura, San Martín) y roja (Lima, La Libertad, Lambayeque, Ica y San Martín) y *O. aureus* (Piura, San Martín) (Baltazar, 2007).

### 2.2.3. Parámetros para el cultivo de la *O. niloticus*.

La calidad de agua afecta el crecimiento y la salud de los peces, por lo cual en un cultivo puede determinar el fracaso o el éxito de la producción (El-Sayed A-F M., 2006). Pocas veces se tienen en cuenta los parámetros físico-químicos dentro de un cultivo de peces, sin embargo es necesario tener presente los niveles adecuados de: oxígeno disuelto, temperatura, pH, sólido en suspensión, salinidad, amonio y nitrato para un crecimiento óptimo de los peces.

Los cambios en la concentración de oxígeno disuelto ( $O_2$ ) afecta la alimentación, el crecimiento y el metabolismo (El-Sayed A-F M., 2006). Aunque, las tilapias pueden tolerar niveles bajos de oxígeno disuelto (1 ppm), se ha demostrado que si los niveles no se mantienen en concentraciones adecuadas que son  $>4$  ppm afectan al pez provocando enfermedades (Baltazar, 2007), por lo cual el rango deseable para el crecimiento del pez debe ser superior a 4.5 ppm, mientras que el óptimo es de 6.5 ppm.

En temperatura baja el género de *Oreochromis sp* no presenta un crecimiento óptimo; sin embargo, en altas temperaturas mejoran el crecimiento (28 °C). La temperatura de 24 –32 ° C, es la óptima para la instalación del cultivo de tilapias (Morales et. al, 1988). Mientras que, el aumento alta temperatura podría causar alta mortalidad, debido a que acelera el metabolismo del alimento y a su vez deteriora la calidad de agua por compuestos nitrogenados (Nandlal y Pickering, 2004). Los valores de amonio deben fluctuar entre 0.01 a 0.1 ppm (valores cercanos a 2ppm son críticos). Si el pez se encuentra en contacto por largo tiempo en medio saturado ( $>2$  ppm) de amonio provoca intoxicación por el mecanismo de osmorregulación. El amonio y el pH están relacionados de forma directamente proporcional, debido a

que un aumento de pH provoca un aumento de ion amonio  $\text{NH}_4^+$ , por lo cual pH óptimo debe estar entre 6,5 a 8; rangos por encima o por debajo retardan el crecimiento y retrasan la producción; valores cercanos a pH 5 causan mortalidades en pocas horas debido a problemas respiratorios, por causa de un deterioro de las branquias. La turbidez puede provocar deterioro a nivel branquial con el aumento en la fase de alevinaje, en el caso de los sólidos suspendidos aumentan la turbidez en el agua y disminuye el oxígeno disuelto. Para El-Sayed A-F M., (2006) el crecimiento de peces, eficiencia y supervivencia se redujeron significativamente con el aumento de la turbidez del agua.

#### 2.2.4. Requerimiento nutricional del *O. niloticus*

En Perú, existe una variedad de alimentos comerciales para las fases de crecimiento del *O. niloticus*, que tienen por finalidad cubrir con el requerimiento nutricional demandada.

En particular en la fase de alevinaje tenemos los alimentos tales como Puritilapia®, Aquatech®, Aquaxcel® y Otohime® (véase la Tabla N°2.3, en la página 36).

**TABLA N°2.3**  
**LOS VALORES PROXIMALES DE LOS ALIMENTOS**  
**COMERCIALES EN FASE ALEVINAJE**

Alimento Comercial	Proteína (%)	Grasa (%)	Humedad (%)	Ceniza (%)
Puritolapia®	40	8	13	10
Aquatech®	45	5.5	10	10
Aquaxcel®	45	12	10	11
Otohime®	48	14.5	6.5	14

Fuente: Reportado por las empresas formuladora de cada alimento comercial en el año 2015

**A. Requerimiento de Proteína para *O. niloticus*.**

La proteína es uno de los ingredientes más importante para el crecimiento, por ser necesario para la formación y renovación de tejido muscular. Dentro de las fuentes de proteína importantes tenemos a la harina de pescado que es ampliamente utilizado en la formulación de piensos para acuicultura, sin embargo El-sayed A.-F. M., (2004) espera que la dependencia disminuya debido a la escasez y a la alta demanda del producto para la elaboración de piensos para la industria ganadera y avícola.

Cabe resaltar que la demanda de proteína en la tilapia depende de la edad del pez por ejemplo: un rendimiento óptimo en el crecimiento en la fase de alevinaje requiere

de 35-45%, algunos autores que la demanda alcanza al 50% (Jauncey y Ross, 1982; Siddiqui et al., 1988, El-Sayed y Teshima, 1992). Para los juveniles de tilapia, el requerimiento de proteína varía entre 30-40%, mientras que la tilapia adulta requiere 20-30% de proteína dietética para un rendimiento óptimo (El-sayed A.-F. M., 2004). Los requerimientos de proteínas en los cultivos en campo son similares y varían según el estadio (véase TABLA N°2.4).

**TABLA N°2.4**  
**VALORES DE REQUERIMIENTO PROTEICO SEGÚN**  
**ESTADIO PARA EL CULTIVO DE *O. niloticus*.**

Estadio	Peso promedio (g)	Requerimiento de proteína (%)
Alevinaje (reversión)	0.02-1.5	45
juveniles	1.5-60	40
crecimiento	60-135	32
Engorde	135-200	28
Reproductores	>200	35

Fuente: Según data de campo de la Tabla Realizada en Campo del Centro de Piscifactoría El Mao-2016.

Por tanto la necesidad de encontrar otras alternativas a la harina de pescado ha estado presente en muchos estudios, centrándose en alternativas de fuentes proteicas accesibles y de bajos costos como son las de origen vegetal y/o animal, Tales como: el ensilaje se

puede incorporar con éxito en la alimentación de tilapia, dependiendo de las especies y el tamaño de los peces, el ensilaje Fuente y composición de la dieta (Fagbenro, 1994, Fagbenro et. al.,1994), por otro lado La harina de camarón también se ha utilizado con éxito como una fuente de proteína para la tilapia. Tilapia azul (*O. aureus*), y en tilapia del Nilo se utilizó harina de camarón en hasta 15% y 60% de la dieta sin efectos adversos en su desempeño (Nwana y Daramola, 2000). En subproductos de animales terrestres, como la harina de subproductos de aves de corral, la harina de sangre, la harina hidrolizada de plumas y la harina de carne y huesos han sido ampliamente utilizados como fuentes de proteínas para la tilapia con contenido buenos en perfiles amino ácidos esenciales (Tacon, 1993). Por otro lado también se tiene harina de soja, harina de algodón / pastel, otros subproductos de semillas oleaginosas, Plantas acuáticas, c Leguminosas de grano (El-sayed, 2005) (véase la Tabla N° 2.5, en la página 39).

**TABLA N°2.5**  
**REQUERIMIENTO DE AMINO ÁCIDOS ESENCIALES DE *O. mossambicus* y**  
***O. niloticus* CÓMO % DE DIETA DE PROTEÍNA Y DE DIETA TOTAL.**

Amino Acido	Requerimiento			
	<i>O. mossamicus</i> <sup>1</sup>	<i>O. mossambicus</i> <sup>2</sup>	<i>O. niloticus</i> <sup>3</sup>	<i>O. niloticus</i> <sup>4</sup>
Lisina	4.05 (1.62)	3.78(1.51)	5.12(1.43)	—
Arginina	3.81 (1.52)	2.82(1.13)	4.20(1.18)	4.1
Histidina		1.05(0.42)	1.72(0.48)	1.5
Teonina		2.93(1.17)	3.75(1.05)	3.3
Valina		2.20(0.88)	2.80(0.78)	3
Leucina		3.40(1.35)	3.39(0.95)	4.3
Isoleucina		2.01(0.80)	3.11(0.87)	2.6
Metionina	1.33 (0.53)	0.99(0.40)	2.68(0.75)	1.3
Cistina			0.53	2.1
Fenilalanina		2.50(1.00)	3.75(1.05)	3.2
Tirosina			1.79	1.6
Triptófano		0.43(0.17)	1.00(0.28)	0.6

<sup>1</sup>JACKSON AND CAPPER (1982), <sup>2</sup>Jauncey et al. (1983), <sup>3</sup>Santiago y Lovell (1988);<sup>4</sup>Fagbenro (2000).

Fuente: El-sayed (2005), Protein nutrition of farmed tilapia. Searching for unconventional sources.

#### B. Requerimiento de Lípidos para *O. niloticus*.

Los peces requieren una concentración de lípidos para la satisfacer la demanda de sus funciones fisiológicas tales como: suministro de ácidos grasos esenciales, crecimiento y desarrollo, llevar y ayudar en la absorción

de vitaminas solubles en grasa, además de proporcionar estructura y mantenimiento de la membrana celular (El-sayed A-F M, 2006). Los lípidos son considerados como fuente de alta concentración de energía, debido a que pueden ahorrar más proteínas para el crecimiento que los carbohidratos (Teshima *et al.*, 1985, El-Sayed y Garling, 1988). Los lípidos están muy ligados al nivel de proteína utilizadas en la formulación de la dieta, para la tilapia requiere alrededor del 10-15% de lípidos en la dieta para un máximo rendimiento de crecimiento (véase la Tabla N°2.6). Sin embargo muchos acuicultores usan concentraciones bajas de lípidos (6-8% para niveles de proteína de 40%).

**TABLA N°2.6**  
**REQUERIMIENTO LIPÍDICO PROMEDIO PARA EL CRECIMIENTO DE**  
**LA *O. niloticus*.**

Tilapia especies	Requerimiento (%de dieta)	Referencia
<i>T. zillii</i>	15	El-sayed and garling (1988)
<i>O. niloticus</i>	15	Teshima et al. (1985b)
<i>O. aureus</i>	10	Stickney and Wurts (1986)
<i>O. aureus x O. niloticus</i>	12	Jauncey and Ross (1982)
<i>O. mossambicus x O. niloticus</i>	18	De silva et al. (1991)
<i>O. niloticus x O. aureus</i>	12	Chou and Shiau (1996)

Fuente: El-sayed (2005). Protein nutrition of farmed tilapia. Searching for unconventional sources.

Para Arts y Kohler (2008) las proporciones relativas de ácidos grasos son importantes porque la bicapa lipídica de las membranas celulares requiere cierto grado de rigidez, pero también debe ser suficientemente fluida para permitir el movimiento lateral de los lípidos constituyentes y de las proteínas embebidas. El número de los dobles enlaces en los ácidos grasos altamente insaturado (HUFA) aumentan la capacidad de tal ácido graso de "curvarse" aumentando así su flexibilidad, reduciendo el orden y, al menos en principio, conduciendo a un aumento en la fluidez de las membranas celulares (Eldho *et. al.*, 2003).

El-sayed A-F M., (2006) menciona que puede sugerir que la tilapia utilizará aceites vegetales (ricos en ácidos grasos n-6) más eficientemente que los aceites de pescado (ricos en ácidos grasos n-3). Mientras que el crecimiento de la tilapia del Nilo alimentada con una dieta que contiene aceite de pescado (rica en N-3 EFA) se redujo significativamente en comparación con uno que contiene aceite de soja o aceite de maíz (rico en n-6 EFA) (Takeuchi *et al.*, 1983).

Sin embargo, la información sobre los requerimientos de ácidos grasos de tilapia es contradictorio otros estudios indicaron que la tilapia puede requerir ácido graso

esenciales (AGE) n-3 y AGE n-6. Stickney y McGeachin (1983) encontraron que el 10% de aceite de soja o el 10% de aceite de pescado producían un crecimiento similar de la tilapia azul. Además, Chou y Shiau (1999) encontraron que tanto los ácidos grasos altamente insaturados n-3 como n-6 (HUFA) son necesarios para el máximo rendimiento de los híbridos de tilapia (*O. niloticus* × *O. aureus*).

C. Requerimiento de Carbohidrato para *O. niloticus*.

Los carbohidratos es un componente para la elaboración de los alimentos, por ser una fuente de energía de la dieta y de bajo costo. Las tilapias son principalmente herbívoras y se espera que utilicen hidratos de carbono dietéticos de manera más eficiente que los peces carnívoros (El-sayed A-F M., 2006). Pueden utilizar eficientemente tanto como 35 a 40% de carbohidrato digestible (Anderson et al., 1984, El-Sayed y Garling, 1988).

Para el caso la tilapia del Nilo se ha presentado diversos estudios tal como las alimentada con dietas de bagazo de caña exhibió un mal desempeño. Las cáscaras de cacao reemplazaron con éxito el salvado de trigo, la harina de trigo o el salvado de arroz en piensos de tilapia hasta un nivel de inclusión de hasta 20% (Pouomogne et al., 1997).

Las semillas de cebada reemplazaron hasta el 30% del maíz dietético en dietas de tilapia del Nilo sin efectos adversos en el rendimiento de los peces (Belal, I.E.H. 1999). Además se ha informado que la tilapia utiliza azúcares complejos (almidón) más eficientemente que los disacáridos y los monosacáridos (Anderson et al., 1984, Shiau y Chen, 1993). Por otra parte El-Sayed et al. (2000) Encontraron que el salvado de trigo contiene inhibidor de proteasa, cuya actividad puede afectar negativamente la digestibilidad de los alimentos, más tarde El-Sayed *et al.* (2003) encontró que el Camalote o la melaza acuática fermentada fue mejor utilizado que la Jacinto de agua dulce (Camalote) cuando se incorporó a las dietas de tilapia del Nilo a niveles del 20%, mientras que al nivel de inclusión del 10% el jacinto fresco y fermentado que fueron utilizados igualmente.

Los carbohidratos está relacionado con el hígado, ya que su función es mantener el equilibrio de la concentración de glucosa, por tal Lin y Shiau, (1995) encontró que las actividades de las enzimas lipogénicas en el hígado de tilapia eran más altas en las dietas de almidón alimentadas con pescado que en los peces alimentados con una dieta glucosa. Por lo tanto, el procesamiento de

carbohidratos dietéticos puede mejorar su calidad para la tilapia.

Por tal razón el uso de carbohidrato involucra un ahorro en proteína para el crecimiento. Sin embargo al emplear menos proteína se eleva la demanda de carbohidrato, el exceso de carbono hidratado se almacena en el hígado en forma de grasa, provocando que el pez presente hígado graso y a su vez alterándose en la producción de bilis que son almacenadas en el saco biliar, causando problemas en la digestión de los alimentos.

D. Requerimiento de Vitamina y Minerales para *O. niloticus*.

Las vitaminas son aditivos necesarios en la formulación de la dieta ya que no son sintetizados por el animal. Los peces de aguas cálidas requieren entre 12 y 15 vitaminas en su dieta (Baltazar y Palomino 2004).

Actúan como cofactores o sustratos en reacciones metabólicas normales. Las vitaminas se subdividen en solubles en agua (macrovitaminas, basadas en los niveles requeridos) y en grupos solubles en grasa (El-sayed A-F M., 2006). La carencia o disminución de vitaminas pueden causar enfermedades o deficiencias relacionados con la nutrición.

La suplementación de vitaminas no es necesaria para la tilapia en sistemas de cultivo semi-intensivos, pero en sistemas intensivos pueden ser necesarias vitaminas suplementarias. Sin embargo, es difícil determinar con precisión los requerimientos vitamínicos de la tilapia en sistemas intensivos porque consumen cantidad de vitaminas junto con la cantidad natural de alimento que consumen del agua del cultivo. Por ejemplo: Debido a que el ácido ascórbico es inestable y pierde durante el procesamiento y almacenamiento, deben utilizarse formas estables de ácido ascórbico.

Por otro lado los minerales son importantes ya que afectan a los procesos de osmorregulación a nivel de las células. También influyeron en la formación de huesos y dientes (Baltazar y Palomino 2004) al igual que otros componentes la deficiencia puede ocasionar problemas en el cultivo (véase Tabla N°2.7, en la página 46). Hay poca información disponible sobre el mineral Tilapia, y por lo tanto su respuesta a los minerales de la dieta no se entiende completamente. Los Requisitos de sólo ocho minerales, a saber, calcio, Fósforo, magnesio, zinc, manganeso, Potasio, hierro y cromo han sido estudiados para la tilapia (El-sayed A-F M., 2006).

**TABLA N°2.7**  
**ENUMERACIÓN LAS PRINCIPALES SEÑALES DE LA DEFICIENCIA DE**  
**MINERALES DE ALGUNAS ESPECIES DE INTERÉS PISCÍCOLA.**

MINERALES	SEÑALES DE DEFICIENCIA (n especie)
Calcio	Reduce el crecimiento y pobre conversión del alimento (1,8-10), anorexia (8). Reduce la mineralización ósea (10).
Fosforo	Reduce el crecimiento (1,3,6-9), anorexia (8), pobre conversión del alimento (1,3,5,6,9), reduce mineralización ósea (1,3,6,7,9), deformidades esqueléticas (1,3,7), deformidades craneales (7), vertebras esponjosas largas y curvadas (9) incremento de la grasa visceral(7).
Potasio	Anorexia (5), convulsiones (5), tétanos (5), mortalidad (5).
Magnesio	Reduce el crecimiento (1,6,8), anorexia (1,6-8), pesadez (1,6,7) nefrocalcinosis(1), convulsiones (7), cataratas (1,7), degeneración de las fibras musculares y las células epiteliales del intestino ciego pilórico y de los filamentos branquiales (1), deformidades esqueléticas (1), reduce la correcta mineralización ósea (1), reducción ósea (1,3,6,7,9,19), corporal (3) del suero (3), concentración del Mg. mortalidad (1,6,7).
Hierro	Reduce el crecimiento y pobre conversión de alimento (6), anemia macrocítica hipocrómica (2,3,7-9), bajos niveles del valor hematocrito y de la hemoglobina (1,3,6), reducción de Fe en el plasma y en la saturación de la transferrina (3,6).
Zinc	Reduce el crecimiento (1, 3, 6, 7), anorexia (6,7), enanismo (1,7), cataratas (1,7), erosión de la aleta (1,7), erosión en la piel (7), reducción d las concentraciones de Zn corporal (3), ósea (1,6) y ósea de Ca (6), bajos niveles de Zn en el suero (6), mortalidad (1,7).
Manganeso	Reduce el crecimiento (1, 7, 11), pérdida del equilibrio (11), nanismo (1,7), cataratas (1,7), alta mortalidad (3,11), reducción ósea (2,3) y corporal (3), concentración de Mn (2,3), pobre anidación (1,2,3), anormal crecimiento d la cola (1).
Cobre	Reduce el crecimiento (7), cataratas (7), reduce en el hígado la enzima auperóxido Cu/Zn dismutasa (3) y en el corazón la actividad oxidasa del citocromo c (3,6).

1)Trucha arco Iris *oncorhynchus mykiss*; Trucha de arroyo *Salvelinus fontinalis*; (3) Salmon Atlantico *Salmo Salar*; (4) Salmon chum *O. keta*; (5) Salmon Boquinegra *O. tshawytscha*; (6) Gato de rio *Ictalurus punctatus*; (7) Carpa común *Cyprinus carpio*; (8) Anguila japonesa *Anguila japónica* (9) Besugo *Pagellus Bogaraveo*; (10) Tilapia Azul *Oreochromis aureus*; (11) *Oreochromis mossambicus* (Sargent, et al. 2002; Halver, et al. 2001).

Fuente: Barandica C. 2010. Título de doctorado: Efecto de las dietas experimentales en la respuesta inmune de los peces.

## **2.1 Estrés en los peces.**

El término estrés y estresante fue introducido por el endocrinólogo Hans Selye, en la investigación biomédica. En el cual frente a un estímulo agresor (estresante) el organismo desarrolla simultáneamente una serie de reacciones típicas y otros grupos de reacciones atípicas en el comportamiento, independientemente de la naturaleza de los estímulos (Barandica, et al. 2010 y Chrousos, 2009).

La homeostasis del organismo amenazada por los estímulos del agresor se restablece mediante un conjunto de repuestas adaptativas; sin embargo, la intensidad del factor de estrés puede ser excesivamente severa o duradera, donde los mecanismos de respuesta fisiológica pueden verse comprometidos perjudicialmente en la salud y el bienestar de los peces; además de causar un mal adaptativos, estado asociado con el término "malestar" (Selye, 1974, Barton e Iwama, 1991).

La respuesta a un estresor es un proceso dinámico y mediciones fisiológicas tomadas durante un tiempo corto, son sólo instantáneas representativas de ese proceso (Barton, B. 2002), las respuestas están divididas a un estrés primaria, que incluyen una serie de cambios hormonales, pero particularmente aquellos en los niveles circulantes de cortisol y catecolaminas; secundarias, incluyen cambios en los niveles plasmáticos y tisulares de los

iones y metabolitos, características hematológicas y proteínas de estrés (HSP), todos ellos relacionados con ajustes fisiológicos tales como metabolismo, respiración, estado ácido-base, balance hidro-mineral, función inmunológica y las respuestas celulares (Pickering, 1981, Iwama et al., 1997, 1998, Mommsen et al., 1999). Finalmente respuestas terciarias, que se refieren a aspectos del rendimiento de todo el animal, como Cambios en el crecimiento, condición, resistencia general a la enfermedad, alcance metabólico para la actividad, comportamiento y supervivencia en última instancia (Wedemeyer y McLeay, 1981, Wedemeyer et al., 1990) (véase la Figura N°2.3).

**FIGURA N°2.3**  
**FACTORES DE ESTRÉS PERCIBIDOS QUE ACTUAN SOBRE LOS PECES**  
**PARA EVOCAR EFECTOS FISIOLÓGICOS RELACIONADOS.**



Fuente: Barton B. A., 2002. Stress in Fishes: A Diversity of Responses with Particular Reference to Changes in Circulating Corticosteroids.

Por otro lado, el síndrome de adaptación general (GAS) engloba los cambios que se producen como respuestas al “estrés” ambiental (Roberts, *et al.* 1981). El GAS tiene etapas según grado de exposición al agente estresante: a) reacción de alarma inicial, b) fase de resistencia y c) fase de agotamiento (Cannon, *et al.* 1929; Roberts *et al.* 1981; Maule, *et al.* 1989) (véase la Tabla N°2.8).

**TABLA N° 2.8**  
**SÍNDROME DE ADAPTACIÓN GENERAL O LEY DE SELYE 1963.**

Reacción de alarma inicial	Fase de resistencia	Fase de agotamiento
<p>La primera reacción del animal, es intentar huir animal o enfrentar el peligro, lo cual activa el amplio rango de funciones fisiológicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Activación motora, ritmo cardiaco, flujo sanguíneo hacia los órganos más activos: cerebro, corazón y músculo esqueléticos.</li> <li>2. Flujo sanguíneo hacia las branquias y estímulos de la captación de oxígeno.</li> <li>3. Aumento de la tasa metabólica basal e intermedia.</li> </ol>	<p>Continúa el estrés el animal trata de adaptarse a la nueva situación y los niveles de catecolomica (adrenalina y noradrenalina) volverían a los valores normales y se liberan del cortisol.</p>	<p>Se mantiene la situación de estrés y los niveles de cortisol durante un largo periodo y la activación del metabolismo interfieren con los demás procesos fisiológicos y pueden llegar a ser letales para el animal.</p>

Fuente: Barandica C. L. 2010, Efecto de las dietas experimentales en la respuesta inmune de los peces.

El estrés en los peces de cultivo es importante porque puede afectar en la productividad, debido a la relación del crecimiento, comportamiento anormal y la inmune depresión (Ashley 2007 & Wedemeyer 1997). Por tanto Oliva-tales A., (2012), menciona que una nutrición adecuada es esencial para evitar signos de deficiencia, mantener una el rendimiento animal y el mantenimiento normal salud; además, se está volviendo evidente que las dietas sobrefortificado con nutrientes específicos [aminoácidos, ácidos grasos esenciales (FA), vitaminas o minerales] en niveles por encima del requisito pueden mejorar las condiciones de salud y resistencia a enfermedades.

Muchos investigadores encontraron una relación entre nutrición y stress como Barton (1997); quien reporto a mayores niveles de ácidos grasos libres en las dietas, los peces respondían mejor a los agentes estresores, debido a la capacidad de los peces para utilizar los lípidos almacenados como fuente de energía. Además Chen Q. et. al. (2016) encontró relación entre la concentración de arginina en la dieta y el rendimiento, crecimiento y su tolerancia al estrés de los alevines de *yellow catfish*, frente a la prueba de estrés (prueba de nitrógeno amoniacal) y Kennedy R. et al. (2012) concluyo que la cantidad de proteína cruda en la dieta juega un papel importante en la supervivencia, el rendimiento y la resistencia al estrés tasa de larvas y alevinos de Tilapias de Nilo.

También Abdel-Tawwab *et al.* (2010) encontró que los niveles de proteína suministrada en la dieta de alevinos de *O. niloticus* afectaron significativamente a las variables hematológicas evaluadas, posteriormente Abdel-Tawwab (2012) realizó la evaluación de respuesta al estrés por medio de un análisis hematológico, donde indicaron que los alevinos fueron afectados significativamente por los niveles de proteína en la dieta y / o la densidad de cría. Ochieng *et al.* (2014) consideraron que el cultivo en alta densidad de población, es considerado como un estresor crónico, induce estrés que ocasiona la elevación secuencialmente de los niveles de cortisol y glucosa en plasma.

Mientras tanto Abdel-Tawwab *et al.* (2010) encontró que los niveles de proteína suministrada en la dieta de alevinos de *O. niloticus* afectaron significativamente a las variables hematológicas evaluadas, posteriormente Abdel-Tawwab (2012) realizó la evaluación de respuesta al estrés por medio de un análisis hematológico, donde indicaron que los alevinos fueron afectados significativamente por los niveles de proteína en la dieta y / o la densidad de cría. Ochieng *et al.* (2014) consideraron que el cultivo en alta densidad de población, es considerado como un estresor crónico, induce estrés que ocasiona la elevación secuencialmente de los niveles de cortisol y glucosa en plasma.

Las pruebas de estrés o desafío empleado fueron halina de 24ppt, formaldehído 500ppm, reducción de alimentación en 40% y sin alimentación con la finalidad de evaluar la calidad de alevinos (0.2g) realizado por MacNiven y Little (2001); sin embargo no encontraron diferencia significativa entre las evaluaciones por lo tanto recomendaron que se pudiera modificar el enfoque de la prueba de desafío, pero que era vulnerable a factores no cuantificables e incontrolables derivados de la gestión y del medio ambiente, que podrían haber alterado las respuestas al estresor.

## **CAPITULO III**

### **VARIABLE E HIPOTESIS**

#### **3.1. Variables de la investigación**

##### **3.1.1. variable independiente**

- Tipo de dieta comercial.

##### **3.1.2. variable dependiente**

- Crecimiento.
- Conversión alimentaria.
- Supervivencia
- Índice corporal
- Índice de estrés.

### 3.2. Operalización de variables.

TIPO DE VARIABLES	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLES INDEPENDIENTE	Dietas comerciales: ✓ PURITILAPIA® ✓ AQUATECH® ✓ AQUAXCEL® ✓ OTOHIME®	Calidad nutricional	Análisis bromatológico: Proteína (%) Grasa (%) Ceniza (%) Humedad (%).
VARIABLE DEPENDIENTE	Crecimiento	Muestreo Biométrico:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento en peso(g)</li> <li>• Crecimiento en longitud, ancho y altura (cm)</li> <li>• Tasa de crecimiento específico (TCE) y absoluto (TCA)</li> <li>• Factor de condición(K)</li> </ul>
	Conversión alimentaria	Alimento consumido por peso ganado del pez	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de conversión alimentaria (CA)</li> </ul>
	supervivencia	Conteo de ejemplares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa de supervivencia (%)</li> </ul>
	Índice corporales	Peso ganado de viseras y hígado del ejemplar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice hepatosomático (IH)</li> <li>• Índice viscerosomático (IV)</li> </ul>
	Resistencia al Estrés	Prueba de shock halino	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de recuperación (min)</li> </ul>

### **3.3. Hipótesis general.**

Utilizando la dieta comercial Otohime© en la alimentación de alevines de Tilapia Nilótica (*O. niloticus*) se obtendrán los mejores resultados en crecimiento, conversión alimentaria, supervivencia, índice corporal y respuesta al estrés en condiciones controladas de laboratorio.

## **CAPITULO IV**

### **METODOLOGIA**

#### **4.1. Ubicación.**

El estudio se realizó en el laboratorio de acuicultura de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao (FIPA-UNAC) y el laboratorio de Análisis Químico del Instituto de Investigación de Especialización en Agroindustrial de la Universidad Nacional del Callao (IIEA-UNAC).

#### **4.2. Tipo de investigación.**

El tipo de investigación que se empleó fue experimental, aplicada, correlacionada y analítica

#### **4.3. Diseño de la investigación.**

Es un diseño experimental puro con pre prueba, post prueba y grupo de control (Hernández et al., 2006); se trabajó en sistemas de recirculación, el experimento estuvo conformado por 4 tratamientos y 3 repeticiones o unidades experimentales por cada tratamiento haciendo un total de 12 unidades experimentales, se realizó una distribución al azar de las repeticiones de los tratamientos en los 4 sistemas de recirculación. Se colocó 20 peces por cada unidad experimental y fueron distribuidas de forma aleatoria entre las unidades experimentales (véase Tabla N°4.1, en la página 57).

RG <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>
RG <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	X <sub>2</sub>	O <sub>4</sub>
RG <sub>3</sub>	O <sub>5</sub>	X <sub>3</sub>	O <sub>6</sub>
RG <sub>4</sub>	O <sub>7</sub>	X <sub>4</sub>	O <sub>8</sub>

R grupos escogidos aleatoriamente

G Grupos experimentales (4 grupos)

O<sub>1</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>5</sub>, O<sub>7</sub> Medición previa de cada grupo

X<sub>1</sub> aplicación de tratamiento 1 PURITILAPIA®

X<sub>2</sub> aplicación de tratamiento 2 AQUATECH®

X<sub>3</sub> aplicación de tratamiento 3 AQUAXCEL®

X<sub>4</sub> aplicación de tratamiento 4 OTOHIME®

O<sub>2</sub>, O<sub>4</sub>, O<sub>6</sub>, O<sub>8</sub> Medición final o post prueba

**TABLA N° 4.1**  
**NÚMERO DE EJEMPLARES DISTRIBUIDOS POR UNIDAD**  
**EXPERIMENTAL PARA CADA TRATAMIENTO.**

Tratamientos	Repetición-1	Repetición 2	Repetición 3
	R-1	R-2	R-3
T-1 Puritolapia®	N° = 20	N° = 20	N° = 20
T-2 Aquatech®	N° = 20	N° = 20	N° = 20
T-3 Aquaxcel®	N° = 20	N° = 20	N° = 20
T-4 Otohime®	N° = 20	N° = 20	N° = 20

Fuente: Elaboración propia.

El número de peces fue determinado por la formula siguiente:

$$Q \text{ total } \left( \frac{L}{Hr} \right) = Q1 \times Q2$$

$$Q1 \left( \frac{L}{Hr} \right) = \frac{NP \times PPf \times TCO \left( \frac{mg}{Kg \cdot h} \right)}{OD \left( \frac{mg}{L} \right)} \dots (1)$$

$$Q2 \left( \frac{L}{Hr} \right) = \frac{NP \times PPf \times TEA \left( \frac{mg_{NH4}}{Kg \cdot h} \right)}{C_{m_{NH4}} \left( \frac{mg}{L} \right)} \dots (2)$$

Fuente: Mariluz A. F., 2013. "Evaluación de levadura y bacteria ácido láctica en el crecimiento y supervivencia de Alevinos de Tilapia (*Oreochromis sp.*). Tesis de Maestría UNMSM.

#### LEYENDA

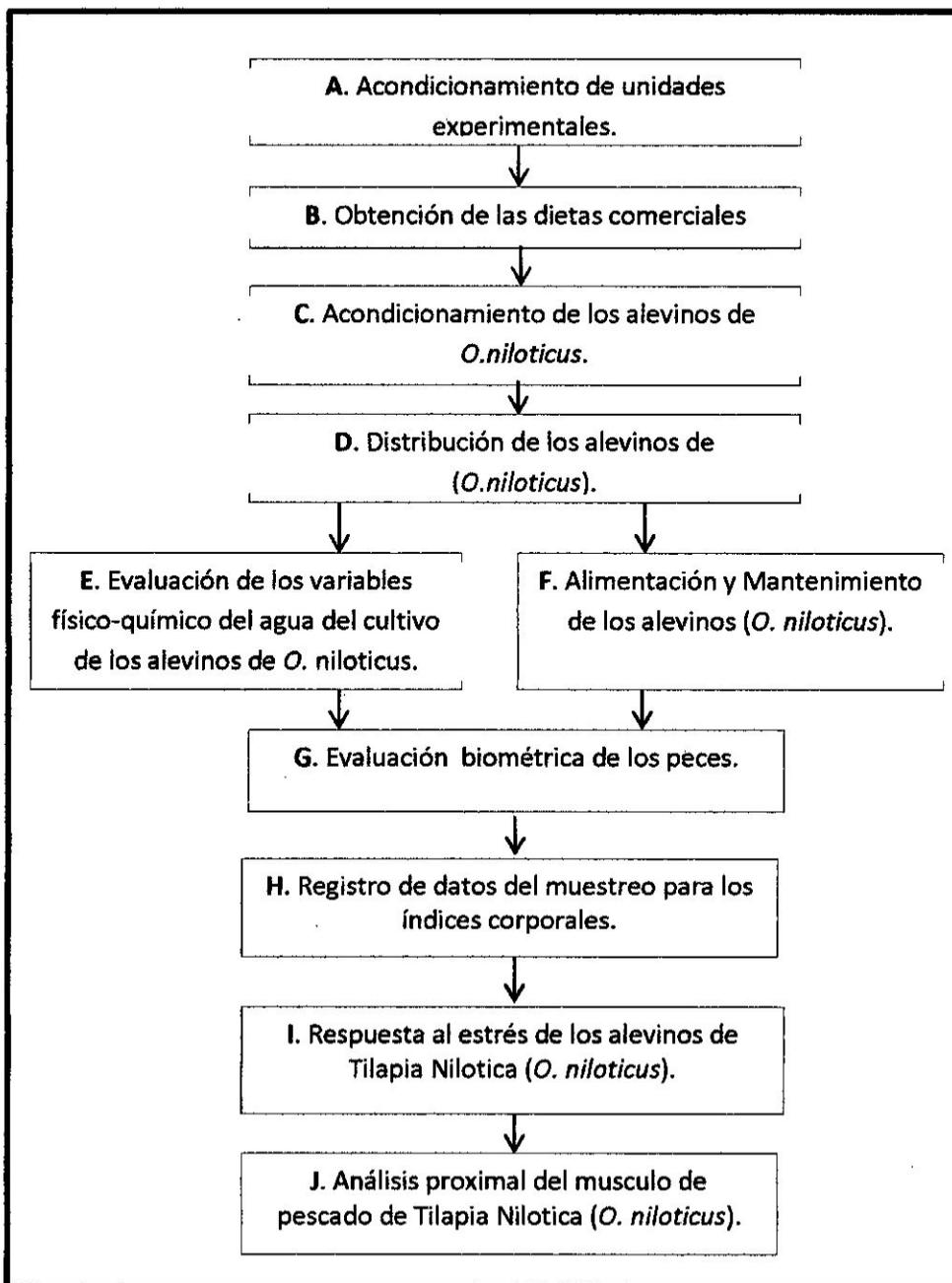
<b>Q1 (L/h)</b>	Caudal para satisfacer el consumo de oxígeno en los peces (calculado en el Laboratorio).
<b>Q2 (L/h)</b>	Caudal necesario para eliminar el amoníaco total del tanque De cultivo (cálculo teórico).
<b>NP</b>	número de peces
<b>PPf</b>	peso promedio final de peces
<b>TCO</b>	Tasa de consumo de oxígeno
<b>OD</b>	Oxígeno disponible (O2 ingreso del agua - O2min./cultivo tilapia
<b>TEA</b>	Tasa de excreción de amoníaco (mg NH4/kg/h)
<b>Cmax NH<sub>4</sub></b>	Concentración máxima de amoníaco para el cultivo de tilapia

#### **4.4. Población y Muestra**

La población fueron un millar de alevinos machos revertidos sexualmente de *O. niloticus* de 0.05-1 g del centro piscícola "El Gran Paso"- Tarapoto, del cual se tomaron 240 ejemplares como muestra, los cuales fueron acondicionados en el laboratorio de acuicultura de la Universidad Nacional del Callao (LA-UNAC).

#### 4.5. Procesamiento de recolección de datos.

FIGURA N°4.1  
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO EXPERIMENTAL



Fuente: Elaboración Propia.

- Descripción del diagrama de flujo experimental (Véase la Figura N°4.1 la página 60).

**A. Acondicionamiento de unidades experimentales.**

El tiempo de acondicionamiento fue de 2 semanas, previas al inicio de la prueba experimental, la finalidad fue de reactivación de los filtros biológicos, estabilización de los flujos de caudales, temperatura, concentración de oxígeno. Para mantener los flujos constantes se requirió de equipos tal como termostatos (100w-Resum®), compresor de aire (Resum® ACO012). Además se utilizaron 4 lámparas para la iluminación uno para cada sistema, cada lámpara estuvo conformado de dos tubos de fluorescentes blancos (60 w), para mantener el fotoperiodo (12h luz/12h noche) a lo largo de la prueba experimental (véase la Figura N°4.2).

**FIGURA N° 4.2  
SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE VISTA FRONTAL CON  
SISTEMA DE ILUMINACIÓN.**



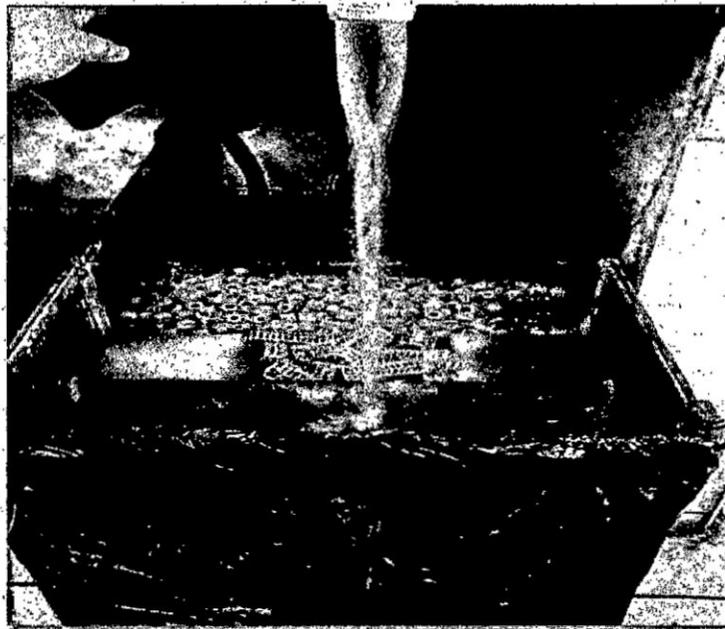
Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA N° 4.3**  
**VISTA SUPERIOR DE LAS UNIDADES**  
**EXPERIMENTALES EMPLEADO EN LA PRUEBA**  
**NUTRICIONAL.**



Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA N° 4.4**  
**FILTRO MECANICO-BIOLÓGICO DEL SISTEMA DE**  
**RECIRCULACIÓN DE LA PRUEBA EXPERIMENTAL.**



Fuente: Elaboración propia.

**B. Obtención de las dietas comerciales.**

Los alimentos comerciales (Purtilapia®, Aquatech®, Aquaxcel® y Otohime®) para alevinos, adquiridos en los centros de distribución, fueron trasladados y almacenados en Laboratorio de Acuicultura de la Facultad de Ingeniería Pesquera y Alimento, en 5 bolsas herméticamente selladas (4 kg) de cada sacos de alimento y llevados a una congeladora a -4°C con la finalidad de evitar el ranciamiento del alimento por exposición al ambiente.

**C. Transporte, recepción y acondicionamiento de los alevinos de *O. niloticus*.**

El millar de alevinos de *O. niloticus* revertidos sexualmente con pesos entre 0.5-1 g se obtuvo del centro piscícola "El Gran Paso"- Tarapoto (véase la Figura N° 4.5, en la página 64). El transporte se realizó en dos bolsas cada una conteniendo 500 alevinos debidamente acondicionados y colocadas en una caja de cartón. El envío fue aéreo con recepción en lima, luego fue trasladado inmediatamente los alevinos al Laboratorio de Acuicultura de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimento, para iniciar el periodo de acondicionamiento.

**FIGURA N° 4.5**  
**ALVINOS REVERTIDOS DEL CENTRO PISCÍCOLA EL**  
**"GRAN PASO" (TARAPOTO-SAN MARTIN).**



Fuente: Elaboración propia.

Se acondicionaron los alevinos en un tanque de fibra de vidrio (1 m<sup>3</sup>) con capacidad de 500 L de agua con sistema de recirculación por un periodo de 14 días (véase la Figura N° 4.6 en la página 65). Los parámetros físico-químico en el periodo de acondicionamiento se mantuvo en  $27 \pm 0.5$  °C de temperatura, 7.30 mg/L oxígeno y Ph en 7.0 - 7.5. Durante el acondicionamiento se alimentó ad libitum con una frecuencia de 4 veces al día y el mantenimiento se realizó de manera diaria con la remoción de materia orgánica, además de recambios de agua del 10%. El agua empleado en los recambios fueron captados de tanques con agua (0.5 m<sup>3</sup>) calefaccionada a 28°C empleando 2 termostatos de (300 watt).

**FIGURA N° 4.6**  
**TANQUE DE ACONDICIONAMIENTO DE ALEVINOS DE**  
*O. niloticus*



Fuente: Elaboración propia.

**D. Distribución de los alevinos de *O. niloticus*.**

Previo al inicio de la prueba experimental se realizó la evaluación biométrica inicial de los ejemplares del estanque de acondicionamiento, donde fueron anestesiados con eugenol (20 ppm) antes de realizar las mediciones y pesados, de los cuales se seleccionó ejemplares con peso de 2.0 g aproximadamente, para ser distribuidos en las unidades experimentales, dicha distribución se realizó de forma aleatoria hasta alcanzar los 20 individuos en cada una de las unidades experimentales (véase la Figura N°4.7 de la página 66).

**FIGURA N° 4.4**  
**UNIDADES EXPERIMENTALES LUEGO DE LA**  
**DISTRIBUCIÓN ALEATORIA DE ALEVINOS DE *O.***  
***niloticus*.**



Fuente: Elaboración propia.

**E. Evaluación de los variables físico-químico del agua del cultivo de los alevinos de *O. niloticus*.**

La temperatura y concentración del oxígeno disuelto del agua fueron registrados 3 veces al día: 8:00, 12:00 y 16:00 h, para las mediciones se empleó un oxímetro (HACH LDO HQ20) se mantuvo en valores cercanos a 28°C y oxígeno 5 a 6 mg/L. El pH se midió diariamente (8:00 am) con un potenciómetro (HACH LDO), los valores obtenidos fueron entre 6,5 a 8,5. El amonio ( $\text{NH}_4$ ), nitrito ( $\text{NO}_2$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y alcalinidad se registró de manera interdiaria con un kit de colorimetría (Marca Sera©), el amoniaco estuvo entre 0,01 – 0,1 mg/L, los nitritos entre 0,1 – 0,3 mg/L y alcalinidad 120ppm.

**F. Alimentación y Mantenimiento de los alevinos de *O. niloticus*.**

El manejo alimenticio fue ad-libitum con frecuencia de 6 veces al día (8:00; 10:00; 12:00, 14:00, 16:00 y 18:00 hr); la remoción de heces se realizó diariamente mediante sifoneo después de la 1° alimentación; seguidamente se realizó recambio de agua de 10% del vol. total. Después de cada alimentación se empleó mallas para retirar las heces de los acuarios durante el día y finalmente la limpieza del filtro mecanico-biologico se limpió semanalmente para retirar materia orgánica acumulada.

**G. Evaluación biométrica de los ejemplares de *O. niloticus*.**

Se realizaron un total de 5 evaluaciones biométricas durante la prueba experimental (Día 0, 15, 30, 45 y 60) cada 14 días. En los muestreos se registros los valores de peso, longitud total y estándar de los ejemplares de los 4 tratamiento. Los parámetros evaluados fueron los siguientes:

- i. Tasa Crecimiento Especifico (TCE) y Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA).

El TCE está en relación indica el porcentaje de incremento en peso del pez por día (%/g) y se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$TCE = \left( \frac{\ln(Pf) - \ln(Pi)}{N^{\circ} \text{ días}} \right) \times 100$$

Pf = Peso promedio final  
Pi = Peso promedio inicial

El TCA esta relación indica la ganancia en peso del pez en gramos por día (Gracia López y Castelló Orvay, 1966).

$$TCA = \frac{(\text{Peso final} - \text{Peso inicial})}{\text{N}^\circ \text{días}}$$

ii. Evaluación del factor de condición (K).

Este factor es considerado como un índice de robustez para peces, su valor varía de acuerdo a la especie considerando un crecimiento homogéneo (Weatherley y Gill, 1987 y Steffens, 1989).

$$K = \frac{\text{Peso promedio (g)}}{\text{Longitud promedio (cm}^3\text{)}} \times 100$$

iii. Evaluación de la conversión alimentaria (CA).

Esta relación se define como la ganancia en peso obtenida a partir de una unidad de peso del alimento.

$$CA = \frac{\text{Cantidad de alimento consumido (CAC)}}{\text{Peso de pez ganado (PPG)}}$$

iv. Evaluación de supervivencia (S%)

$$S\% = \frac{\text{N}^\circ \text{ final de peces}}{\text{N}^\circ \text{ inicial de peces}} \times 100$$

#### H. Registro de datos del muestreo para los índices corporales.

Finalizando el periodo experimental (día 6), se disectaron 15 ejemplares por tratamiento, obteniendo como valores registrados peso del hígado, vísceras y musculo de pescado, estos valores se emplearon para determinar:

##### i. Índice Viscerosomático (IVS).

Se analizaron con base en el peso corporal y el peso de las vísceras de los peces.

$$IVS = \frac{\text{Peso de la viscera (g)}}{\text{Peso total del pez (g)}} \times 100$$

##### ii. Índice Hepatosomático (IHS).

Se determinó con base en el peso corporal y el peso del hígado de los peces.

$$IHS = \frac{\text{Peso del hígado (g)}}{\text{Peso total del pez (g)}} \times 100$$

##### iii. Índice Muscular (IM).

$$IM = \frac{\text{Peso del musculo total (g)}}{\text{Peso total del pez (g)}} \times 100$$

#### I. Respuesta al estrés de los alevinos de *O. niloticus*.

Finalizando la prueba experimental (día 60) se realizó la evaluación de estrés halino, para el cual se seleccionó 10 ejemplares de cada tratamiento de forma aleatoria para obtener valores de tiempo de recuperación, luego de estar expuesto al agente estresante.

#### **J. Análisis proximal del musculo de pescado de *O. niloticus*.**

Al término de la prueba se tomaron 15 músculos de los ejemplares de forma aleatoria por cada tratamiento, codificado según la repetición y el tratamiento. Inmediatamente fueron conservadas en una ultra congeladora (ultra-freze), para luego ser liofilizado, molidas y sellado al vacío en Laboratorio del IIEA, estas muestras se emplearon para el análisis de composición proximal en el cual se determinó proteína, grasa, humedad y ceniza.

#### **4.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.**

##### **4.6.1 Muestreo biométrico**

###### Instrumentos:

- Ictiometro.
- Balanza.
- Tinajas.
- Mallas.
- Termostato.
- Piedras difusoras.
- Eugenol (esencia de clavo de olor).

###### Metodología:

1. Previo al muestreo se preparó en tina una solución con eugenol concentrado (20 ppm), con la finalidad de anestésiarlos antes de la manipulación (Coyle S.D *et al.* 2004, Charoendat U. *et al.* 2009).

2. Posteriormente se trasladó con una malla los ejemplares de cada unidad experimental a una tina con la solución de eugenol.
3. Inmediatamente se procedió a tomar registro del peso total con una balanza OHAUS 1500 (rango de error  $\pm 0,01g$ ) y con un ictiometro la longitud total y la estándar acondicionada, desde el extremo anterior a la mandíbula hasta el extremo distal del radio más largo de aleta caudal y para longitud estándar hasta el pedúnculo
4. Rápidamente fue recepcionado los peces en tina con agua acondicionada para su recuperación y luego trasladado a sus respectivas unidades experimentales.

#### 4.6.2 Muestreo de índices corporales

##### Instrumentos:

- Pinzas
- Tijeras quirúrgicas
- Bisturí
- Tabla de madera
- Cuchillo
- Placa Petri
- Balanza analítica

##### Metodología:

1. Para el muestreo de IVS, IHS e IM se seleccionó 15 ejemplares de forma aleatoria por cada tratamiento y fueron sacrificados.

2. Luego utilizando la tijera se procedió abrir la cavidad visceral desde el orificio anal hasta la parte inferior de la boca.
3. Posterior se extrajo con unas pinzas la masa visceral y se colocó en una placa Petri para ser pesado en la balanza analítica e inmediatamente se registró el peso y codifico.
4. A continuación se separa el hígado de la masa visceral con un bisturí y pinzas, el hígado se coloca en una placa Petri y se procede a pesar y registrar el valor.
5. Al mismo tiempo se fileteo los ejemplares eviscerado de cada tratamiento, para el cual se empleó un cuchillo y una tabla de madera, para obtener el musculo de pescado y pesar y registrar el dato; las muestras de musculo de cada tratamiento fueron conservadas para el análisis proximal.

#### 4.6.3 Muestreo de ejemplares al estrés salino.

##### Instrumentos:

- Acuarios de vidrios
- Mallas
- Termostato (50w)
- Piedras difusoras
- Sal marina
- Bomba de agua
- Salinometro
- Tinajas

### Metodología:

1. Primero se preparó una solución salina (70 g/L), para el cual se recolectó 400 L de agua destilada y se agregó sal marina, se empleó una bomba de agua para homogenizar la solución un día previo a la prueba de estrés; antes del inicio de la prueba se midió con el Salinometro y se obtuvo una concentración de 69.5 g/L.
2. Seguidamente, se extrajo 27 L de la solución halina en un acuario, se acondicionó la unidad de prueba con un termostato (50 w) a 28°C y una piedra difusora. Al mismo tiempo para el tiempo de recuperación se preparó un acuario con agua de clorada (0 g/l), un termostato a 28 °C y piedra difusora.
3. Luego se utilizó una malla para extraer al ejemplar de la unidad experimental y colocarlo en el acuario de prueba. Inmediatamente se comenzó a correr el tiempo empleando un cronometro. La finalización de la prueba se dio cuando el ejemplar presenta las siguientes conductas tales como: sin movimiento opercular o imperceptible (no notorio a la percepción del observador), pérdida de equilibrio y pérdida de respuesta a estímulos.
4. Rápidamente se procedió a retirar al pez de la inmersión y colocarlo en el acuario de recuperación (50 L), para el

desarrollo de esta prueba se empleara un cronometro, para tomar el tiempo de recuperaci3n. La prueba finaliza cuando el pez recupera el equilibrio, presenta movimiento opercular y tiene respuesta a estimulo por lo cual se detiene el cronometro y se registra el tiempo.

5. Finalmente se retira el ejemplar del acuario de recuperaci3n empleando una malla en una tina acondicionada hasta finalizar la evaluaci3n de los ejemplares seleccionado de la unidad experimental.

#### 4.6.4 Muestreo de an3lisis proximal del musculo de pescado (AOAC Official Method 2001.16).

Las muestras de musculo fueron preservadas en un ultra-congeladora (Ultrafreezer UFR30) 24h previas a ser secadas en un equipo un liofilizador (LIOTOP-L101), inmediatamente fue sellada al vaci3o y se preserv3o en una campana de desecaci3n. Para el an3lisis de prote3na, ceniza y grasa se extrae la muestra de la campana y es molida.

##### A. Determinaci3n de Prote3na cruda "M3todo de Kjeldahl"

Procedimiento.- se pes3o aproximadamente 0.5 g de muestra (musculo de pescado liofilizado) previamente molida, se coloc3o en un tubo de digesti3n, luego se agreg3o 5.0 g de mezcla de catalizadores (sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ) y sulfato de cobre anhidro ( $CuSO_4$ ) de relaci3n de 1:9) en el

mismo tubo y se añadió 15 mL de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) Q.P., se colocó 3 perlas de vidrio y se llevó al digestor semiautomático (VELP Digestor científica, DK 6 Haming digester) a una temperatura de  $420^\circ C$  por 60 minutos (auto programable).

Finalizado la etapa de digestión se retiró los tubos y se dejó enfriar por un periodo de 15 min hasta alcanzar la temperatura de  $45^\circ C$ , se vació el contenido en una fiola de 100 mL y se enrasó con agua desionizada, se tomó una alícuota (5mL) y se llevó al destilador (VELP Destilador científica UDK 127), previamente se adicionó al destilador en el balón agua destilada y 10 mL de hidróxido de sodio (NaOH) al 20% para proceder a la destilación por 10 minutos, el destilado se recogió en un matraz de 125 mL, que contiene 5 mL de ácido sulfúrico 0.1 N con 5 gotas de tashiro (lila) y se procedió a la titulación con hidróxido de sodio (NaOH) 0,02 N hasta el viraje de color lila claro a verde claro que fue el punto final, el destilado se realizó tres veces por muestra con la finalidad de obtener un promedio.

Cálculo:

$$\text{NITROGENO (\%)} = \frac{(\text{Vol. blanco} - \text{Vol. gastado}) \text{ml} * N * 0.014 * 20 * 100}{\text{Peso de la Muestra g}}$$

$$\text{PROTEINA}(\%) = \text{NITROGENO}(\%) * f$$

#### LEYENDA

Vol. gastado	Volumen de la titulación gastado de la muestra.
Vol. blanco	Volumen de la titulación del control.
N	Normalidad corregida.
0.014	Meq-g del nitrógeno.
20	Factor de dilución (5ml del producto dirigido llevado a 100ml).
f	Factor de conversión a proteína para pescado y derivados (6.25).

#### B. Determinación de Humedad, método de secado en termo-balanza.

Procedimiento.- La determinación de la humedad se realizó con una balanza automática (H.W.Kessel, MX -50 Moisture Analyzer), se pesó 5g de muestra (musculo de *O. niloticus*) y se colocó en el platillo de la balanza, se cerró la tapa y se programó (programa 20 según las instrucciones y de acuerdo al tipo de muestra) a 115°C, el tiempo vario según la cantidad de humedad que se encontró en la muestra y a la cantidad de muestra, finalizando el proceso el equipo se registró en la pantalla digital la cantidad de humedad absoluta y porcentual, esta operación se repitió 3 veces por cada tratamiento y se obtuvo un promedio.

### C. Determinación de Grasas totales "Método de Soxhlet"

Procedimiento.- se pesó 2,5 gramos aprox. de muestra (musculo de pescado liofilizado finamente molido) se envolvió la muestra en un papel filtro (Whatman N°42) dentro del dedal de extracción, luego se tapó con un pedazo de algodón y se colocó dentro de la cámara de extracción; previamente se pesó el vaso en una balanza analítica, después se agregó 40mL de éter de petróleo, se colocó el vaso en el equipo de extracción de grasa (VELP SCIENTIFIC INC- Solvent extractor, SER 148/6), se programó a 110°C por 4 horas a una velocidad de 60 a 80 gotas por minuto (10 ciclos), finalizado el proceso La grasa extraída de la muestra se recogió en el vaso con restos de éter de petróleo, por lo cual se utilizó una estufa a °C por 15 min para volatilizar el éter de petróleo residual, después de este tiempo se colocó el vaso en la campana de desecación y posteriormente se pesó.

Cálculos:

$$\text{GRASA (\%)} = \left( \frac{(\text{peso del vaso con muestra}) - (\text{peso del vaso vacío})}{(\text{peso de la muestra})} \right) * 100$$

#### D. Determinación de Ceniza

Procedimiento.- se pesó 1,00 gramos aproximado de muestra liofilizada finamente molida en un crisol de porcelana limpia y pesada, previamente se secó los crisoles en una mufla a 550 ° C por 30 minutos y enfriado en una campana de desecación a temperatura ambiente, Seguidamente el crisol y la muestra se llevó a una mufla y se incineró a 550 °C por 14 horas, luego se sacó cuidadosamente el crisol y se dejó enfriar en un desecador y se pesó el crisol con la muestra en una balanza analítica (al 0,1 mg).

Cálculos:

$$\text{CENIZA}(\%) = \frac{(\text{peso de crisol} + \text{ceniza}) - (\text{peso de crisol})}{\text{peso de la muestra (seca o liofilizada)}} * 100$$

#### **4.7. Procesamiento estadístico.**

La evaluación estadística se aplicó en todos los parámetros evaluados en el experimento. Primero se evaluó un test de normalidad ( $p > 0,05$ ) para determinar la distribución normal, confirmada la normalidad de los datos, se procedió a aplicar la prueba de Levene o Prueba de varianzas iguales ( $p > 0,05$ ) para determinar si existe homogeneidad de los valores de las varianzas, se aplicó Un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si en la prueba experimental presenta diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos. Cuando se detectó una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en la prueba, se aplicó la prueba de Tukey para determinar específicamente en que tratamientos existió diferencia significativa ( $p < 0,05$ ).

## CAPITULO V

### RESULTADOS

#### 5.1. Parámetro físico-químico del agua.

En la Tabla N°5.1, se encuentra los valores promedios de los parámetros físicos químicos como oxígeno disuelto (mg/L), Temperatura °C, amonio (mg/L), nitrito (mg/L) y el pH del agua. La concentración de oxígeno disuelto vario desde  $6.56 \pm 0.05$  mg/l (T4) a  $7.15 \pm 0.09$  mg/l (T3), durante la prueba experimental no se presentó diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ) entre los tratamientos, manteniéndose dentro del rango óptimo (véase el Grafico N° 5.1, en la página 82).

Para temperatura se registró el mínimo valor en T2 ( $28.23^{\circ}\text{C}$ ) y máximo en T4 ( $28.36^{\circ}\text{C}$ ), sin embargo no se presentó diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ) entre los tratamientos y se ubicó dentro del rango optimo durante la prueba experimental (véase el Grafico N° 5.2, en la página 82).

Por otro lado, La concentración de amonio se mantuvo por debajo del punto crítico de toleración para el cultivo de *Tilapia nilotica* (0.1mg/l), el valor en promedio de los 4 sistemas fueron 0.028mg/l (véase el Grafico N° 5.3, en la página 83).

La concentración de nitrito fueron de  $0.31 \pm 0.06$  mg/l (T1) y  $0.32 \pm 0.05$  mg/l (T4), no se presentó diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ) entre tratamiento. Al finalizar la prueba experimental el nitrito

comenzó a diferenciarse levemente entre los tratamientos; sin embargo, los valores registrados se ubicó por debajo del rango máximo de tolerancia para tilapia 0.6mg/l (véase el Grafico N° 5.4, en la página 83).

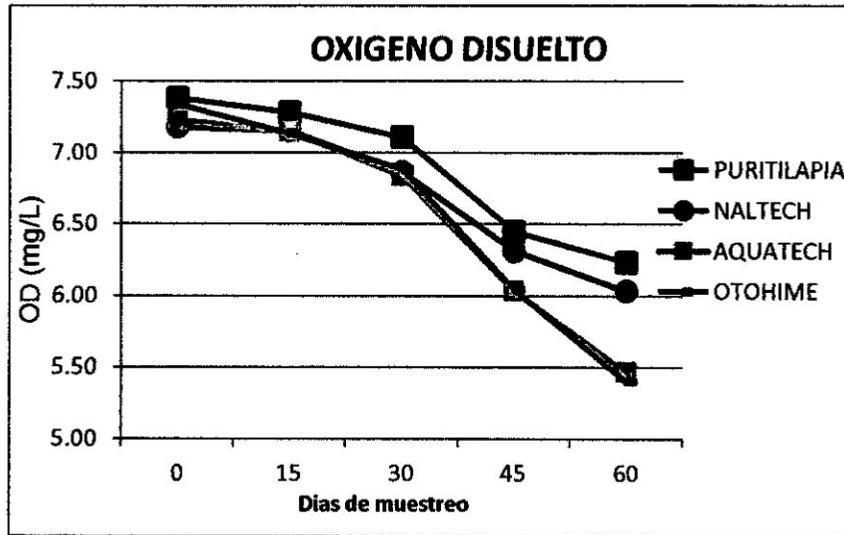
Los valores de pH durante la prueba experimental osciló entre los valores de 7.0-7.5, solo durante el día 30 de la prueba se observa una leve diferencia entre los tratamientos, sin embargo no presento diferencia significativa entre los tratamientos(véase el Grafico N° 5.5, en la página 84).

**TABLA N°5.1**  
**VALORES PROMEDIOS DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA**  
**DURANTE LA EVALUACIÓN EXPERIMENTAL.**

Tratamiento	PARAMETRO FÍSICO -QUÍMICO				
	Temperatura °C	Oxígeno Disuelto mg/L	Amonio mg/L	Nitritos mg/L	pH
T1 (Puritolapia)	28.36 ±0.05 <sup>a</sup>	6.58±0,05 <sup>a</sup>	0.02±0,01 <sup>a</sup>	0.31±0,06 <sup>a</sup>	7.5
T2 (Aquatech)	28.23 ±0,12 <sup>a</sup>	6.64±0,02 <sup>a</sup>	0.02±0,01 <sup>a</sup>	0.31±0,02 <sup>a</sup>	7.5
T3 (Aquaxcel)	28.34 ±0,04 <sup>a</sup>	7,15±0,09 <sup>a</sup>	0.03±0,00 <sup>a</sup>	0.31±0,06 <sup>a</sup>	7.5
T4 (Otohime)	28.36 ±0,09 <sup>a</sup>	6.56±0,05 <sup>a</sup>	0.02±0,01 <sup>a</sup>	0.32±0,05 <sup>a</sup>	7.5
<b>Intervalos óptimos</b>	<b>27 – 32</b>	<b>6 - 8</b>	<b>&lt; 0,1</b>	<b>&lt; 0,6</b>	<b>6,5 - 8,5</b>

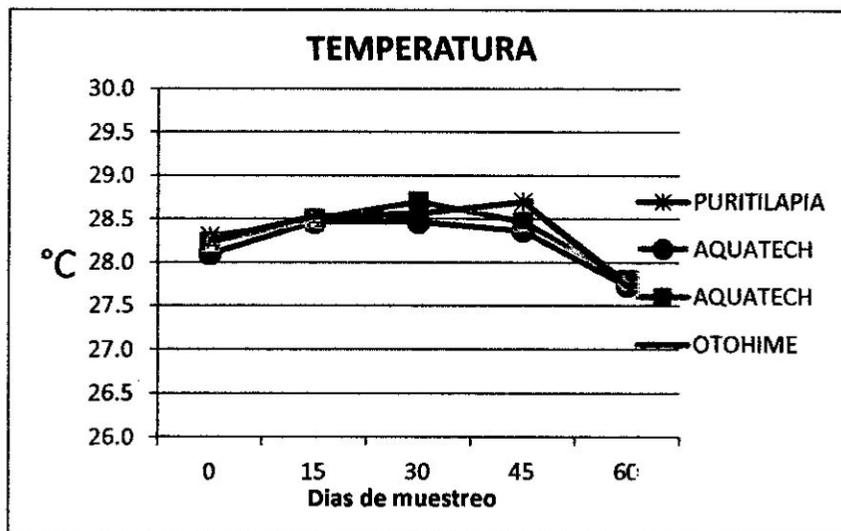
Medias con diferentes letras (a, b y c) son estadísticamente diferentes al 95 % (ANOVA y Tukey)  
 Nivel significación p<0,05.  
 Fuente: Elaboración propia.

**GRAFICA N° 5.1**  
**FLUJO DE CONCENTRACION DE OXÍGENO DISUELTO DE**  
**LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES DEL CULTIVO DE**  
**ALEVINOS DE *O. niloticus*.**



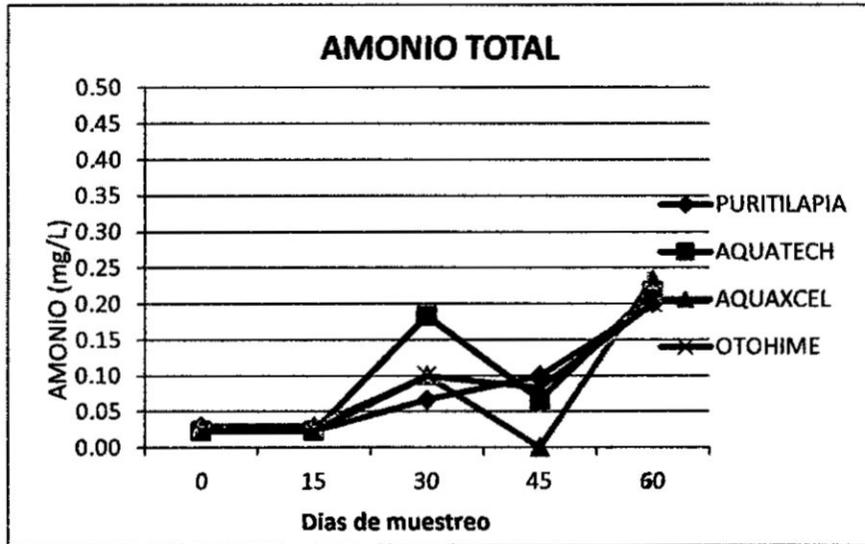
Fuente: Elaboración propia.

**GRAFICA N° 5.2**  
**FLUJO DE TEMPERATURA DE LOS TRATAMIENTOS**  
**EXPERIMENTALES DEL CULTIVO DE ALEVINOS DE**  
***O. niloticus*.**



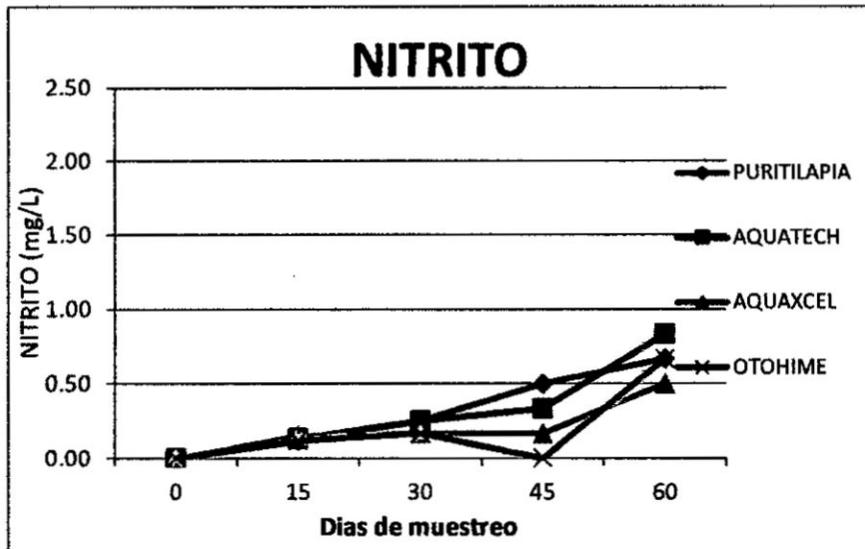
Fuente: Elaboración propia.

**GRAFICA N° 5.3**  
**FLUJO DE CONCENTRACION DE AMONIO (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) DE LOS**  
**TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES DEL CULTIVO DE**  
**ALEVINOS DE *O. niloticus*.**



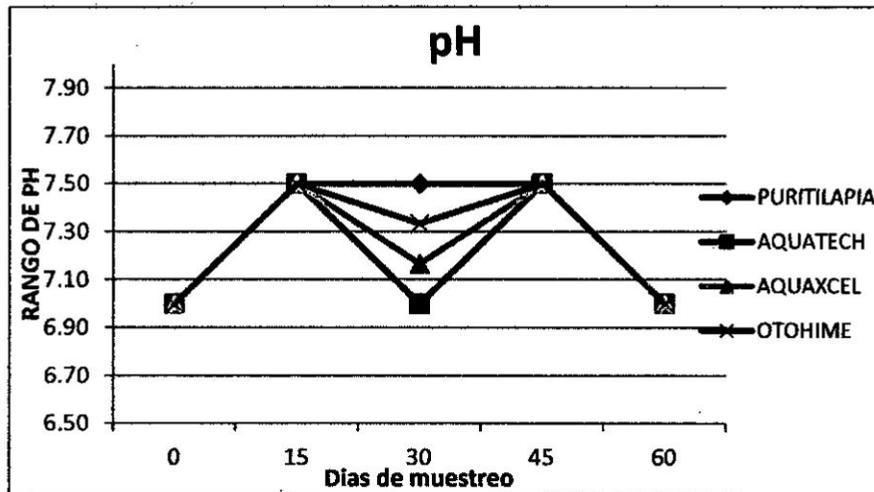
Fuente: Elaboración propia.

**GRAFICA N° 5.4**  
**FLUJO DE CONCENTRACION DE NITRITO O NO<sub>2</sub><sup>-</sup> DE LOS**  
**TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES DEL CULTIVO DE ALEVINOS**  
**DE *O. niloticus*.**



Fuente: Elaboración propia.

**GRAFICA N° 5.5**  
**FLUJO DE CONCENTRACION DE pH DE LOS TRATAMIENTOS**  
**EXPERIMENTALES DEL CULTIVO DE ALEVINOS DE *O. niloticus*.**



Fuente: Elaboración propia.

## 5.2. Composición proximal de los alimentos comerciales para alevinos de *O. niloticus*.

En la Tabla N°5.2, se encuentra los valores promedios de los porcentajes de proteínas obtenidos en laboratorio; los valores reportados comercialmente con respecto a los valores obtenidos en el análisis proximal en laboratorio se diferenciaron notablemente en el porcentaje de humedad, en donde los menores valores fueron obtenidos en el análisis de laboratorio en comparación a lo reportado por la empresa por ejemplo Puritilapia®, 8.9% en laboratorio y 13% en comercio (véase el Grafico N° 5.6, en la página 86).

Para los valores de grasa total de los tratamientos analizados fue menor con respecto a los valores reportados comercialmente, dentro de los valores reportados se presentó un máximo valor en el

tratamiento Otohime® (11.5%) y mínimo en Puritilapia® y Aquatech® (3.1 y 2.7 respectivamente); así mismo, en lo reportado comercialmente el mayor porcentaje fue para Otohime® y menor para Aquatech® (véase el Grafico N° 5.8, en la página 87).

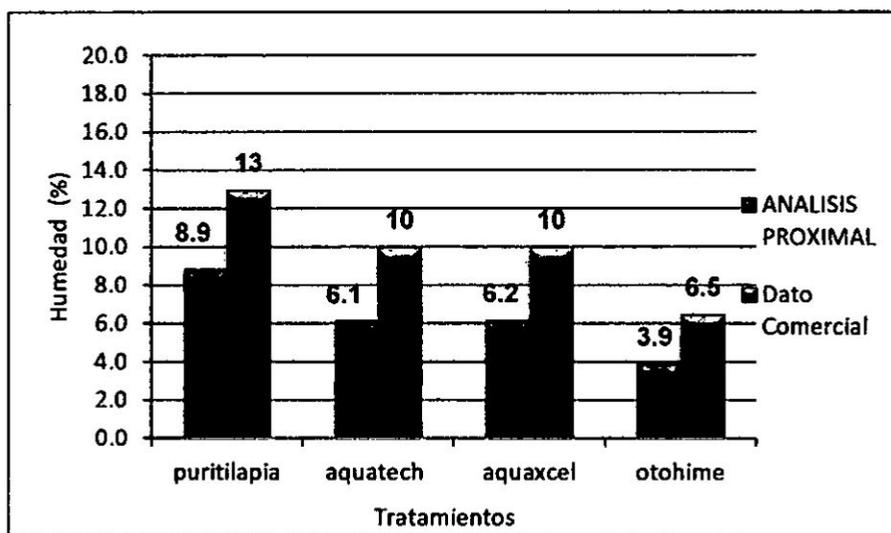
La finalidad fue de corroborar la información comercial de los tratamientos. Sin embargo los valores de ceniza y proteína no presentaron diferencia marcada con los valores reportados por la empresa.

**TABLA N° 5.2**  
**REPORTE EXPERIMENTAL DE LA COMPOSICIÓN PROXIMAL DE**  
**LOS ALIMENTOS COMERCIALES PARA ALEVINOS DE**  
*O. niloticus.*

ANÁLISIS PROXIMAL ALIMENTO	TRATAMIENTOS			
	T1 PURITILAPIA®	T2 AQUATECH®	T3 AQUAXCEL®	T4 OTOHIME®
HUMEDAD (%)	8.86 ± 0.01	6.13 ± 0.03	6.19 ± 0.15	3.92 ± 0.11
CENIZA (%)	8.80 ± 0.02	9.13 ± 0.09	9.79 ± 0.02	11.93 ± 0.05
PROTEÍNA TOTAL (%)	39.76 ± 1.44	42.22 ± 1.93	45.42 ± 1.15	48.20 ± 1.89
GRASA TOTAL (%)	3.10 ± 0.49	2.70 ± 0.06	8.36 ± 0.36	11.55 ± 1.21

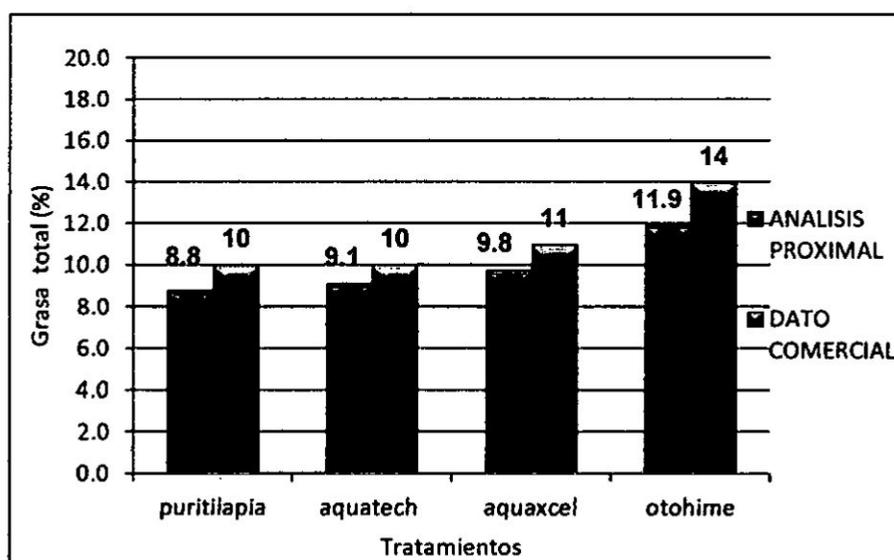
Fuente: Elaboración propia.

**GRAFICA N° 5.6**  
**VALORES PORCENTUALES DE HUMEDAD ENTRE LO**  
**REPORTADO POR LA MARCA COMERCIAL Y EL ANÁLISIS**  
**PROXIMAL, realizado en el Instituto de Investigación en**  
**Agroindustrial de la Universidad Nacional del Callao (IIEA-UNAC).**



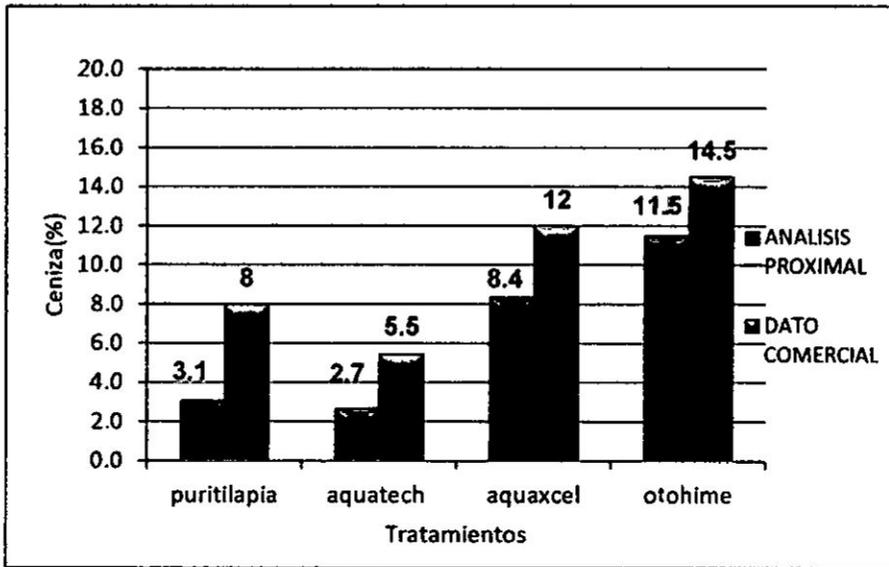
Fuente: Elaboración propia.

**GRAFICA N° 5.7**  
**VALORES PORCENTUALES DE CENIZA ENTRE LO**  
**REPORTADO POR LA MARCA COMERCIAL Y EL ANÁLISIS**  
**PROXIMAL, realizado en el Instituto de Investigación en**  
**Agroindustrial de la Universidad Nacional del Callao (IIEA-UNAC).**



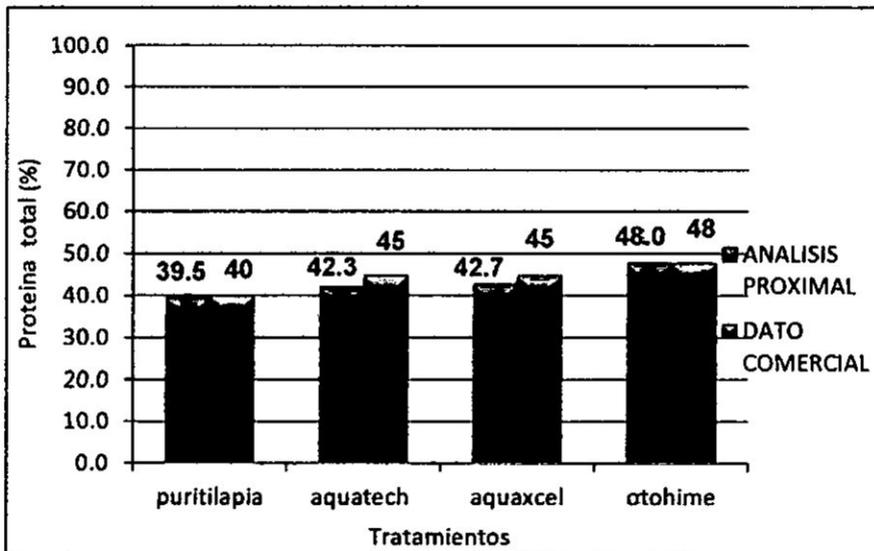
Fuente: Elaboración propia.

**GRAFICA N° 5.8**  
**VALORES PORCENTUALES DE GRASA TOTAL ENTRE LO**  
**REPORTADO POR LA MARCA COMERCIAL Y EL ANÁLISIS**  
**PROXIMAL, realizado en el Instituto de Investigación en**  
**Agroindustrial de la Universidad Nacional del Callao (IIEA-UNAC).**



Fuente: Elaboración propia.

**GRAFICA N° 5.9**  
**VALORES PORCENTUALES DE PROTEÍNA TOTAL ENTRE LO**  
**REPORTADO POR LA MARCA COMERCIAL Y EL ANÁLISIS**  
**PROXIMAL, realizado en el Instituto de Investigación en**  
**Agroindustrial de la Universidad Nacional del Callao (IIEA-UNAC).**



Fuente: Elaboración propia.

### **5.3. Evaluación del efecto de las dietas comerciales en los alevinos de *O. niloticus*.**

#### **5.3.1 Evaluación del crecimiento de los alevinos.**

##### **A. Evaluación de crecimiento en Peso (g) durante el periodo experimental.**

Los valores de pesos promedios de los alevinos al inicio de la prueba experimental fue los siguientes 1.64, 1.76, 1.56 y 1.61 g (T1, T2, T3 y T4 respectivamente); no presento diferencia significativa ( $P \geq 0,05$ ) entre tratamientos. Por el contrario, en el día 60 de la prueba experimental se presentó diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) entre tratamiento T4 ( $76.74 \pm 7.43$  g), T3 ( $65.63 \pm 0.96$  g) con respecto T2 ( $39.64 \pm 2.66$  g) y T1 ( $34.77 \pm 6.85$  g) se presentó diferencia significativa ( $P < 0,05$ ), el menor valor se alcanzó en T1 (véase el Tabla N° 5.3, en la página 89). Los valores promedios de peso de los alevinos a partir del día 15 hasta el final de la prueba experimental se observa diferencia en las curvas de crecimiento de los T4 y T3 con respecto T1 y T2 (véase el Grafico N°5.10, en la página89).

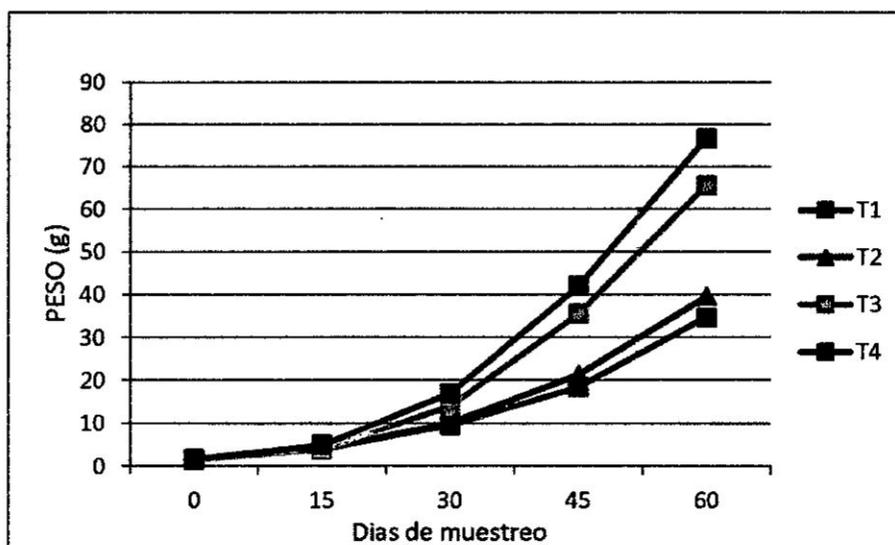
**TABLA N° 5.3**  
**VALORES DE LOS PESOS PROMEDIOS (g) DE LOS ALEVINOS DE *O. niloticus* POR TRATAMIENTO Y POR DÍAS DE MUESTREO DEL PERIODO EXPERIMENTAL.**

Día	TRATAMIENTOS							
	T1 PURITILAPIA®		T2 AQUATECH®		T3 AQUAXCEL®		T4 OTOHIME®	
	(g)	%CV	(g)	%CV	(g)	%CV	(g)	%CV
0	1.64±0.07 <sup>a</sup>	4.27	1.76±0.10 <sup>a</sup>	5.68	1.56±0.07 <sup>a</sup>	4.49	1.61±0.14 <sup>a</sup>	8.70
15	3.92±0.52 <sup>a</sup>	13.26	4.04±0.32 <sup>ab</sup>	7.92	3.94±0.28 <sup>ab</sup>	7.11	4.89±0.29 <sup>b</sup>	5.93
30	9.56±1.64 <sup>a</sup>	17.15	10.08±0.3 <sup>a</sup>	3.08	14.07±0.64 <sup>b</sup>	4.54	16.98±0.90 <sup>c</sup>	5.30
45	18.44±3.57 <sup>a</sup>	19.36	21.30±0.67 <sup>a</sup>	3.14	35.59±2.08 <sup>b</sup>	5.84	42.03±0.69 <sup>c</sup>	1.64
60	34.77±6.85 <sup>a</sup>	19.70	39.64±2.66 <sup>a</sup>	6.71	65.63±0.96 <sup>b</sup>	1.48	76.74±7.43 <sup>b</sup>	9.68

Medias con diferentes letras (a, b y c) son estadísticamente diferentes al 95 % (ANOVA y Tukey) Nivel significación p<0,05.

Fuente: Elaboración propia.

**GRAFICA N° 5.10**  
**CURVA DE CRECIMIENTO DE LOS VALORES DE PESO PROMEDIO (g) DE ALEVINOS DE *O. niloticus* POR TRATAMIENTO Y POR DÍA DE MUESTREO.**



Fuente: Elaboración propia.

**B. Evaluación de crecimiento en Longitud total y estándar (cm).**

Los valores de longitudes totales al inicio los valores fueron 4.76, 4.86, 4.64 y 4.71 cm (T1, T2, T3 y T4 respectivamente); no se encontró diferencia significativa ( $P \geq 0,05$ ) entre tratamientos; mientras que, en el día 60 los alevinos de T3 ( $16.26 \pm 0.39$  cm) y T4 ( $15.35 \pm 0.21$  cm) con respecto a T1 y T2 se presentó diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) con respecto a los T1 y T2 (véase el Tabla N° 5.4). Similar respuesta se puede observar en la curva de crecimiento en longitud total con respecto a lo observado en peso (véase el Grafica N° 5.11, en la página 91).

**TABLA N° 5.4**  
**VALORES PROMEDIO DE LOS MUESTREOS DE LONGITUD TOTAL (cm) Y**  
**COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LOS ALEVINOS DE *O. niloticus*.**

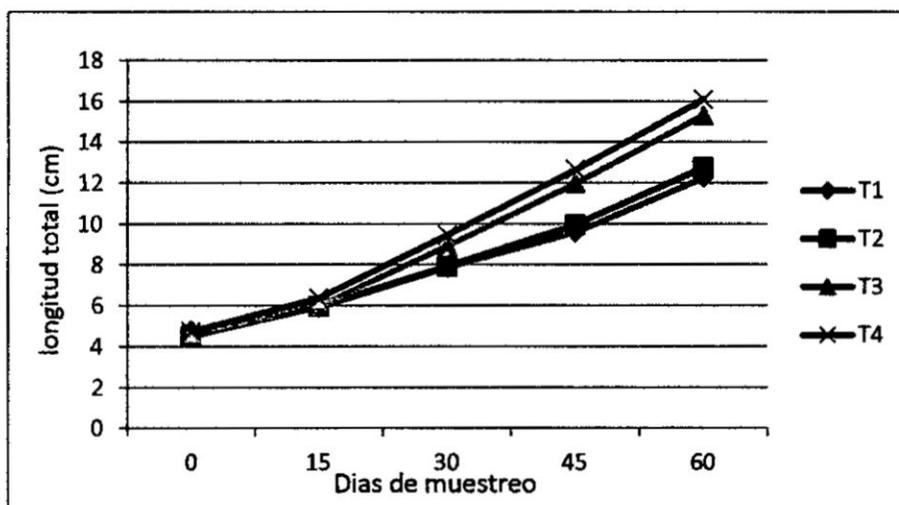
Día	TRATAMIENTOS							
	T1 PURITILAPIA®		T2 AQUATECH®		T3 AQUAXCEL®		T4 OTOHIME®	
	(cm)	%CV	(cm)	%CV	(cm)	%CV	(cm)	%CV
0	4.76±0.09 <sup>a</sup>	1.89	4.86±0.07 <sup>a</sup>	1.44	4.64±0.07 <sup>a</sup>	1.49	4.71±0.13 <sup>a</sup>	2.76
15	5.92±0.23 <sup>a</sup>	3.89	5.99±0.16 <sup>a</sup>	2.67	6.02±0.12 <sup>a</sup>	1.99	6.37±0.20 <sup>a</sup>	3.14
30	7.91±0.42 <sup>a</sup>	5.31	7.92±0.21 <sup>a</sup>	2.65	9.04±0.21 <sup>b</sup>	2.32	9.42±0.33 <sup>b</sup>	3.50
45	9.60±0.62 <sup>a</sup>	6.44	9.97±0.16 <sup>a</sup>	1.60	11.99±0.37 <sup>b</sup>	3.09	12.67±0.29 <sup>b</sup>	2.29
60	12.01±0.70 <sup>a</sup>	5.83	12.80±0.19 <sup>a</sup>	1.48	15.35±0.21 <sup>b</sup>	1.37	16.26±0.39 <sup>b</sup>	2.40

Medias con diferentes letras (a, b y c) son estadísticamente diferentes al 95 % (ANOVA y Tukey)

Nivel significación  $p < 0,05$ .

Fuente: Elaboración propia

**GRAFICA N° 5.11**  
**CURVA DE CRECIMIENTO DE LOS VALORES DE LONGITUD TOTAL**  
**PROMEDIO (cm) DE ALEVINOS DE *O. niloticus* DE LOS**  
**TRATAMIENTO DURANTE LA PRUEBA EXPERIMENTAL.**



Fuente: Elaboración propia.

Los valores obtenidos de los muestreos de longitudes estándar al inicio fueron 3.80, 3.81, 3.69 y 3.78 cm (T1, T2, T3 y T4 respectivamente), no se encontró diferencia significativa ( $P \geq 0,05$ ) entre los tratamientos. En el día 60 los alevinos de T3 ( $12.40 \pm 0.26\text{cm}$ ) y T4 ( $12.93 \pm 0.38\text{cm}$ ) si presentaron diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) con respecto a los T1 ( $10.06 \pm 0.61\text{cm}$ ) y T2 ( $10.35 \pm 0.13\text{cm}$ ) (véase el Tabla N°5.5, en la página 90). La curva de crecimiento de los valores promedios de longitud estándar presentaron similar crecimiento a lo observado en la curva de crecimiento en peso y longitud total (véase Grafica N° 5.12, en la página 92).

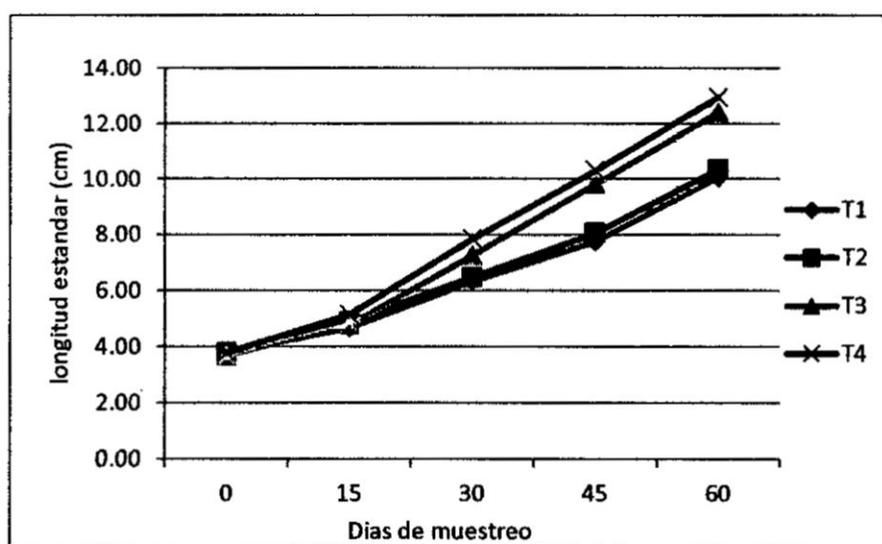
**TABLA N° 5.5**  
**VALORES PROMEDIO DE LOS MUESTREOS DE LONGITUD ESTÁNDAR (cm)**  
**Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LOS ALEVINOS DE *O. niloticus*.**

Día	TRATAMIENTOS							
	T1 PURITILAPIA®		T2 AQUATECH®		T3 AQUAXCEL®		T4 OTOHIME®	
	(cm)	%CV	(cm)	%CV	(cm)	%CV	(cm)	%CV
0	3.80±0.08 <sup>a</sup>	2.11	3.81±0.17 <sup>a</sup>	4.46	3.69±0.02 <sup>a</sup>	0.54	3.78±0.14 <sup>a</sup>	3.70
15	4.69±0.17 <sup>a</sup>	3.62	4.68±0.02 <sup>a</sup>	0.42	4.78±0.12 <sup>a</sup>	2.51	5.15±0.17 <sup>b</sup>	3.30
30	6.34±0.41 <sup>a</sup>	6.47	6.48±0.17 <sup>a</sup>	2.62	7.26±0.20 <sup>b</sup>	2.75	7.83± 0.31 <sup>b</sup>	3.96
45	7.75±0.45 <sup>a</sup>	5.81	8.06±0.14 <sup>a</sup>	1.74	9.82±0.27 <sup>b</sup>	2.75	10.30±0.15 <sup>b</sup>	1.46
60	10.06±0.61 <sup>a</sup>	6.06	10.35±0.13 <sup>a</sup>	1.26	12.40±0.26 <sup>b</sup>	2.10	12.93±0.38 <sup>b</sup>	2.94

Medias con diferentes letras (a y b) son estadísticamente diferentes al 95 % (ANOVA y Tukey) Nivel significación p<0,05.

Fuente: Elaboración propia.

**GRAFICA N° 5.12**  
**CURVA DE CRECIMIENTO DE LONGITUD ESTÁNDAR (cm)**  
**PROMEDIO DE LOS ALEVINOS DE *O. niloticus* DE LOS**  
**TRATAMIENTOS DURANTE LA PRUEBA EXPERIMENTAL.**



Fuente: Elaboración propia.

C. Evaluación de la Tasa de crecimiento Absoluto (TCA) y Específico (TCE) de los alevinos de *O. niloticus*.

En el primer muestreo (día 15) se obtuvo diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre el T4 en relación con los demás tratamientos, al final de la prueba experimental los valores de TCA de los alevinos de T4 (1.25 g/día) y T3 (1.07 g/día) con respecto al T1 (0.55 g/día) y T2 (0.63 g/día) de los tratamientos presentaron diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) (véase la Tabla N°5.6). Las curvas de TCA de los alevinos durante la prueba experimental, a partir del día 15 se observa diferencia la curva de crecimiento hasta el final de la prueba (véase el Grafica N° 5.14, en la página 94).

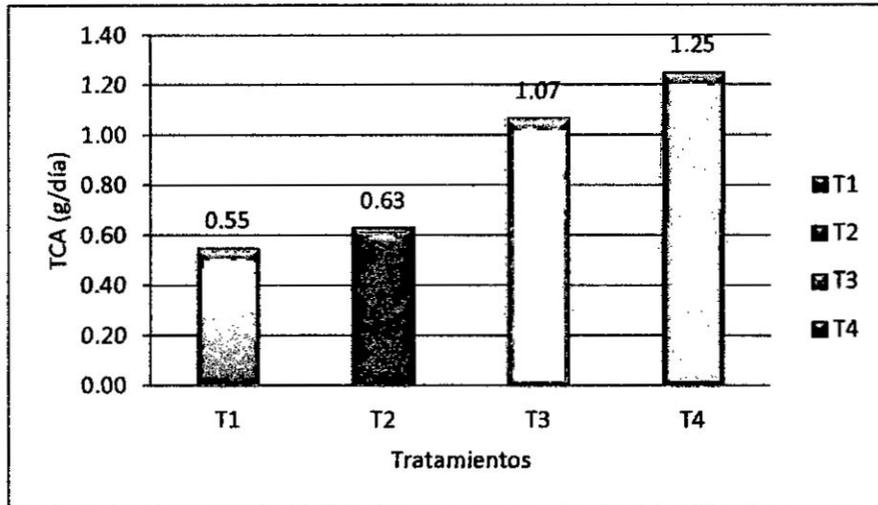
**TABLA N° 5.6**  
**VALORES PROMEDIOS DE LA TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO (g/día) LOS MUESTREOS DE LOS ALEVINES DE *O. niloticus* DE CADA TRATAMIENTO.**

Días	TRATAMIENTOS			
	T1 PURITILAPIA® (g/día)	T2 AQUATECH® (g/día)	T3 AQUAXCEL® (g/día)	T4 OTOHIME® (g/día)
15	0.16 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.16 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.17 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.24 ± 0.02 <sup>b</sup>
30	0.27 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.29 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.43 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.53 ± 0.03 <sup>b</sup>
45	0.38 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.44 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.77 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.92 ± 0.01 <sup>b</sup>
60	0.55 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.63 ± 0.04 <sup>a</sup>	1.07 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.25 ± 0.13 <sup>b</sup>

Medias con diferentes letras (a y b) son estadísticamente diferentes al 95 % (ANOVA y Tukey) Nivel significación  $p < 0,05$ .

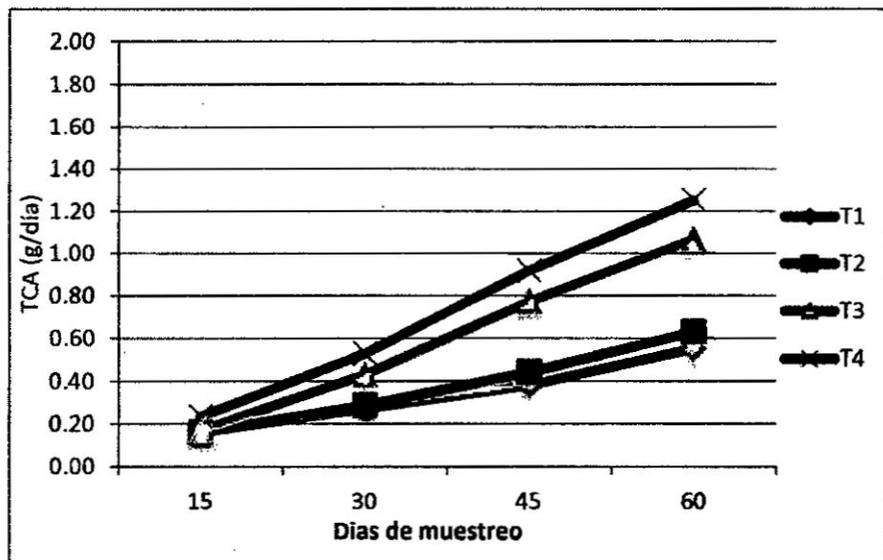
Fuente: Elaboración propia.

**GRAFICA N° 5.13**  
**VALORES PROMEDIOS DE LA TASA DE CRECIMIENTO**  
**ABSOLUTO DE LOS ALEVINOS *O. niloticus* POR TRATAMIENTO**  
**EN EL DÍA 60.**



Fuente: Elaboración propia.

**GRAFICA N° 5.14**  
**CURVAS DE LA TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO TCA**  
**(g/día) DE LOS ALEVINES DE *O. niloticus* POR TRATAMIENTOS**  
**DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL.**



Fuente: Elaboración propia.

Los valores promedios de TCE del día 15 se reportó diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre el T4 en relación con los demás tratamientos, al final de la prueba experimental los valores de TCE se presentó diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre los alevinos de T4 (6.45 %/día) y T3 (6.23 %/día) con respecto al T1 (5.07 %/día) y T2 (5.19%/día) (véase la Tabla N°5.7). Se observó la caída de las curvas de TCE de los cuatro tratamientos desde a el día 30 hasta el 60 (véase el Grafica N° 5.16, en la página 96).

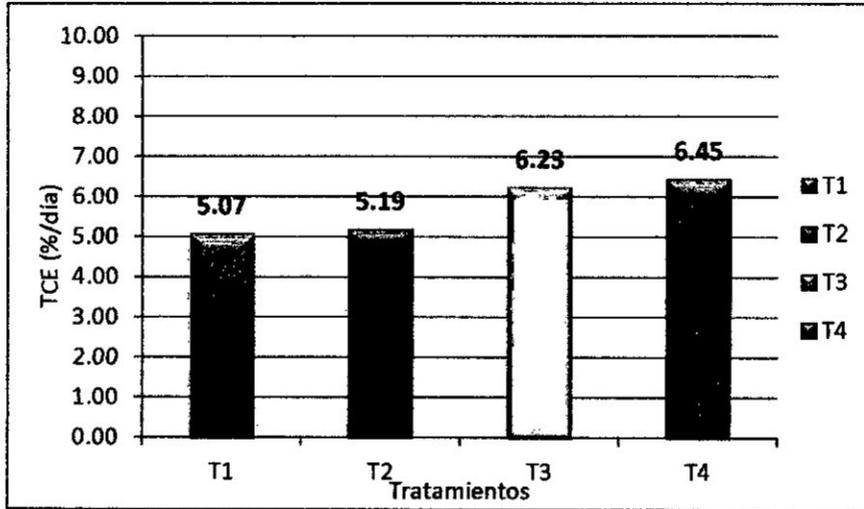
**TABLA N° 5.7**  
**VALORES PROMEDIOS DE LA TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO**  
**O TCE (%/DÍA) DE LOS MUESTREOS DE LOS ALEVINES DE *O.***  
***niloticus* POR TRATAMIENTOS.**

Día	TRATAMIENTOS			
	T1 PURITILAPIA® TCE (%/día)	T2 AQUATECH® TCE (%/día)	T3 AQUAXCEL® TCE (%/día)	T4 OTOHIME® TCE (%/día)
15	6.19 ± 0.68 <sup>a</sup>	5.94 ± 0.49 <sup>a</sup>	6.60 ± 0.17 <sup>a</sup>	7.97 ± 0.44 <sup>b</sup>
30	6.05 ± 0.48 <sup>a</sup>	6.03 ± 0.093 <sup>a</sup>	7.58 ± 0.11 <sup>b</sup>	8.14 ± 0.14 <sup>b</sup>
45	5.48 ± 0.37 <sup>a</sup>	5.67 ± 0.17 <sup>a</sup>	7.10 ± 0.13 <sup>b</sup>	7.43 ± 0.18 <sup>b</sup>
60	5.07 ± 0.28 <sup>a</sup>	5.19 ± 0.13 <sup>a</sup>	6.23 ± 0.09 <sup>b</sup>	6.45 ± 0.30 <sup>b</sup>

Medias con diferentes letras (a y b) son estadísticamente diferentes al 95 % (ANOVA y Tukey) Nivel significación  $p < 0,05$ .

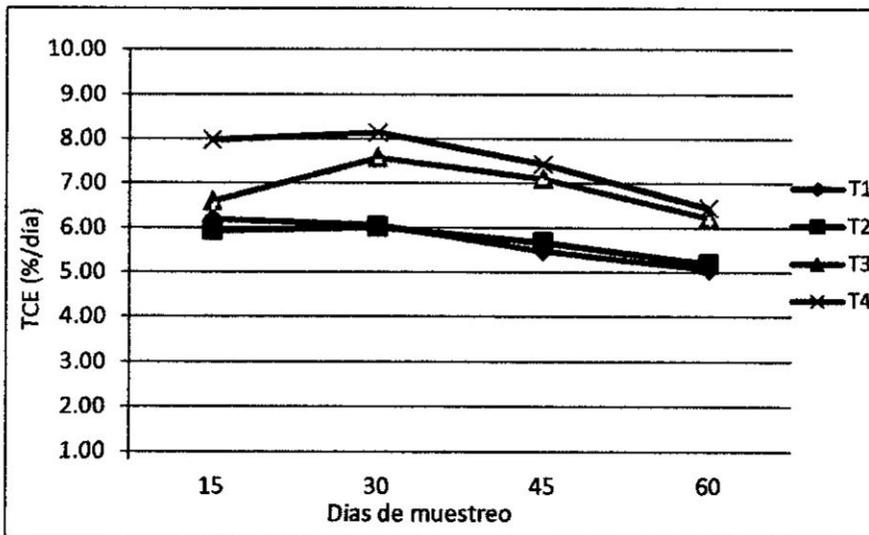
Fuente: Elaboración propia

**GRAFICA N° 5.15**  
**VALORES PROMEDIOS DE LA TASA DE CRECIMIENTO**  
**ESPECIFICO (TCE) DE LOS ALEVINOS DE *O. niloticus* POR**  
**TRATAMIENTO EN EL DÍA 60.**



Fuente: Elaboración propia.

**GRAFICA N° 5.16**  
**CURVAS DE LA TASA DE CRECIMIENTO ESPECIFICO TCE**  
**(%/DÍA) DE LOS ALEVINOS DE *O. niloticus* POR**  
**TRATAMIENTOS DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL.**



Fuente: Elaboración propia.

D. Evaluación de factor de condición (K) de alevinos de *O. niloticus*.

En la Tabla N°5.8, se presenta los valores de factor de condición (K) de los alevinos de los tratamientos durante el periodo experimental. En la evaluación de análisis estadístico no se presentó diferencia significativa ( $p \geq 0,05$ ) entre los tratamientos en los 5 muestreos realizados durante periodo experimental. La respuesta obtenida de la prueba estadística fue ratificada en la gráfica realizada a los valores obtenidos de los muestreos (véase el Grafica N° 5.17, en la página 98).

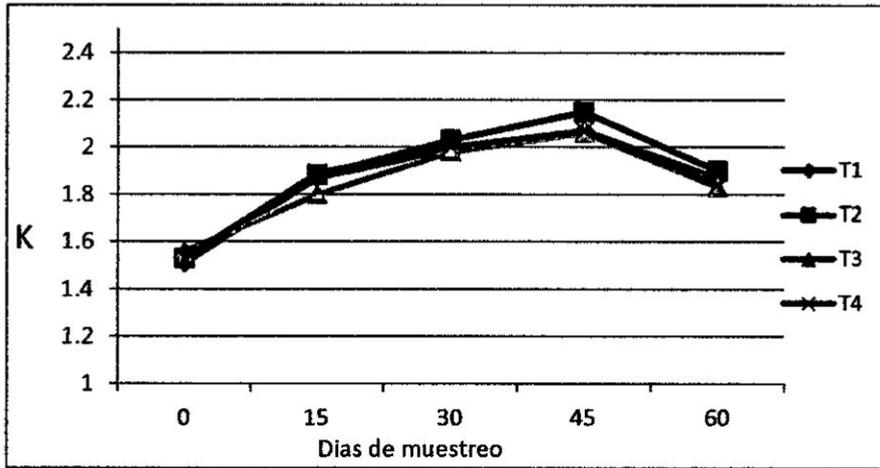
**TABLA N° 5.8**  
**VALORES PROMEDIOS DEL FACTOR DE CONDICIÓN O K DE**  
**LOS NUESTROS DE LOS ALEVINES DE *O. niloticus* POR**  
**TRATAMIENTOS.**

Día	TRATAMIENTOS			
	T1 PURITILAPIA® K	T2 AQUATECH® K	T3 AQUAXCEL® K	T4 OTOHIME® K
0	1.51 ± 0.03 <sup>a</sup>	1.53 ± 0.03 <sup>a</sup>	1.56 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.53 ± 0.03 <sup>a</sup>
15	1.87 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.88 ± 0.10 <sup>a</sup>	1.80 ± 0.06 <sup>a</sup>	1.89 ± 0.11 <sup>a</sup>
30	1.99 ± 0.04 <sup>a</sup>	2.03 ± 0.03 <sup>a</sup>	1.98 ± 0.05 <sup>a</sup>	2.00 ± 0.12 <sup>a</sup>
45	2.07 ± 0.04 <sup>a</sup>	2.15 ± 0.15 <sup>a</sup>	2.06 ± 0.08 <sup>a</sup>	2.07 ± 0.10 <sup>a</sup>
60	1.87 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.90 ± 0.20 <sup>a</sup>	1.83 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.84 ± 0.07 <sup>a</sup>

Medias con diferentes letras (a y b) son estadísticamente diferentes al 95 % (ANOVA y Tukey) Nivel significación  $p < 0,05$ .

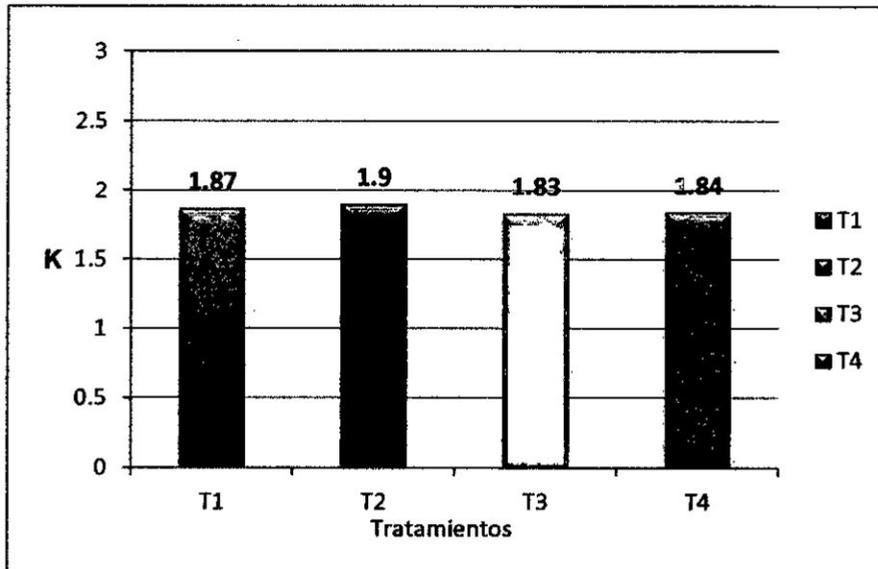
Fuente: Elaboración propia.

**GRAFICA N° 5.17**  
**CURVA DE VALORES PROMEDIOS DEL FACTOR DE CONDICIÓN**  
**K DE LOS ALEVINES DE *O. niloticus* POR TRATAMIENTOS**  
**DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL.**



Fuente: Elaboración propia.

**GRAFICA N° 5.18**  
**VALORES PROMEDIOS DEL FACTOR DE CONDICIÓN (K) DE**  
**LOS ALEVINES DE *O. niloticus* POR TRATAMIENTO EN EL DÍA**  
**60.**



Fuente: Elaboración propia.

5.3.2 Evaluación de la conversión alimentaria (CA) de alevinos de *O. niloticus*.

En los valores de CA de los alevinos de *O. niloticus* de los tratamientos luego de los primeros 15 días se identificó diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre los valores de T4 y T1, por el contrario T4 con respecto a T2 y T1 no presentó diferencia significativa ( $p \geq 0,05$ ); sin embargo al final de la prueba se presentó diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre los T4 con respecto a T1 y T2; por el contrario no se presentó diferencia significativa ( $p \geq 0,05$ ) entre los valores de T4 y T3 (véase la Tabla N°5.9). El máximo valor se reportó en T1 ( $1.57 \pm 0.31$ ) y el mínimo en T4 ( $0.79 \pm 0.03$ ) y T3 ( $0.86 \pm 0.05$ ) (véase la Grafica N°5.19 en la página 100).

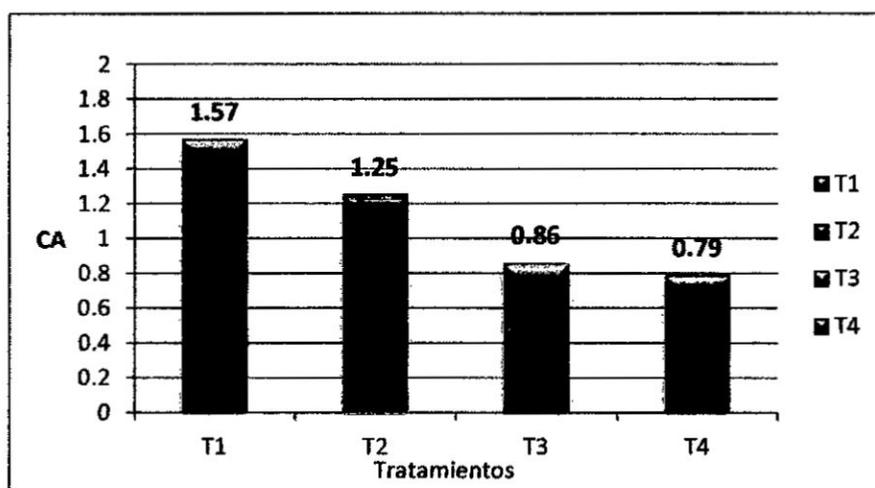
**TABLA N° 5.9**  
**VALORES PROMEDIOS DE LA CONVERSIÓN ALIMENTARIA (C.A.)**  
**DE LOS ALEVINOS DE *O. niloticus* POR TRATAMIENTOS.**

Día	TRATAMIENTOS			
	T1 PURITILAPIA® C.A	T2 AQUATECH® C.A	T3 AQUAXCEL® C.A	T4 OTOHIME® C.A
15	$1.07 \pm 0.08^a$	$1.10 \pm 0.30^{ab}$	$0.95 \pm 0.11^{ab}$	$0.77 \pm 0.02^b$
30	$1.17 \pm 0.07^a$	$1.17 \pm 0.13^a$	$0.83 \pm 0.03^b$	$0.73 \pm 0.04^b$
45	$1.26 \pm 0.13^a$	$1.15 \pm 0.08^a$	$0.83 \pm 0.03^b$	$0.73 \pm 0.03^b$
60	$1.57 \pm 0.31^a$	$1.25 \pm 0.11^{ab}$	$0.86 \pm 0.05^{bc}$	$0.79 \pm 0.03^c$

Medias con diferentes letras (a y b) son estadísticamente diferentes al 95 % (ANOVA y Tukey) Nivel significación  $p < 0,05$ .

Fuente: Elaboración propia

**GRAFICA N° 5.19**  
**VALORES PROMEDIOS DE CONVERSIÓN ALIMENTARIA**  
**(CA) DE LOS ALEVINOS DE *O. niloticus* POR TRATAMIENTO**  
**EN EL DÍA 60.**



Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.3 Evaluación de la supervivencia (%S) de los alevinos de *O. niloticus*.

En los valores de supervivencia se presentó diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos, con la prueba de Tukey se determinó que la diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) se encontró entre T4 (88.3 %) con respecto a T1 y T2 (58.3 y 70.0 %), sin embargo no se presentó diferencia significativa entre T3 y T4 (véase la Tabla N°5.10 en la página 101). El máximo valor de supervivencia se registró en T3 y el mínimo fue en T1 (véase la Gráfica N°5.20 en la página 101).

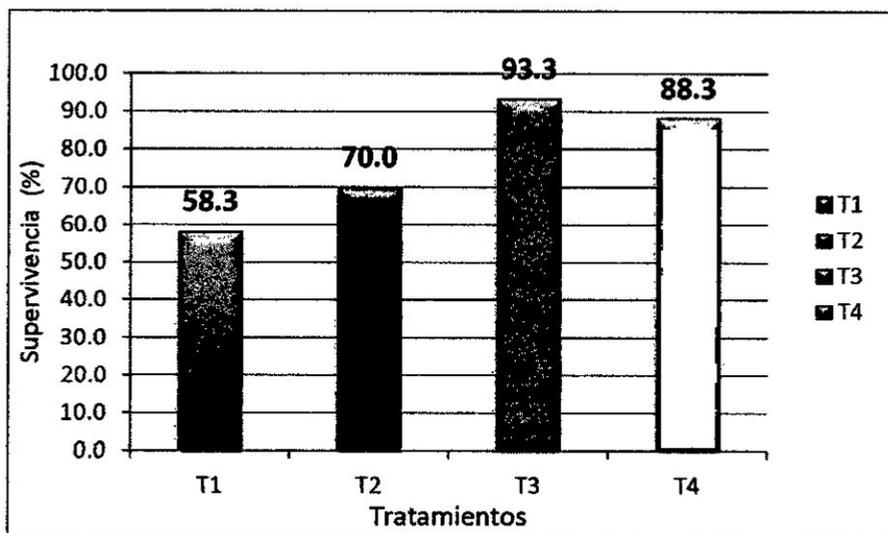
**TABLA N° 5.10**  
**VALORES PROMEDIOS DEL PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA (%)**  
**DE LOS ALEVINOS DE *O. niloticus*.**

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
	PURITILAPIA® %S	AQUATECH® %S	AQUAXCEL® %S	OTOHIME® %S
1	60	60	100	90
2	45	85	85	95
3	70	65	95	80
$\bar{X}$	58.3 ± 12.58 <sup>a</sup>	70.0 ± 13.23 <sup>a</sup>	93.3 ± 7.64 <sup>ab</sup>	88.33 ± 7.64 <sup>b</sup>

Medias con diferentes letras (a, b y c) son estadísticamente diferentes al 95 % (ANOVA y Tukey) Nivel significación p<0,05.

Fuente: Elaboración propia.

**GRAFICA N° 5.20**  
**VALORES PROMEDIOS DEL PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA**  
**DE LOS ALEVINOS DE *O. niloticus* DE LOS TRATAMIENTOS.**



Fuente: Elaboración propia.

5.3.4 Evaluación de los Índices corporales de los alevinos de *O. niloticus*.

En la Tabla N°5.11 se presenta los valores promedios del muestreo final de los IVS, IHS y IM de los 4 tratamientos. En el análisis estadístico se demostró que existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre los Valores IVS de T4 con respecto a T1 y T2, por otro lado los valores de T4 y T3 no presento diferencia significativa ( $p \geq 0,05$ ). El mínimo porcentaje de IVS se observó en T4 (6.60%) y el máximo en T1 (7.84 %) (Véase la Grafica N° 5.21, en la página 103).

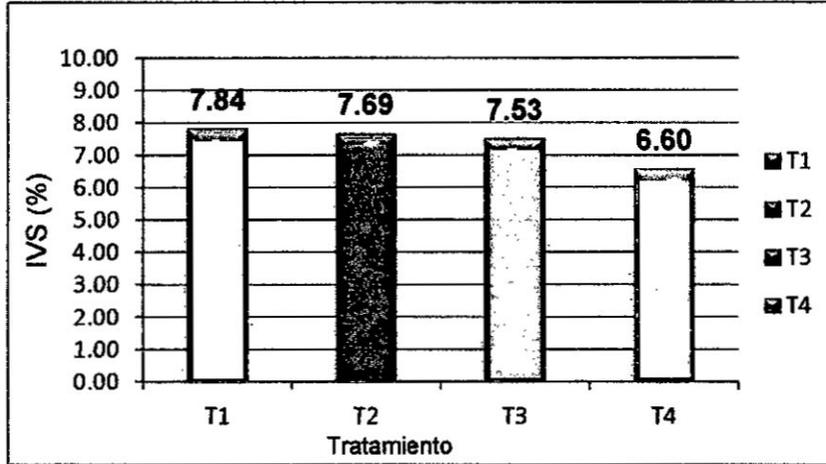
**TABLA N° 5.11**  
**VALORES PROMEDIOS DE ÍNDICE VISCEROSOMÁTICO,**  
**HEPATOSOMÁTICO Y ÍNDICE MUSCULAR DE LOS ALEVINOS DE**  
***O. niloticus* DE LOS TRATAMIENTOS.**

INDICES CORPORALES	TRATAMIENTOS (día 60)			
	T1 PURITILAPIA®	T2 AQUATECH®	T3 AQUAXCEL®	T4 OTOHIME®
Índice Viscerosomático o IVS (%)	7.84±0.53 <sup>a</sup>	7.69±0.26 <sup>a</sup>	7.53±0.13 <sup>ab</sup>	6.60±0.41 <sup>b</sup>
Índice Hepatosomático o IHS (%)	2.13±0.55 <sup>a</sup>	1.52±0.14 <sup>a</sup>	1.63±0.17 <sup>a</sup>	1.71±0.18 <sup>a</sup>
Índice Muscular o IM (%)	28.84 ± 3.99 <sup>a</sup>	29.31 ± 0.59 <sup>a</sup>	30.72±1.73 <sup>a</sup>	33.54±0.99 <sup>a</sup>

Medias con diferentes letras (a y b) son estadísticamente diferentes al 95 % (ANOVA y Tukey) Nivel significación  $p < 0,05$ .

Fuente: Elaboración propia

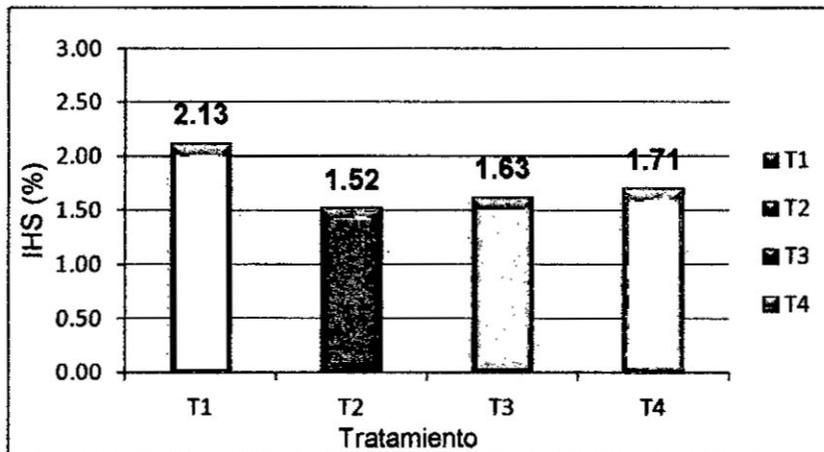
**GRAFICA N° 5.21**  
**VALORES PROMEDIOS DE ÍNDICES VISCEROSOMÁTICO**  
**(%) DE LOS ALEVINOS DE *O. niloticus* DE CADA**  
**TRATAMIENTO EN EL DÍA 60.**



Fuente: Elaboración propia.

Los valores de IHS obtenidos en el muestreo no presento diferencia significativa ( $p \geq 0,05$ ), sin embargo se observó que el valor de IHS fue ligeramente mayor T1 (2.13 %) en comparación a T3 y T4 (véase la Grafica N° 5.22).

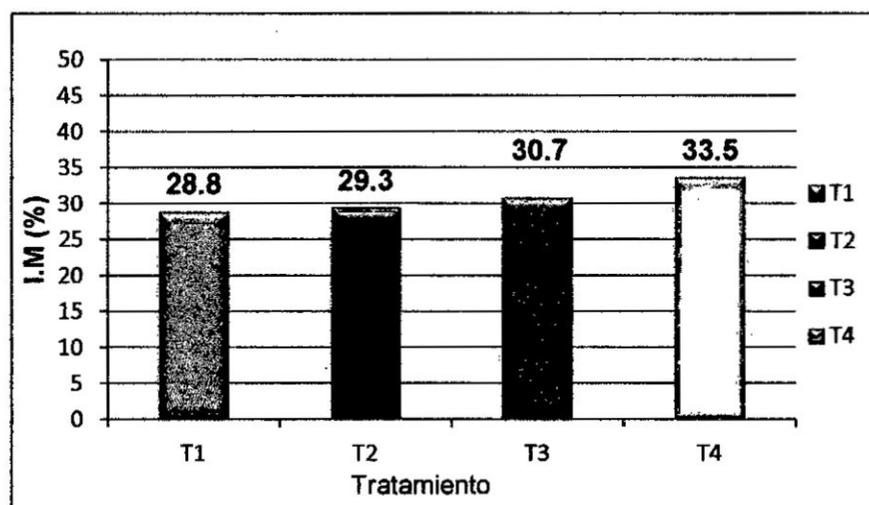
**GRAFICA N° 5.22**  
**VALORES PROMEDIOS DE LOS ÍNDICES HEPATOSOMÁTICO**  
**(%) DE LOS ALEVINOS DE *O. niloticus* DE CADA TRATAMIENTO**  
**EN EL DÍA 60.**



Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de varianza se demostró que no presenta diferencia significativa ( $p \geq 0,05$ ) entre los tratamientos. En los valores IM, T4 (33.54 %) fue mayor en comparación a los valores obtenidos en el T1 y T2 (28.8 y 29.3% respectivamente) (véase Grafica N°5.23).

**GRAFICA N° 5.23**  
**VALORES PROMEDIOS DE LOS ÍNDICES MUSCULARES (%) DE**  
**LOS ALEVINOS DE *O. niloticus* DE CADA TRATAMIENTO EN EL**  
**DÍA 60.**



Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.5 Evaluación de la resistencia al estrés por prueba de shock salino a alevinos de *O. niloticus*.

En la Tabla N°5.12 se encuentra los valores promedio de tiempo de recuperación de los tratamientos T1, T2 (11.35 min), T3 (10.70 min) y T4 (6.54 min). En la evaluación del análisis estadístico se reportó diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre T2 y T4, mientras que T4 no fue significativamente ( $p \geq 0,05$ ) a los

evaluados con los T1 y T3. Los resultados obtenidos en el análisis pueden estar influenciados al elevado (C.V) que se obtuvo en los tratamientos, con excepción el T4. En la Grafica N° 5.24 se observó que los peces del tratamiento T4 ( $6.54 \pm 1.27$ min) obtuvieron un tiempo de recuperación menor en comparación a los demás tratamientos.

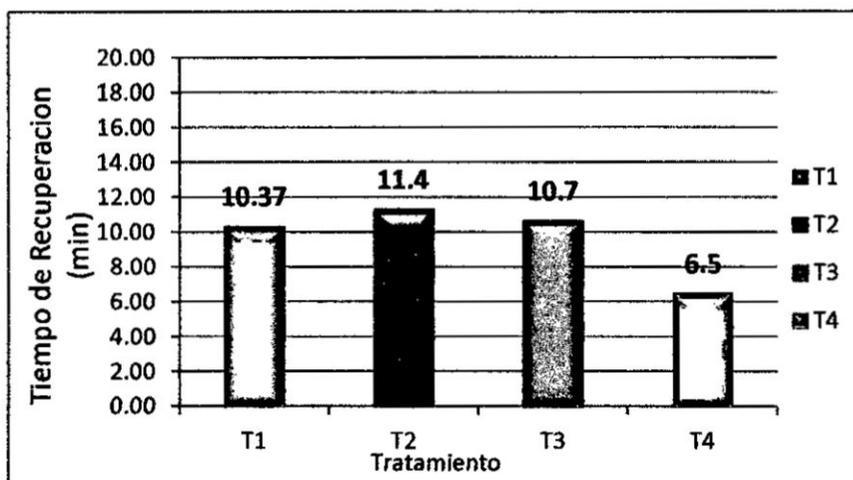
**TABLA N° 5.12**  
**VALORES PROMEDIOS DE LA EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE RECUPERACIÓN (min) EN ALEVINOS DE *O. niloticus* DE CADA TRATAMIENTO DE LA PRUEBA EXPERIMENTAL.**

Tratamiento	Tiempo de recuperación (min)	C.V (%)
T1 Purtilapia©	$10.37 \pm 3.70^{ab}$	36
T2 Aquatech©	$11.35 \pm 4.40^a$	39
T3 Aquaxcel©	$10.70 \pm 4.66^{ab}$	44
T4 Otohime©	$6.54 \pm 1.27^b$	19

Medias con diferentes letras (a y b) son estadísticamente diferentes al 95 % (ANOVA y Tukey) Nivel significación  $p < 0,05$ .

Fuente: Elaboración propia

**GRAFICA N° 5.24**  
**VALORES PROMEDIOS DEL TIEMPO DE RECUPERACIÓN EN**  
**LA PRUEBA DE SHOCK SALINO (75g/l) DE EJEMPLARES DE**  
***O. niloticus* DE CADA TRATAMIENTO EN EL DÍA 60.**



Fuente: Elaboración propia.

**5.3.6 Evaluación del análisis proximal del musculo de los alevinos de *O. niloticus*.**

En la Tabla N°5.13 se presenta los valores promedios de humedad, Ceniza, Proteína y Grasa total del musculo de pescado de los tratamientos. En los valores obtenidos de porcentaje de humedad no presentaron diferencia significativa ( $p \geq 0,05$ ) entre tratamientos.

En los valores reportados de proteína total se obtuvo mayor porcentajes en T4 y T3, no presentaron diferencia significativa ( $p < 0,05$ ). Por el contrario T2 y T1 con respecto a T4 si presentaron diferencia significativa ( $p < 0,05$ ). En los valores de grasa totales (%) se reportó mayor porcentaje de grasa en T1 y

el menor fue para T3 y T4. En el análisis de varianza se identificó que no existe diferencia significativa ( $p \geq 0,05$ ) entre T3 y T4, mientras que la diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) se dio entre los valores de T1, T2 y T4.

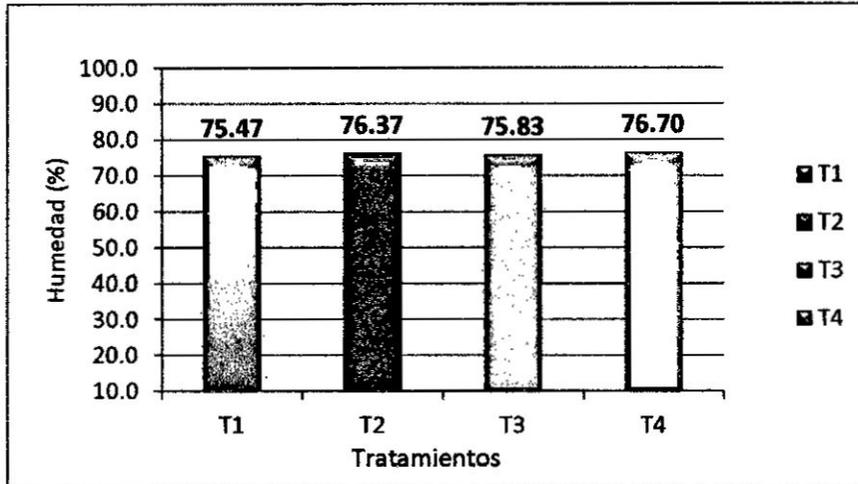
Por otro lado en la prueba de ceniza (%) se obtuvo como mayor valor T3 (6.07%) y menor T4 (5.37%), sin embargo en la Grafica N°5.25 no se observó diferencia con respecto a los valores de T1 (5.64%) y T2 (5.79%), mediante la prueba de análisis de varianza se determinó que no existía diferencia significativa ( $p \geq 0,05$ ) entre los tratamientos.

**TABLA N° 5.13**  
**VALORES PROMEDIOS DEL ANALISIS PROXIMAL DEL MUSCULO DE**  
**ALEVINOS DE *O. niloticus* DE CADA TRATAMIENTO EN EL DÍA 60.**

ANÁLISIS PROXIMAL	Tratamientos			
	T1 PURITILAPIA®	T2 AQUATECH®	T3 AQUAXCEL®	T4 OTOHIME®
<b>Humedad (%)</b> (muestra fresca)	75.47 ± 0.74 <sup>a</sup>	76.37 ± 1.21 <sup>a</sup>	75.83 ± 0.40 <sup>a</sup>	76.68 ± 0.00 <sup>a</sup>
<b>Ceniza (%)</b> (muestra seca)	5.64 ± 0.12 <sup>a</sup>	5.79 ± 0.02 <sup>b</sup>	6.07 ± 0.09 <sup>b</sup>	5.37 ± 0.09 <sup>c</sup>
<b>Proteína total (%)</b> (muestra seca)	65.76 ± 0.13 <sup>a</sup>	66.88 ± 0.06 <sup>ab</sup>	68.20 ± 0.62 <sup>bc</sup>	70.01 ± 1.46 <sup>c</sup>
<b>Grasa total (%)</b> (muestra seca)	6.66 ± 0.19 <sup>a</sup>	5.87 ± 0.33 <sup>b</sup>	3.88 ± 0.36 <sup>c</sup>	4.52 ± 0.19 <sup>c</sup>

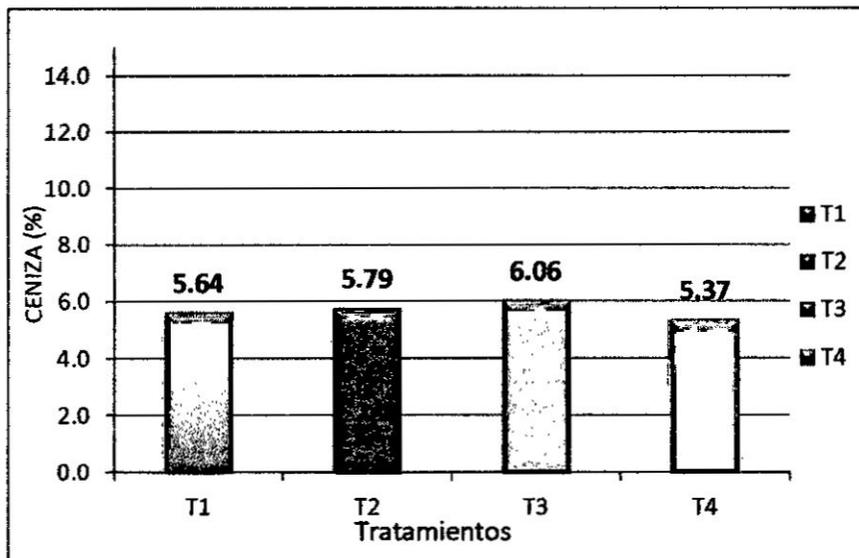
Medias con diferentes letras (a y b) son estadísticamente diferentes al 95 % (ANOVA y Tukey)  
 Nivel significación  $p < 0,05$ .  
 Fuente: Elaboración propia

**GRAFICA N° 5.25**  
**VALORES PROMEDIOS DE PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)**  
**EN MUSCULO DE *O. niloticus* DE CADA TRATAMIENTO**  
**FINALIZADO LA PRUEBA EXPERIMENTAL.**



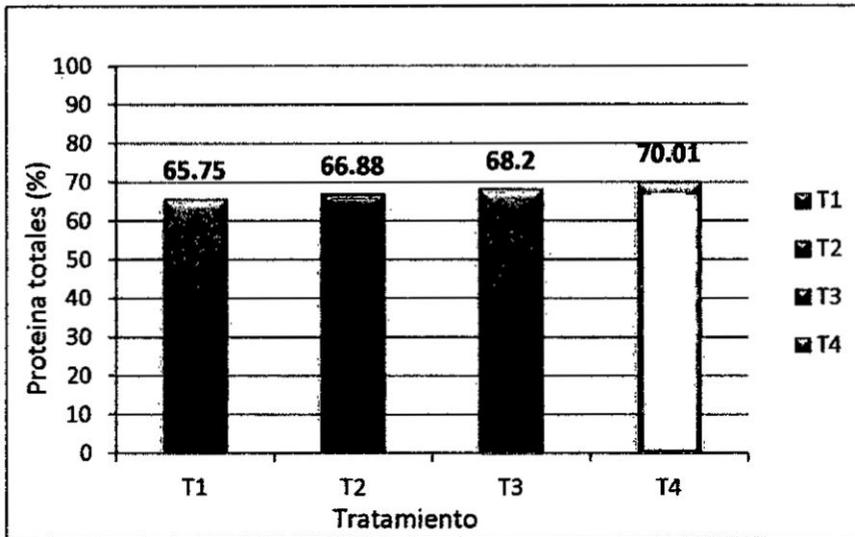
Fuente: Elaboración propia.

**GRAFICA N° 5.26**  
**VALORES PROMEDIOS DEL PORCENTAJE DE CENIZA EN**  
**MUSCULO LIOFILIZADO (SECO) DE *O. niloticus* DE CADA**  
**TRATAMIENTO FINALIZADO LA PRUEBA EXPERIMENTAL.**



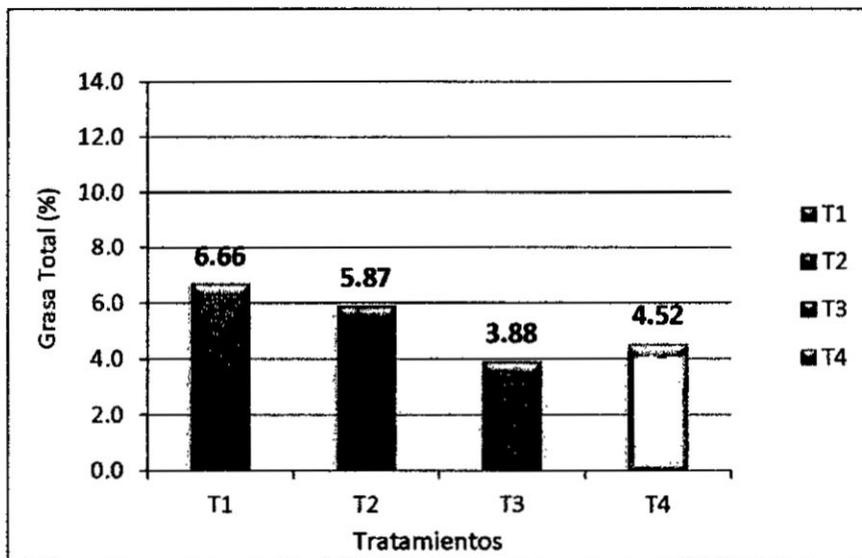
Fuente: Elaboración propia.

**GRAFICA N° 5.27**  
**VALORES PROMEDIOS DE PROTEÍNA DE TOTALES (%) EN**  
**MUSCULO LIOFILIZADO DE *O. niloticus* DE CADA**  
**TRATAMIENTO FINALIZADO LA PRUEBA EXPERIMENTAL.**



Fuente: Elaboración propia.

**GRAFICA N° 5.28**  
**VALORES PROMEDIOS DE GRASA TOTAL (%) EN MUSCULO**  
**LIOFILIZADO DE *O. niloticus* DE CADA TRATAMIENTO**  
**FINALIZANDO LA PRUEBA EXPERIMENTAL.**



Fuente: Elaboración propia.

## CAPITULO VI

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 6.1. Crecimiento de los alevinos de Tilapia de Nilótica (*O. niloticus*).

Los altos valores de crecimiento en peso, longitud, TCA y TCE se alcanzó en los alevinos alimentados con Otohime® y Aquaxcel®; mientras que, en los alimentados con Puritilapia® se registró bajos valores de crecimiento durante la prueba experimental en laboratorio. La diferencia de crecimiento de los alevinos de *O. niloticus* alimentados con dietas comerciales también fue reportado por Poot *et al.* (2009), que al emplear Purina® en la dieta de alevinos (1.15g) se observó valores de peso y TCA por debajo del alimento Premium Campi® realizado en el campo (condiciones no controladas). Algunos autores tales como Cabrera., *et al* (2001) relacionaron el óptimo crecimiento de alevinos de *O. niloticus* con rangos óptimos de proteína entre 30-50 % en la dieta. Así mismo Abdel-Tawwab *et al.* (2010), encontraron respuesta parecida en los alevinos de Tilapia de Nilo alimentados con 45% de proteína, que presentaron un óptimo crecimiento en peso, longitud y TCE en comparación a 35% de proteína en la dieta.

Por el contrario Jover *et al.* (1998) encontraron que los piensos con 30% de proteína y 48% de carbohidrato en la dieta, alcanzaron mejores resultados en peso y TCE de alevinos de 6.6g en comparación a la dieta con 40% de proteínas y 36% de carbohidrato,

también señala que se puede permitir la inclusión de mayor contenido de carbohidrato en el alimento. Sin embargo, el efecto de los niveles de carbohidrato en el crecimiento fue analizado por Ighwela *et al.* (2015), encontraron que los alevinos de tilapia *Nilotica* ( $2,1 \pm 0,2$  g) alimentados con 35% de carbohidrato en la dieta obtenía un rendimiento significativamente mayor en el crecimiento. Este hallazgo indicó que la incorporación de maltosa en la dieta de pescado se había utilizado de manera eficiente para la Tilapia y contribuyeron a su masa corporal.

Mientras tanto el factor de condición (K) en la prueba experimental no presento diferencia significativa entre los tratamientos (1.87, 1.90, 1.83 y 1.84), sin embargo los valores de K fueron superiores a 1. Un K mayor 1.0 sugiere una buena condición de salud de los peces e indica un crecimiento isométrico, que es deseable en peces de agricultura (Ayode A.A., 2011); en el caso del cultivo de *O. niloticus* los acuicultores manejan rangos óptimos de K entre 1.6-2.0. Por otro lado Ighwela *et. al.* (2011) atribuye al coeficiente de condición como una práctica estándar en pesquería que se emplea como indicador de la variabilidad atribuible al coeficiente de crecimiento. Por lo cual la condición d la especie se determina en base al análisis de los datos de peso y longitud que refleja que el pez mas pesado a una longitud de entrega está en mejor estado, por lo que indica una condición favorable (Bolger y Connolly 1989). Sin embargo en

algunas evaluaciones el efecto del porcentaje de maltosa (Ighwela et al. 2012) y proteína (Abdel-Tawwab et al. 2012) de las dietas no afectaron en el factor de condición pero si registraron un óptimo crecimiento con determinada dieta, pero fueron considerados en buena condición de salud ( $K > 1.0$ ). En otra evaluación del efecto de dietas comerciales (ARDECFEED, RAANAN y COPPENS) en alevinos de *O. niloticus* los valores de factor de condición indicaron crecimiento isométrico. Por lo tanto, concluyeron que estaban en buenas condiciones y sanos, además que las dietas serán adecuadas para la producción (Anani y Nunoo, 2016).

## **6.2. Conversión alimentaria de los alevinos de Tilapia de Nilo (*O. niloticus*).**

La evaluación de Conversión Alimentaria (CA) es un indicador necesario para la eficiencia nutritiva. En el presente trabajo se reportan valores de CA óptimos para los alevinos alimentados con Otohime® y Aquaxcel® (0.79 y 0.86 respectivamente), contrario a los alimentados con Puritilapia (1.57). Poot et al. (2009) reportaron respuestas similares en la alimentación con Purina®, en el cual se observó valor promedio menor en comparación a los demás tratamientos (Campi® y Clayton®), por tanto concluye que el organismo responde a un crecimiento más rápido siempre, cuando el alimento balanceado reúna los requerimientos nutricionales de los peces.

Mientras en la prueba realizada por Abdel-Tawwab M. (2012) observo que el alimento óptimo en conversión alimentaria está relacionado al aumento del porcentaje de la proteína, por más que aumento la densidad obtuvo valores óptimos con el aumento de proteína.

### **6.3. Supervivencia (%) de los alevinos de Tilapia de Nilo (*O. niloticus*).**

El mayor porcentaje de supervivencia de los ejemplares de Tilapia Nilotica se obtuvo con Aquaxcel® y Otohime® (93.3 y 88.33% respectivamente), por el contrario se reportó baja supervivencia en los alevinos alimentados con Puritilapia® (58.3%). Similar respuesta se reportó por Poot *et al.* (2009) que obtuvo valores de supervivencia ligeramente menores en los alevinos alimentados con Purina® (dieta comercial). Similar respuesta se encontró en la evaluación Abdel-Tawwab *et al.* (2010), en donde el porcentaje de supervivencia fue ligeramente en alevinos I (0.4-0.5g) alimentados con la dieta de 25% proteína en comparación a las dietas con 45% de proteína. Posteriormente Abdel-Tawwab M. (2012) realizó un trabajo similar con diferentes niveles de proteína y le adiciono la variable de densidades de carga (D1=150 y D2=300 peces/m<sup>3</sup>). Por lo contrario Ighwela *et al.* (2015) reporto que, la supervivencia de los alevinos alimentados con diferentes niveles de carbohidrato (0, 20, 25, 30 y 35%) no presentaron diferencia entre tratamientos. Similar respuesta obtuvo Belal *et al.* (2015) en el valor de supervivencia de alevinos de

Tilapia de Nilotica alimentados a diferentes niveles de Fibra (0, 100, 200 y 300g/kg).

#### **6.4. Índices corporales de los alevinos de Tilapia de Nilo (*O. niloticus*).**

Ighwela *et al.* (2014) determinaron que los índices Viscerosomático y Hepatosomático son herramientas fundamentales para evaluar el valor de los alimentos, muchos alimentos con la finalidad de reducir precios en insumo adicionan carbohidrato como fuente principal de energía, el exceso podría afectar al hígado acumulándose como glucógeno y derivándolo a grasa.

En este trabajo se observó que los valores de IVS de los de peces alimentados con Otohime® fue bajo en tanto que los valores de IHS no presentaron diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo se observó un peso ligeramente mayor del hígado en los alevinos alimentados con Puritilapia® así como en los valores de IVS. Jover *et al.* (1998) encontró que el valor de IHS disminuyó en cuanto aumentó la concentración de proteína y se disminuyó el carbohidrato en la dieta suministrado a los alevinos (12.2g) de Tilapia Nilotica. Ighwela *et al.* (2014) identificaron también la relación entre el aumento de los valores de IHS con el aumento de la maltosa (carbohidrato) sin embargo no presento diferencia en los valores de IVS. Al final de la prueba concluyeron que el aumento del IHS está relacionado con el aumento de la maltosa, por el contrario. Esta conclusión fueron corroborada por Ahmad M *et al.* (2012),

observaron el aumento de los IVS y IHS con el aumento en el nivel de carbohidratos en la dieta. Amoah et al. (2008), también observaron que el tamaño del hígado del *Micropterus salmoides* se incrementó con carbohidratos alcanzaron valores inferiores al 20% de la dieta.

La capacidad de sintetizar lípidos a partir de los carbohidratos no utilizados directamente como fuente de energía y almacenarlo en el hígado, se ha observado también al incrementar el contenido de lípidos en la dieta (El Sayed y Garling, 1988). Los resultados del presente hallazgo son similares a los de Lee et al. , Nandeeshya et al. (2002) y Kumar et al. (2010) informaron que el más bajos de VSI y el HSI en *C. carpio* alimentados con más altas concentraciones de proteína cruda y bajas en carbohidratos. Triana et al. (2013) evaluaron el uso de concentraciones de Aceite pescado (A.P) y aceite de soya (AS), al final concluyeron que la tilapia híbrida emplea eficientemente el AS (ácido linoleico), por el contrario AP (DHA y EPA), además de aumentar la presentación del Hígado graso. Por el contrario Sales y Glencross, (2011) describen la relación entre las fuentes de lípidos, los perfiles de ácidos grasos y la relación con la presentación de alteraciones hepáticas son escasos en peces de agua dulce y nula en tilapias.

### **6.5. La resistencia al estrés de cada alimento comercial de los alevinos de Tilapia de Nilo (*O. niloticus*).**

Los alevinos alimentados con Otohime® (6.54min) obtuvieron un menor tiempo de recuperación en comparación a los valores obtenidos en los alevinos alimentados con los otros tratamientos. Likongewe et al. (1996) observaron que los ejemplares de tilapia alimentados con 45% de proteína presentaron cierto retraso de crecimiento debido a las condiciones de salinidad ( $12\text{g/l}^{-1}$ ) y temperatura ( $24^{\circ}\text{C}$ ) en el cual indica que cierta cantidad de energía fue derivada a la osmorregulación en el tiempo de exposición, además los peces expuestos a  $32^{\circ}\text{C}$  y  $16\text{g/l}^{-1}$  salinidad presentaron lesiones corporales.

En una evaluación realizada por Abdel-tawwab (2012) encontró que los peces alimentados con dietas de 45% de proteína pudieron hacer frente al estrés inducido, para esta prueba empleo como factor de estrés: el cultivo de altas densidades en alevinos de *O. niloticus*. Por otro lado Hassan et al. (2013) Concluyo que el alimento es importante para obtener altos valores energéticos que le permitan al pez responder al agente estresor, ya que encontró que los alevinos de tilapia obtuvieron menor nivel de glucosa expuestos a bajas temperaturas y en ambientes isotónicos ( $12\text{g/L}$ ) al mismo tiempo. Similar determino Wang et al. (2004), como fuente de energía a los carbohidratos para la osmorregulación en los camarones. Esto se da

mediante mayores requerimientos dietéticos de carbohidratos en camarones expuestos a bajas salinidades. Estas reservas pueden usarse como una piscina de energía para la bomba  $\text{Na}^+ / \text{K}^+ - \text{ATPasa}$ .

Similar relación entre componente y tolerancia al estrés fue mencionado por Bourre (2006) relaciono el efecto de los ácidos grasos y otros lípidos en la salud de los peces tal como la osmorregularidad, la fluidez de la membrana (adaptación térmica) y la respuesta inmune. Por tanto Hassan et al. (2013) observo que el alimento es importante para obtener altos valores energéticos que le permitan al pez responder al agente estresor.

Sin embargo Palacios y Racotta (2007) menciono que las pruebas de estrés deben ser estandarizar, ya que reflejan diferentes mecanismos de adaptación cuando se miden en diferentes momentos o condiciones. La prueba de estrés salina no sólo se asocia con la capacidad de osmorregulación sino que también refleja una condición fisiológica más general del organismo para tolerar condiciones ambientales adversas (baja salinidad u otras).

Por cual, las dietas suministradas, entre otros factores (ambientales y manejo), tienen fuertes efectos sobre la tolerancia al estrés y la salud, y por lo tanto, para un crecimiento adecuado y resistencia a estrés y problemas de enfermedades, los peces deben ser alimentados cantidades adecuadas de dietas que cumplen con todos

sus requerimientos de nutrientes (Trichet 2010, mencionado en Oliva-tales A., 2012). Entonces Oliva-tales A., (2012) menciona que las deficiencias, desequilibrio o exceso de nutrientes en las dietas pueden afectar el crecimiento y la alimentación eficiencia pero también aumenta la susceptibilidad a la enfermedad e induce la aparición de signos de deficiencia, incluyendo el comportamiento alterado y patológico cambios.

#### **6.6. El análisis proximal de musculo liofilizado de alevinos de Tilapia de Nilo (*O. niloticus*).**

En el análisis del musculo de los ejemplares de Tilapia Nilotica alimentados con Otohime® reportaron mayor contenido de proteína y menor porcentaje en grasa, en cuanto al porcentaje de humedad alcanzo un valor mayor y menor en concentración de ceniza. Mientras que los alimentados con Puritilapia® alcanzaron menor valor de proteína y mayor contenido de grasa en el musculo de pescado. La relación entre proteína y grasa en el musculo coincide en lo reportado por Jover *et al.* (1998), quienes concluyeron que el aumento de grasa corporal estaba relacionado con el aumento del carbohidrato y la disminución de proteína en la dieta, por la capacidad de sintetizar lípidos a partir de carbohidratos no utilizados directamente como fuente de energía. Similar respuesta encontraron Abdel-Tawwab *et al.* (2010), en relación al aumento de proteína en la

dieta y su concentración mayor de proteína y disminución de grasa en el análisis del musculo.

Por su parte Ahmad et al. (2012) reporto respuesta similar, en donde el contenido de lípidos de la carcasa disminuyó significativamente ( $P < 0.05$ ) con el aumento en nivel de carbohidratos en la dieta. Por tanto la proteína, lípidos y carbohidrato en la dieta están relacionados con la composición de carcasa y a su vez afecta el crecimiento por ser fuentes de energía. Esta energía metabolizable incorporada, del total la que no se disipa en calor, es retenida dentro del cuerpo en forma de nuevos elementos tisulares. Mientras que Martino *et al.* (2002) menciona que los lípidos como fuente de energía de bajo costo y alto nivel energético y también mejoran la conversión alimenticia

## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES

- Se concluyó que:
  - ✓ Los alevinos alimentados con OTOHIME® y AQUAXCEL® mostraron un mayor crecimiento, supervivencia y bajos valores de conversión alimentaria con respecto a los alimentados con PURITILAPIA® y AQUATECH®.
  - ✓ Los alevinos alimentados con OTOHIME® y Aquaxcel® presentaron bajos valores de Índice Viscerosomático (IVS), en tanto que el Índice Hepatosomático (IHS) de los alevinos tratados con OTOHIME® obtuvieron valores ligeramente menores con respecto a las otras dietas.
  - ✓ Los indicadores de Factor de condición y el Índice Muscular en la prueba experimental no mostraron cambios con respecto al efecto de los alimentos balanceados en los ejemplares de Tilapia Nilotica.
  - ✓ Los alevinos alimentados con OTOHIME® mostraron un tiempo de recuperación menor al estrés halino con respecto a los alimentados con AQUAXCEL®, PURITILAPIA® y AQUATECH®.
  - ✓ Los alevinos alimentados con OTOHIME® y AQUAXCEL® mostraron los altos valores en proteína y a su vez bajos en grasa total en el musculo, en tanto que los valores en

cenizas fueron menores sólo en los alevines con el tratamiento de OTOHIME®.

- ✓ Como conclusión general se puede afirmar que bajo las condiciones experimentales del presente trabajo los mejores resultados se obtuvieron en los alevinos alimentados con OTOHIME® y AQUAXCEL®.

## **CAPITULO VIII**

### **RECOMENDACIONES**

Se recomienda:

- Replicar el presente trabajo en campo con la finalidad que permita observar el crecimiento, conversión alimentaria, índice corporal, tiempo de recuperación en las dietas en factores ambientales. Donde el cultivo está expuesto a otros factores de tipo ambiental, manejo y calidad de agua, además de la producción primaria.
- Realizar la prueba de estrés a nivel hematológico para medir la calidad nutricional de los alevinos alimentados con las dietas comerciales.
- Realizar protocolos de alimentación para Tilapia, que facilite la información del adecuado manejo alimentario de la especie para acuicultores.

## CAPITULO IX

### REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Abdel-tawwab, M.; Ahmad, M.H.; Khattab Y. yShalaby A. 2010. Effect of dietary protein level, initial body weight and their interaction on the growth, feed utilization and physiological alterations on Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Aquaculture: web.elsevier, Egypt, v.298, 267-274p.
- Abdel-tawwab, M. 2012. Effect of dietary protein levels and rearing density on growth performance and stress response of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Journal International Aquatic Research, Egypt, v.4, n.3, 13p.
- Ahmad M, Qureshi TA, Singh AB, 2012. Effect of dietary protein, lipid and carbohydrate contents on the viscera composition and organ Indices of *Cyprinus carpio communis* fingerlings. African Journal of Biotechnology; 11(33):8361-8366.
- Ahmad M., Qureshi T. A., Singh A. B., Manohar S., Borana K y Rouf S., 2012. Effect of dietary protein, lipid and carbohydrate contents on the growth, feed efficiency and carcass composition of *Cyprinus carpio communis* fingerlings.. International Journal of Fisheries and Aquaculture Vol. 4(3), pp. 30-40.
- Amoah A, Coyle SD, Webster CD, Durborow RM, Bright LA, Tidwell JH. 2008; Effects of graded levels of carbohydrates on

growth and survival of largemouth bass, *Micropterus salmoides*.  
Journal of the World Aquaculture Society 39:397-405.

- Anderson, J., Jackson, A.J., Matty, A.J. and Capper, B.S. (1984) Effects of dietary carbohydrate and fibre on the tilapia *Oreochromis niloticus* (Linn.). *Aquaculture* 37, 303–314.
- Anani F. A. y Nunoo F.K.E., 2016. Length-weight relationship and condition factor of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* fed farm-made and commercial tilapia diet. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 2016; 4(5): 647-650
- AOAC (1995). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 16th edition, Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC, USA. pp. 1234-1565.
- Auro de Ocampo A. y Ocampo L., Diagnostico del estrés en peces. Departamento de Especies Productivas Tradicionales: Peces, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. 30(4).
- Arts M. T. and Kohler C. C., 2008. Lipids in Aquatic Ecosystems: Chapter 10 Health and condition in Fish: The Influence of Lipids on Membrane Competency and Immune Response. Editorial Springer. New York-EEUU. 237-255p.
- Ashley, P.J. (2007). Fish welfare: Current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science* 104, 199-235.

- Ayode, A.A., 2011. Length -Weight Relationship and Diet of African Carp *Labeo ogunensis* (Boulenger., 1910) in Asejire Lake Southwestern Nigeria. *J. 27(1): 3-9. Fisheries and Aquatic Sci., pp: 1816-4927.*
- Barandica C. L., 2010. Efectos de las dietas experimentales en la respuesta inmune de los peces. tesis doctoral de la Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona-España. 128pp.
- Belal, I.E.H. (1999) Replacing dietary corn with bar ley seeds in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), feed. *Aquaculture Research* 30, 265–269.
- Belal IEH, El-Tarabily KA, Kassab AA, El-Sayed AFM, Rasheed NM 2015. Evaluation of Date Fiber as Feed Ingredient for Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* Fingerlings. *Journal Aquac. Res. Development*, vol.6 n.3. 320.
- Barton, B. A. and G. K. Iwama. 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Ann. Rev. Fish Dis.* 1:3–26.
- Barton, B. A. 1997. Stress in finfish: Past, present and future—ahistorical perspective. In G. K. Iwama, A. D. Pickering, J. P. Sumpter, and C. B. Schreck (eds.), *Fish stress and health in aquaculture*, pp. 1–33. *Soc. Exp. Biol. Sem. Ser. 62*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K.

- Barton, B. A. and G. K. Iwama. 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Ann. Rev. Fish Dis.* 1:3–26.
- Barton B., 2002. Stress in Fish: A Diversity of responses with Particular Reference to Changes in Circulating Corticosteroids. *Integ. And Comp. Biol.*, 42:517-525.
- Bourre J.M., 2006. Effect of nutrients (in food) on the structure and function of the nervous system: update on dietary requirements for brain Part: 2. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*©. Vol10 (5).
- Baltazar P. M. y Palomino R. A., 2004, Manual de cultivo de Tilapia. Sub-Proyecto: Programa de Transferencia de tecnología en acuicultura para pescadores artesanales y comunidades campesinas. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero-FONDEPES. Lima-Perú. 111p.
- Baltazar P. M. 2007, La tilapia en el Perú: acuicultura, mercado y perspectivas. *Rev. Perú Biología*. Lima-Perú, v.13, n. 3, 267-273p.
- Baltazar P. M., Palacios A. L. y Mina L.V., 2014, Producción, comercialización y perspectivas de desarrollo de la acuicultura peruana. *Rev. Universidad Científica del Sur*. Lima-Perú. v. 11, n 2, 118-133p.
- Bureau D. P. 2013. Nutrient requirement: elusive concept. *Rev. International Aqua feed* v.16 issue 3, 6p.

- Cabrera, T., Jay, D. y Alceste, C. (2001) Actualización del Cultivo de Tilapia en el mundo. VI Congreso Ecuatoriano de Acuicultura y V Congreso Latinoamericano de Acuicultura. Ecuador: 28 pp.
- Castillo C.L 2003, Modelo de Desarrollo del Cultivo de Tilapia en América Latina: Perspectiva. 1er Foro Internacional de Acuicultura un encuentro con el mercado, Guadalajara (México). 39-92pp.
- Jover C. M., Pérez I.L y Fernández C.J 1998. Crecimiento de Tilapias (*Oreochromis niloticus*, L). Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica. Valencia-España.11-20p.
- Charoendat U., Areechon N., Srisapoome P. and Chantasart D., 2009.Effecacy of Synthetic Eugenol AS an Anesthetic for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn.). Kasetsart J. (Nat. Sci.).Bangkok-Thailand. vol. 43. 132-140p.
- Chen Q., Zhao H., Huang Y., Cao J., Wang G., Sun Y. y Li Y., 2016. Effects of dietary arginine levels on growth performance, body composition, serum biochemical indices and resistance ability against ammonia-nitrogen stress in juvenile yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). Science Direct Animal Nutrition. Vol. 2, Issue 3. 204-210.
- Chrousos, G. P. 2009. Stress and disorders of the stress system. Nature Review Endocrinology. Vol. 5. 374-381pp.

- Coyle S., Durborow R. and Tidwell J., 2004. Anesthetics in Aquaculture. Southern Regional Aquaculture Center. Publication N°3900.Kentucky-EEUU. 6p.
- Delgado V.F, Gallardo C.A, Cuevas P.L y García U.M 2009, Crecimiento compensatorio en tilapia *Oreochromis niloticus* posterior a su alimentación con harina de plátano, Avances en Investigación Agropecuaria. Oxaca- México, v.13, n. 2. 55-70p.
- Eldho NV, Feller SE, Tristram-Nagle S, Polozov IV, Gawrisch K. Polyunsaturated docosahexaenoic vs docosapentaenoic acid-differences in lipid matrix properties from the loss of one double bond. J Am Chem Soc. 2003;125 (21):6409–6421.
- El-Sayed A.-F. M. and S. Teshima. 1991. Tilapia nutrition in aquaculture. Reviews in Aquatic Sciences 5: 247-265.
- EL-Sayed, A.-F. M. and D.L., Jr. Garling. 1988. Carbohydrate-to-lipid ratios in diets for *Tilapia zillii* fingerlings. Aquaculture, 73: 157-163.
- El-Sayed, A.-F.M., Moyano, F.J. and Martinez, I. (2000) Assessment of the effect of plant inhibitors on digestive protease of Nile tilapia using in vitro assays. Aquaculture International 8, 403–415.
- El-Sayed, A.-F.M., Mansour, C.R. and Ezzat, A.A. (2003) Effects of dietary protein levels on spawning performance of Nile tilapia

(*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. *Aquaculture* 220, 619–632.

- El-Sayed, A.-F. M. 2004. Protein nutrition of farmed tilapia: searching for unconventional sources. Pages 364-378 in R. Bolivar, G. Mair, and K. Fitzsimmons, eds. Sixth International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Manila, Philippines.
- El-Sayed, A.-F. M. 2006. *Tilapia Culture*. CABI publishing, CABI International Willingford, Oxfordshire, United Kingdom.
- El-Khaldi T.F, 2010. Effect of different stress factors on some physiological parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Saudi Journal of Biological Science*.vol.17, 241-246
- Fagbenro, O.A. (1994) Dried fermented fish silage in diets for *Oreochromis niloticus*. *Israeli Journal of Aquaculture/Bamidgeh* 46, 140–147.
- Fagbenro, O.A., Jauncey, K. and Haylor, G. (1994) Nutritive value of diets containing dried lactic acid-fermented fish silage and soybean meal for juvenile *Oreochromis niloticus* and *Clarias gariepinus*. *Aquatic Living Resources* 7, 79–85.
- Gutierrez F. W., Quispe M. y Valenzuela L., 2014, Efecto ahorrativo de la proteína usando niveles altos de energía y obtención de la relación óptima energía digestible en dietas para el crecimiento de *Oreochromis niloticus* (L). Facultad de Ciencias Biológicas. *Rev. Perú biol. Lima-Perú*. vol 20 n.3, 227-232p.

- Hurtado T. N., 2015. Situación actual y perspectivas del cultivo de Tilapia en el Perú ppt. Colegio de Ingenieros del Perú-CIP. Lima-Perú.
- Hassan B., El-Salhia M., Khalifa A., Assem H., Al Basomy A., El-Sayed M. 2013. Environmental isotonicity improves cold tolerance of Nile TILAPIA, *Oreochromis niloticus*, in Egypt. Egyptian Journal of Aquatic Research. 39, 59-65.
- Hussain, M.G. 2004. Farming of Tilapia (1° Ed.) Bangladesh: Habiba Akter Hussain, 149pp.
- Ighwela K., Ahmad A. B. and Abol-Munafi A.B, 2011. Condition Factor as an Indicator of Growth and Feeding Intensity of Nile Tilapia Fingerlings (*Oreochromis niloticus*) Feed on Different Levels of Maltose. American-Eurasian Journal. Agric. & Environ. Sci., vol. 11 n.4 559-563p. World Journal of Fish and Marine Sciences. vol 4 n 4: 376-381p.
- Ighwela K., Ahmad A. B. and Abol-Munafi A.B, 2012. Haematological Changes in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fed with Varying Dietary Maltose Levels. World Journal of Fish and Marine Sciences. vol. 4, n 4: 376-381p.
- Ighwela K., Ahmad A. B. and Abol-Munafi A.B, 2014. The selection of Viscerosomático and Hepatosomático indices for the measurement and analysis of *Oreochromis niloticus* condition fed

with varying dietary maltose levels. *International Journal of Fauna and Biological Studies*. 1(3): 18-20.

- Ighwela K., Ahmad A. B. and Abol-Munafi A.B, 2015. Effect of dietary Maltose on growth and feed Utilization of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fingerlings. *Research Journal of Recent Sciences*. Vol. 3(IVC-2015), 1-5p.
- Iwama, G. K., A. D. Pickering, J. P. Sumpter, and C. B. Schreck. (ed.) 1997. *Fish stress and health in aquaculture*. Soc. Exp. Biol. Sem. Ser. 62. Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K.
- Iwama, G. K., P. T. Thomas, R. B. Forsyth, and M. M. Vijayan. 1998. Heat shock protein expression in fish. *Rev. Fish Biol. Fish.* 8:35–56.
- Izquierdo M.S. and Robaina L., 2006. Nutritional requirements for fish larvae: protein, amino acids, phospholipids, and vitamins. En: *Proceeding workshop international Produccion de larvas de peces*. Centro de Genómica Nutricional Agroacuicola-Gobierno De Chile (FONDEF). Temuco-Chile, 173-181p.
- Jauncey, K, and Ross, B. 1982. *A Guide to Tilapia Feeds and Feeding*. University of Stirling, Scotland. 111 pp.
- Joydeb P. y Qiaona Y. 2012, Krill meal as attractant in plant-based diets for Nile tilapia, Master Thesis, Norwegian University of Life Science.

- Kumar V, Makkar HPS, Becker K. 2010; Dietary inclusion of detoxified *Jatropha curcas* meal. Effects on growth performance and metabolic efficiency of common carp, *Cyprinus carpio*. *Journal of Fish Physiology and Biochemistry* 98(4):1159-1170.
- Lee SM, Jeon IG, Lee JY (2002). Effects of digestible protein and lipid levels in practical diets on growth, protein utilization and body composition of juvenile rockfish, *Sebastes schlegeli*. *J. Aquacult.* 211: 227-239.
- Lee, S.M.; Lee, J.H.; Kim, K.D. Effect of dietary essential fatty acids on growth, body composition and blood chemistry of juvenile starry flounder (*Platichthys stellatus*). *Aquaculture*. Amsterdam, v.225, p.269-281, 2003.
- Lin, J.H. and Shiau, S.-Y. (1995) Hepatic enzyme adaptation to different dietary carbohydrates in juvenile tilapia *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis aureus*. *Fish Physiology and Biochemistry* 14, 165–170.pp
- Likongwe Jeremy S., Stecko Timothy D., Stauffer Jay R., Jr. Robert F. Carline. 1996. Combined effect of water temperature and salinity on growth and feed utilization of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus*.
- Luz R. K., Perez P. R., Leite A. I., Heringer A. S., Melillo R. F., Maldonado E. T. and Teixeira E. 2012, Performance and stress

resistance of Nile tilapias fed different crude protein level. Rev. Brasileira de Zootecnia, Brazil, v.41, n.2, 457-461p.

- Macniven, A. M., and Little, D. C. 2001. Development and Evaluation of a Stress Challenge Testing Methodology for Assessment of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linn.) Fry Quality. *Aquaculture Research*, 32(9): 671-679
- Maule A. G., Tripp, R. A., Kaattari, S. L. and Scherck, C. B. (1989) Stress alters immune function and disease resistance in Chinook salmon (*O. tsawytscha*). *J Endocrino.* 120, 135-142.
- Fuente: Mariluz A. F., 2013. "Evaluación de levadura y bacteria ácido láctica en el crecimiento y supervivencia de Alevinos de Tilapia (*Oreochromis sp.*). Tesis de Maestría Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).
- Martino, C.R.; CYRINO, J.E.P.; PORTZ, L. et al. Effect of dietary lipid level on nutritional performance of surubim (*Pseudoplatistoma corruscans*). *Aquaculture*, v.209, p.209-218, 2002.
- Mendoza, D. 2011. Informe: Panorama de la acuicultura mundial, América latina y el Caribe y en el Perú. Dirección general de acuicultura del despacho viceministerial de pesquería-Ministerio de la Producción. Lima-Perú. 66pp.
- Mendoza, D. 2013. Informe: Situación del Extensionismo Acuícola en el Perú, Dirección de Extracción y Producción Pesquera para

Consumo Humano Directo, Dirección de Acuicultura, Ministerio de la Producción. Lima-Perú. 14pp.

- Morales, D. A., A. Castañeda C., C. De la Paz O., H. H. Olmedo S., J. R. Galván U., J. M. Montoya M., M. Pérez Galicia R. y P. Cabañas L., 1988. Manual técnico para el cultivo de la tilapia en los Centros Acuícolas de la Secretaría de Pesca. Secretaría de Pesca, México, 202 pp.
- Mommsen, T. P., M. M. Vijayan, and T. W. Moon. 1999. Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. *Rev. Fish Biol. Fish.* 9:211–268.
- Nwanna, L.C. and Daramola, J.A. 2000. Harnessing of shrimp head waste in Nigeria for low cost production of tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). In: K. Fitzsimmons and J.C. Filho (eds.). *Tilapia aquaculture in the 21st Century*. Proc. from the 5th Intl. Symp. on Tilapia in Aquaculture. Rio de Janeiro, Brasil, 3-7 September 2000. pp. 174-178.
- Nandeesha MC, Gangadhara B, Varghese TJ, Keshavanath P. 2002; Growth response and flesh quality of common carp, *Cyprinus carpio* fed with high levels of earthworm meal. *Journal Asian Fish Science* 15(3):235-239.
- Nandlal, S. y Peckering, T. 2004. *Tilapia fish farming in Pacific Island countries*. Vol 1-2, Tilapia Hatchery. Noumea, Nueva Caledonia: secretaria de la comunidad del pacifico (SPC).

- Ng, Wing-Keong, y Romano, N. 2012, A review of the nutrition and feeding management of farmed tilapia throughout the culture cycle. Malaysia, v.5, 220-254p.
- Ochieng B. A., Oyieng P., Odero J. R. y Nyandago E. W., 2014. Effect of stocking density on the expression of glucose transporter protein 1 and other physiological factors in the Lake Victoria Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). Maseno, Kenya- Maseno University Int Aquat Res . Vol. 6:69
- Oliva-ales A., 2012. Nutrition and health of Aquaculture fish. Departamento de Biología, Facultad de ciencias- Universidad de Porto, Portugal y CIBNOR. Journal of fish Diseases ed. 35. 83-108
- Palacios E. y Racotta I. S., 2007. Salinity stress test and its relation to future performance and different physiological responses in shrimp post larvae. Centro de Investigaciones Biologicas del Noroeste (CIBNOR). Rev. Aquaculture 268. 123-135.
- Poot C, Salazar N.R. y Hernández H.M. 2009. Evaluación de dietas comerciales sobre el crecimiento de Tilapia (*Oreochromis niloticus*), etapa crianza. 2do Congreso Internacional de Investigación, CIPITECH09. Chihuahua-México.
- Pouomogne, V., Gabriel, T. and Pouemegne, J.-B. (1997) A preliminary evaluation of cocoa husks in practical diets for juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 156, 215–223.

- Pickering, A. D. (ed.), 1981. Stress and fish. Academic Press, New York.
- Ramos R. y M. Gálvez., 2000. Impacto ambiental de la introducción de «Tilapias» en la cuenca del Río Piura. *Universalía: Revista Científica de la Universidad Nacional de Piura*. Vol.5 n.1, 80-97p.
- Roberts, R. J., 1981. PATOLOGIA DE LOS PECES Mundi-prensa 1981.
- Sales J. y Glencross B., 2011. A meta-analysis of the effects of dietary marine oil replacement with vegetable oils on growth, feed conversion and muscle fatty acid composition of fish species. *Journal Aquaculture Nutrition* 17, e271-e287pp
- Shiau, S.-Y. and Chen, M.J. 1993. Carbohydrate utilization by tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*) as influenced by different chromium sources. *Journal of Nutrition* 123, 1747–1753pp.
- Siddiqui, A.Q., Howlander, M.S., and Adam, A.A. 1988. Effects of dietary protein levels on growth, diet conversion and protein utilization in fry and young Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture* 70: 63-70.
- Selye, H. 1974. Stress without distress. McClelland Stewart, Toronto.

- Stickney, R.R. and McGeachin, R.B. (1983) Effects of dietary lipid quality on growth and food conversion of tilapia. Proceedings of the Annual Conference of Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies 37, 352–357.
- Teshima, S., Kanazawa, A. and Uchiyama Y. (1985b) Effects of dietary protein, lipid and digestible carbohydrate levels on the weight gain, feed conversion efficiency and protein efficiency ratio of *Tilapia nilotica*. *Memoirs of the Kagoshima University, Research Centre for the South Pacific* 6, 56–71.
- Tacon, A.G.J. 1993. Feed ingredients for warm water fish: fish meal and other processed feedstuffs. FAO Fisheries Circular No. 856, Rome. 64 pp.
- Trewavas, E. 1982. Tilapias: Taxonomy and speciation. Pages 3-15 in R.S.V. In Pullin and R. H. Lowe-McConneditors. The biology and culture of tilapias, ICLARM conference proceedings. International center for living aqure sources management, Manila, Philippines.
- Triana P., Gutiérrez M. y Eslava P. 2013, Rendimiento productivo e hígado graso en tilapia hidrida of red tilapia (*Oreochromis spp.*): Influencia de dos fuentes de lípidos. Instituto de acuicultura de la universidad de los llanos.
- Toledo-Pérez, S.J. y M. C. García-Capote., 2000. Nutrición y alimentación de tilapia cultivada en América Latina y el Caribe.

83-137p. En: Civera-Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., Ricque-Marie, D. y Cruz-Suárez, L.E. (Eds.) Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre 15-18, 1998. La Paz, B.C.S., México.

- Wang, X., Shen, M., Shuanglin, D., Mei, C., 2004. Effects of salinity and dietary carbohydrate levels on growth and energy budget of juvenile *Litopenaeus vannamei*. *J. Shellfish Res.* 23, 231–236.
- Wedemeyer, G. A. and D. J. McLeay. 1981. Methods for determining the tolerance of fishes to environmental stressors. In A. Pickering (ed.), *Stress and fish*, pp. 247–275. Academic Press, New York.
- Wedemeyer, G. A., B. A. Barton, and D. J. McLeay. 1990. Stress and acclimation. In C. B. Schreck and P. B. Moyle (eds.), *Methods for fish biology*, pp. 451–489. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Wedemeyer, G.A. (1997). Effects of rearing conditions on the health and physiological quality of fish in intensive culture. In: *Fish Stress and Health in Aquaculture*. (Iwama, G.K., Pickering, A.D., Sumpter, J.P. & Schrek, C.B., eds), pp. 35-72. Society for Experiment Biology, Seminar Series 62. Cambridge: Cambridge University Press.

# ANEXO

Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Dimensiones
<p>¿Con qué dieta comercial se obtendrá un mejor crecimiento, supervivencia, conversión alimentaria, índice corporal y mejor resistencia al estrés en alevinos Tilapia de Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) en condiciones de laboratorio?</p>	<p>Evaluar el efecto de las dietas comerciales en el crecimiento, supervivencia, conversión alimentaria, índice corporal y resistencia al estrés de alevinos de <i>O. niloticus</i> en condiciones de laboratorio.</p>	<p>Utilizando la dieta comercial Otohime© en la alimentación de alevinos de Tilapia Nilotica (<i>O. niloticus</i>) se obtendrán los mejores resultados en crecimiento, conversión alimentaria, supervivencia, índice corporal y respuesta al estrés en condiciones controladas de laboratorio.</p>	<p>Peso, longitud total y estándar, conversión alimentaria, supervivencia, índices corporales y prueba de estrés y análisis de carcasa de Tilapia Nilotica (<i>O. niloticus</i>) en condiciones de laboratorio.</p>

Método de investigación	Diseño de la investigación	Ámbito de investigación	Instrumento y fuentes de información	Criterios de rigurosidad en la investigación
<p>El tipo de investigación a emplear es experimental, aplicada, correlacionada y analítica.</p>	<p>La presente investigación se utilizara un diseño aleatorio en la selección de 18 ejemplares para cada unidad experimental, empleando 3 tratamientos más 1 control y 3 replicas por cada uno.</p>	<p>Población:  Son alevinos de Tilapia Nilotica (<i>Oreochromis niloticus</i>) del centro piscícola "El Gran Paso". El número de muestra son 250 alevinos de pesos de 0.5g los cuales fueron distribuidos aleatoriamente 12 unidades experimentales, cada unidad experimental contara con 20 ejemplares</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Papers</li> <li>• Tesis</li> <li>• Libros</li> <li>• Revistas</li> <li>• Simposios</li> <li>• Informes de investigación</li> </ul>	<p>Enfoque:  Practico</p> <p>Validez:  La información de primera fuente</p> <p>Confiabilidad:  Alta ya que está basado en buena calidad genética y reversión sexual en cuanto la muestra y un numero de replicas adecuadas para el desarrollo de la parte experimental.</p>

## IMÁGENES DE METODOLOGÍA

**FIGURA N° ANEXO-1: TRANSPORTE Y RECEPCIÓN DE ALEVINOS REVERTIDOS DE *O. niloticus*.**



Fuente: Propia

**FIGURA N° ANEXO-2: ACONDICIONAMIENTO DE ALEVINOS CON REVERSIÓN SEXUAL DE *O. niloticus*.**



Fuente: Propia

**FIGURA N° ANEXO-3: MANEJO ALIMENTARIO DE ALEVINOS REVERTIDOS DE *O. niloticus*.**



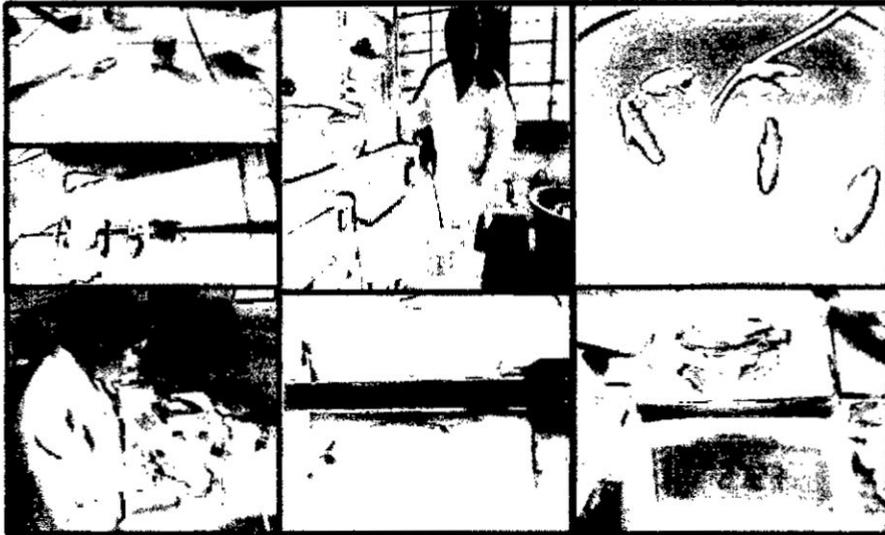
Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA N° ANEXO-4: LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE FILTROS BIOLÓGICOS DE LA PRUEBA EXPERIMENTAL.**



Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA N° ANEXO-5: MEDICIONES BIOMÉTRICAS DE LOS ALEVINOS DE *O. niloticus*.**



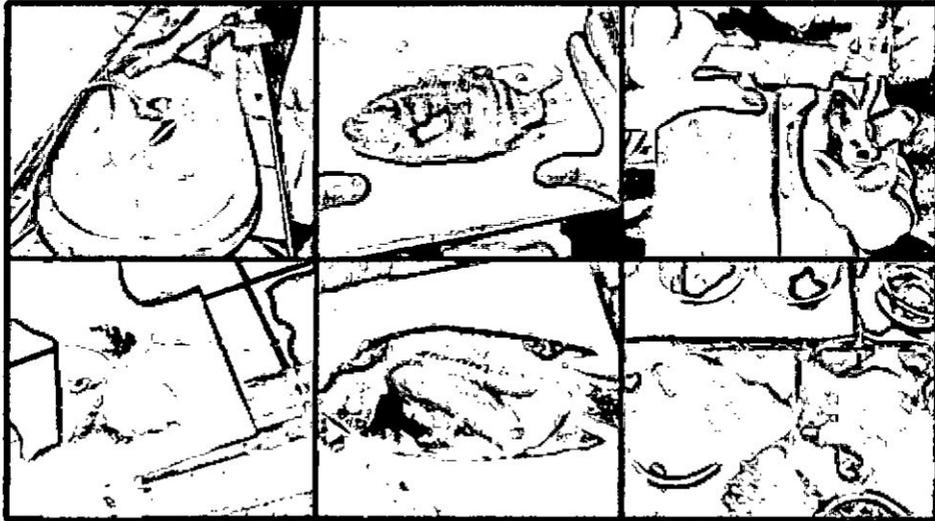
Fuente: Propia

**FIGURA N° ANEXO-6: MEDICIONES DE ÍNDICES CORPORALES HEPATOSOMÁTICO Y VISCEROSOMÁTICO DE LOS ALEVINOS DE *O. niloticus*.**



Fuente: Propia

**FIGURA N° ANEXO-7: MEDICIONES DE ÍNDICES CORPORALES MUSCULAR, ANCHO Y ALTURA DE LOS ALEVINOS DE *O. niloticus*.**



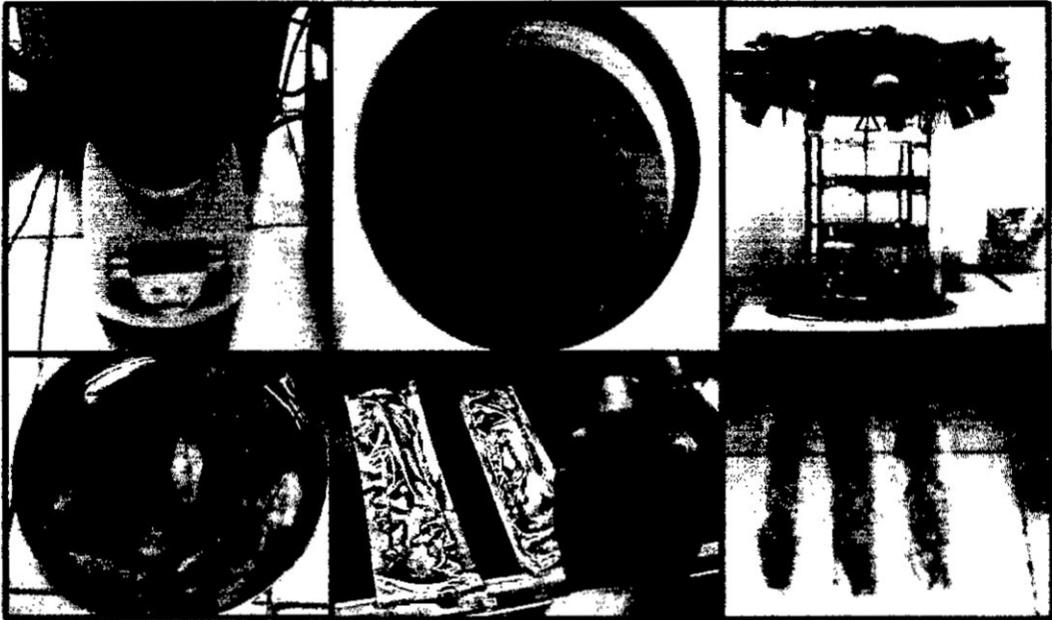
Fuente: Propia

**FIGURA N° ANEXO-8: PRUEBA DE ESTRÉS HALINO EN ALEVINOS DE *O. niloticus*.**



Fuente: Propia

**FIGURA N° ANEXO-9: PROCESO DE LIOFILIZACIÓN DE MUSCULO DE PESCADO DE *O. niloticus* PARA ANÁLISIS DE PROTEÍNA, CENIZA Y GRASA**



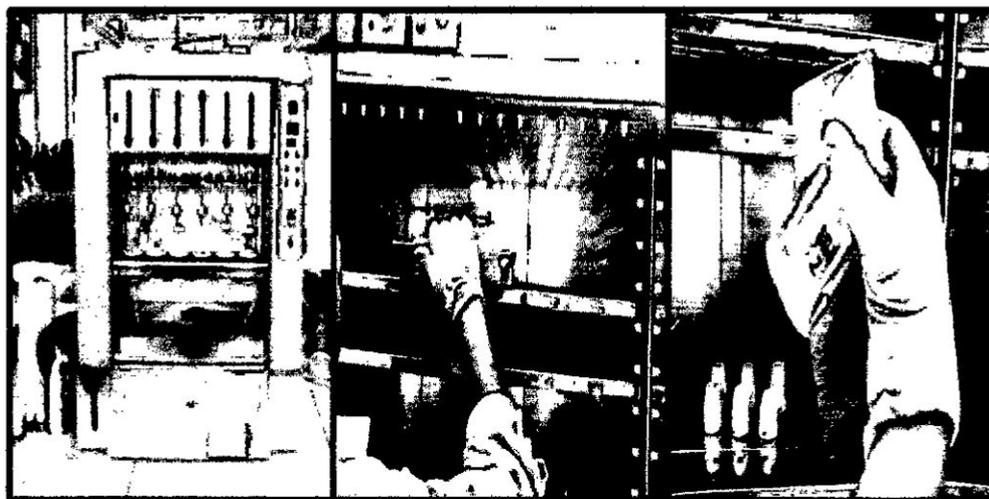
Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA N° ANEXO-10: DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA EN MUSCULO DE ALEVINOS DE *O. niloticus* POR EL MÉTODO Kjeldahl.**



Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA N° ANEXO-11: DETERMINACIÓN DE GRASA TOTALES EN MUSCULO DE ALEVINOS DE *O. niloticus* LIOFILIZADO POR AL MÉTODO Soxhlet**



Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA N° ANEXO-12: DETERMINACIÓN DE CENIZA EN MUSCULO DE ALEVINOS DE *O. niloticus* LIOFILIZADO POR ESTUFA**



Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA N° ANEXO-13: DETERMINACIÓN DE HUMEDAD EN MUSCULO ALEVINOS DE *O. niloticus*.**



Fuente: Elaboración Propia

## ANALISIS ESTADISTICO

### VARIABLE DE CRECIMIENTO DE ALEVINOS DE *O. niloticus*

• **ANALISIS DE PESO TOTAL DE EJEMPLARES DE TILAPIA NILOTICA**

VARIABLE DE PESOS DE EJEMPLARES DE TILAFIA NILOTICA						
Tratamiento	Unidad	Muestreo inicial	1° Muestreo	2° Muestro	3° Muestreo	4° Muestreo
		Día 0	Día15	Día 30	Día 45	Día 60
Puritolapia	T1	1.67	4.10	11.12	21.87	42.65
	T1	1.56	3.33	7.84	14.75	30.21
	T1	1.68	4.32	9.71	18.70	31.45
Aquatech	T2	1.74	3.70	10.12	20.67	36.57
	T2	1.86	4.33	10.37	21.23	41.09
	T2	1.68	4.09	9.76	22.00	41.27
Aquaxcel	T3	1.56	3.88	14.48	37.70	66.73
	T3	1.50	3.70	13.33	33.53	65.22
	T3	1.64	4.24	14.40	35.55	64.94
Otohime®	T4	1.70	4.85	17.64	42.76	77.36
	T4	1.67	5.20	17.35	41.95	69.01
	T4	1.44	4.61	15.96	41.37	83.83

### PESO DIA 0 O MUESTREO INICIAL

Método

Hipótesis nula                      Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna                  Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia     $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	T1, T2, T3, T4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	0.06337	0.021122	2.22	0.163
Error	8	0.07600	0.009500		
Total	11	0.13937			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0974679	45.47%	25.02%	0.00%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
-------------	---	-------	-----------	-----------

T1	3	1.6367	0.0666	(1.5069, 1.7664)
T2	3	1.7600	0.0917	(1.6302, 1.8898)
T3	3	1.5667	0.0702	(1.4369, 1.6964)
T4	3	1.6033	0.1422	(1.4736, 1.7331)

Desv.Est. agrupada = 0.0974679

### **PESO DÍA 15 O 1° MUESTREO**

#### Método

Hipótesis nula            Todas las medias son iguales  
 Hipótesis alterna        Por lo menos una media es diferente  
 Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	T1, T2, T3, T4

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	1.935	0.6449	4.82	0.033
Error	8	1.070	0.1337		
Total	11	3.005			

#### Resumen del modelo

	S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.365707		64.39%	51.04%	19.88%

#### Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	3.917	0.520	(3.430, 4.404)
T2	3	4.040	0.318	(3.553, 4.527)
T3	3	3.940	0.275	(3.453, 4.427)
T4	3	4.887	0.297	(4.400, 5.374)

Desv.Est. agrupada = 0.365707

### **Comparaciones en parejas de Tukey**

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T4	3	4.887	A
T2	3	4.040	A B
T3	3	3.940	A B
T1	3	3.917	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### **PESO DÍA 30 O 2° MUESTREO**

#### Método

Hipótesis nula            Todas las medias son iguales  
Hipótesis alterna        Por lo menos una media es diferente  
Nivel de significancia    $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	T1, T2, T3, T4

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	110.845	36.948	36.76	0.000
Error	8	8.040	1.005		
Total	11	118.885			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1.00250	93.24%	90.70%	84.78%

#### Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	9.557	1.645	( 8.222, 10.891)
T2	3	10.083	0.307	( 8.749, 11.418)
T3	3	14.070	0.642	(12.735, 15.405)
T4	3	16.983	0.898	(15.649, 18.318)

Desv.Est. agrupada = 1.00250

### Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T4	3	16.983	C
T3	3	14.070	B
T2	3	10.083	A
T1	3	9.557	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

### PESO DIA 45 O 3° MUESTREO

#### Método

Hipótesis nula            Todas las medias son iguales  
Hipótesis alterna        Por lo menos una media es diferente  
Nivel de significancia    $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	T1, T2, T3, T4

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	1150.52	383.507	85.19	0.000
Error	8	36.01	4.502		
Total	11	1186.53			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
2.12169	96.96%	95.83%	93.17%

### Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	18.44	3.57	( 15.62, 21.26)
T2	3	21.300	0.668	(18.475, 24.125)
T3	3	35.59	2.09	( 32.77, 38.42)
T4	3	42.027	0.698	(39.202, 44.851)

Desv.Est. agrupada = 2.12169

### Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T4	3	42.027	C
T3	3	35.59	B
T2	3	21.300	A
T1	3	18.44	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### PESO DIA 60 O 4° MUESTREO

#### Método

Hipótesis nula: Todas las medias son iguales  
 Hipótesis alterna: Por lo menos una media es diferente  
 Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	T1, T2, T3, T4

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	3683.5	1227.82	44.58	0.000
Error	8	220.4	27.54		
Total	11	3903.8			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)

5.24826 94.36% 92.24% 87.30%

**Medias**

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	34.77	6.85	( 27.78, 41.76)
T2	3	39.64	2.66	( 32.66, 46.63)
T3	3	65.630	0.963	(58.643, 72.617)
T4	3	76.73	7.43	( 69.75, 83.72)

Desv.Est. agrupada = 5.24826

**Comparaciones en parejas de Tukey**

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T4	3	76.73	A
T3	3	65.630	A
T2	3	39.64	B
T1	3	34.77	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

• **ANÁLISIS DE LONGITUD TOTAL DE EJEMPLARES DE TILAPIA NILOTICA**

VALORES DE LONGITUD TOTAL DE EJEMPLARES DE TILAPIA NILOTICA						
Tratamiento	Unidad	Muestreo inicial	1° Muestreo	2° Muestro	3° Muestreo	4° Muestreo
		Día 0	Día15	Día 30	Día 45	Día 60
Purtilapia®	T1	4.81	6.03	8.17	10.13	13.05
	T1	4.65	5.66	7.35	8.93	11.72
	T1	4.82	6.07	7.91	9.74	12.01
Aquatech®	T2	4.87	5.90	7.92	9.95	12.98
	T2	4.93	6.17	8.05	10.14	12.61
	T2	4.78	5.89	7.80	9.82	12.80
Aquaxcel®	T3	4.61	6.07	9.05	12.40	15.51
	T3	4.59	5.88	8.68	11.67	15.35
	T3	4.72	6.12	9.04	11.92	15.09
Otohime®	T4	4.78	6.50	9.82	12.99	16.26
	T4	4.80	6.47	9.42	12.58	15.66
	T4	4.56	6.15	9.17	12.44	16.37

**DÍA 0 O MUESTREO INICIAL**

Método

Hipótesis nula                      Todas las medias son iguales  
 Hipótesis alterna                    Por lo menos una media es diferente  
 Nivel de significancia               $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	T1, T2, T3, T4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	0.07640	0.025467	2.72	0.115
Error	8	0.07487	0.009358		
Total	11	0.15127			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0967385	50.51%	31.95%	0.00%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	4.7600	0.0954	(4.6312, 4.8888)
T2	3	4.8600	0.0755	(4.7312, 4.9888)
T3	3	4.6400	0.0700	(4.5112, 4.7688)
T4	3	4.7133	0.1332	(4.5845, 4.8421)

Desv.Est. agrupada = 0.0967385

**DÍA 15 O 1° MUESTREO**

Método

Hipótesis nula            Todas las medias son iguales  
Hipótesis alterna        Por lo menos una media es diferente  
Nivel de significancia    $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	T1, T2, T3, T4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	0.3705	0.12350	3.80	0.058
Error	8	0.2600	0.03250		
Total	11	0.6305			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.180278	58.76%	43.30%	7.22%

### Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	5.920	0.226	( 5.680, 6.160)
T2	3	5.9867	0.1589	(5.7467, 6.2267)
T3	3	6.0233	0.1266	(5.7833, 6.2633)
T4	3	6.373	0.194	( 6.133, 6.613)

Desv.Est. agrupada = 0.180278

### DÍA 30 O 2° MUESTREO

#### Método

Hipótesis nula                    Todas las medias son iguales  
Hipótesis alterna                Por lo menos una media es diferente  
Nivel de significancia         $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	T1, T2, T3, T4

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	5.7742	1.92474	22.44	0.000
Error	8	0.6863	0.08579		
Total	11	6.4606			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.292902	89.38%	85.39%	76.10%

### Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	7.810	0.419	( 7.420, 8.200)
T2	3	7.9233	0.1250	(7.5334, 8.3133)
T3	3	8.923	0.211	( 8.533, 9.313)
T4	3	9.470	0.328	( 9.080, 9.860)

Desv.Est. agrupada = 0.292902

### **Comparaciones en parejas de Tukey**

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T4	3	9.470	B

T3	3	8.923	B
T2	3	7.9233	A
T1	3	7.810	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### **DÍA 45 O 3° MUESTREO**

#### Método

Hipótesis nula                    Todas las medias son iguales  
 Hipótesis alterna                Por lo menos una media es diferente  
 Nivel de significancia         $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	T1, T2, T3, T4

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	20.367	6.7891	43.81	0.000
Error	8	1.240	0.1550		
Total	11	21.607			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.393679	94.26%	92.11%

#### Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	9.600	0.612	( 9.076, 10.124)
T2	3	9.9700	0.1609	(9.4459, 10.4941)
T3	3	11.997	0.371	(11.473, 12.521)
T4	3	12.670	0.286	(12.146, 13.194)

Desv.Est. agrupada = 0.393679

### **Comparaciones en parejas de Tukey**

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T4	3	12.670	B
T3	3	11.997	B
T2	3	9.9700	A
T1	3	9.600	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### **DÍA 60 O 4° MUESTREO**

#### Método

Hipótesis nula                    Todas las medias son iguales  
 Hipótesis alterna                Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	T1, T2, T3, T4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	31.650	10.5500	59.08	0.000
Error	8	1.429	0.1786		
Total	11	33.079			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.422581	95.68%	94.06%	90.28%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	12.260	0.699	(11.697, 12.823)
T2	3	12.797	0.185	(12.234, 13.359)
T3	3	15.317	0.212	(14.754, 15.879)
T4	3	16.097	0.382	(15.534, 16.659)

Desv.Est. agrupada = 0.422581

### Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T4	3	16.097	B
T3	3	15.317	B
T2	3	12.797	A
T1	3	12.260	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

● ANALISIS DE LONGITUD ESTANDAR DE EJEMPLARES DE TILAPIA NILOTICA

VALORES DE LOSNGITUD ESTANDAR DE EJEMPLARES DE TILAPIA NILOTICA						
Tratamiento	Unidad	Muestreo	1° Muestreo	2° Muestro	3° Muestreo	4° Muestreo
		Día 0	Día15	Día 30	Día 45	Día 60
Puritilapia®	T1	3.85	4.84	6.70	8.14	10.59
	T1	3.71	4.51	5.89	7.26	9.40
	T1	3.83	4.72	6.44	7.87	10.19
Aquatech®	T2	3.87	4.71	6.47	8.09	10.43
	T2	3.94	4.67	6.65	8.18	10.20
	T2	3.61	4.66	6.32	7.90	10.42
Aquaxcel®	T3	3.69	4.81	7.30	10.11	12.63
	T3	3.67	4.65	7.05	9.57	12.43
	T3	3.71	4.90	7.43	9.77	12.14
Otohime®	T4	3.87	5.23	8.16	10.47	13.15
	T4	3.85	5.26	7.80	10.17	12.49
	T4	3.62	4.95	7.55	10.27	13.16

**LONGITUD ESTANDAR DIA 0 O MUESTREO INICIAL**

Método

Hipótesis nula                    Todas las medias son iguales  
 Hipótesis alterna                Por lo menos una media es diferente  
 Nivel de significancia         $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor                    Niveles    Valores  
 Tratamiento            4    T1, T2, T3, T4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	0.02563	0.008544	0.61	0.625
Error	8	0.11133	0.013917		
Total	11	0.13697			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.117969	18.72%	0.00%	0.00%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	3.7967	0.0757	(3.6396, 3.9537)
T2	3	3.807	0.174	( 3.650, 3.964)
T3	3	3.6900	0.0200	(3.5329, 3.8471)
T4	3	3.7800	0.1389	(3.6229, 3.9371)

Desv.Est. agrupada = 0.117969

## LONGITUD ESTÁNDAR DÍA 15 O 1º MUESTREO

Método

Hipótesis nula                    Todas las medias son iguales  
Hipótesis alterna                Por lo menos una media es diferente  
Nivel de significancia         $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	T1, T2, T3, T4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	0.4326	0.14419	7.81	0.009
Error	8	0.1477	0.01847		
Total	11	0.5803			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.135892	74.54%	64.99%	42.72%

Medias

Tratamiento	N	Media	Désv.Est.	IC de 95%
T1	3	4.6900	0.1670	(4.5091, 4.8709)
T2	3	4.6800	0.0265	(4.4991, 4.8609)
T3	3	4.7867	0.1266	(4.6057, 4.9676)
T4	3	5.1467	0.1710	(4.9657, 5.3276)

Desv.Est. agrupada = 0.135892

## **Comparaciones en parejas de Tukey**

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T4	3	5.1467	B
T3	3	4.7867	A
T1	3	4.6900	A
T2	3	4.6800	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

## LONGITUD ESTANDAR DÍA 30 O 3º MUESTREO

Método

Hipótesis nula                    Todas las medias son iguales  
Hipótesis alterna                Por lo menos una media es diferente  
Nivel de significancia         $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	T1, T2, T3, T4

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	4.4029	1.46762	17.81	0.001
Error	8	0.6593	0.08242		
Total	11	5.0622			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.287083	86.98%	82.09%	70.69%

#### Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	6.343	0.414	( 5.961, 6.726)
T2	3	6.4800	0.1652	(6.0978, 6.8622)
T3	3	7.260	0.193	( 6.878, 7.642)
T4	3	7.837	0.307	( 7.454, 8.219)

Desv.Est. agrupada = 0.287083

### Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T4	3	7.837	A
T3	3	7.260	A
T2	3	6.4800	B
T1	3	6.343	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### LONGITUD ESTANDAR DÍA 45 O 3° MUESTREO

#### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	T1, T2, T3, T4

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	14.4008	4.80027	59.72	0.000
Error	8	0.6431	0.08038		
Total	11	15.0439			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.283520	95.73%	94.12%	90.38%

### Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	7.757	0.451	( 7.379, 8.134)
T2	3	8.0567	0.1429	(7.6792, 8.4341)
T3	3	9.817	0.273	( 9.439, 10.194)
T4	3	10.3033	0.1528	(9.9259, 10.6808)

Desv.Est. agrupada = 0.283520

## Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T4	3	10.3033	A
T3	3	9.817	A
T2	3	8.0567	B
T1	3	7.757	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

## LONG. ESTÁNDAR DÍA 60 O 4° MUESTREO

### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	T1, T2, T3, T4

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	18.732	6.2441	42.21	0.000
Error	8	1.183	0.1479		
Total	11	19.916			

### Resumen del modelo

S R-cuad. R-cuad. R-cuad.  
 0.384621 94.06% (ajustado) (pred)  
 91.83% 86.63%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	10.060	0.606	( 9.548, 10.572)
T2	3	10.3500	0.1300	(9.8379, 10.8621)
T3	3	12.400	0.246	(11.888, 12.912)
T4	3	12.933	0.384	(12.421, 13.445)

Desv.Est. agrupada = 0.384621

**Comparaciones en parejas de Tukey**

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T4	3	12.933	A
T3	3	12.400	A
T2	3	10.3500	B
T1	3	10.060	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

• **ANÁLISIS DE TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO (TCE) Y ABSOLUTO (TCA) DE EJEMPLARES DE TILAPIA NILOTICA**

VALORES DE TCA (g/día) DE LOS EJEMPLARES DE TILAPIA NILOTICA					
TRATAMIENTO	REPETICIONES	1° Muestreo	2° Muestro	3° Muestreo	4° Muestreo
		Día15	Día 30	Día 45	Día 60
Puritilapia	T1	0.17	0.33	0.46	0.68
	T1	0.13	0.22	0.30	0.48
	T1	0.19	0.28	0.39	0.50
Aquatech	T2	0.14	0.29	0.43	0.58
	T2	0.18	0.29	0.44	0.65
	T2	0.17	0.28	0.46	0.66
Aquaxcel	T3	0.17	0.45	0.82	1.09
	T3	0.16	0.41	0.73	1.06
	T3	0.19	0.44	0.77	1.06
Otohime®	T4	0.22	0.55	0.93	1.26
	T4	0.25	0.54	0.92	1.12
	T4	0.23	0.50	0.91	1.37

## TCA (g/día) DÍA 60 o 4° MUESTREO

Método

Hipótesis nula            Todas las medias son iguales  
Hipótesis alterna        Por lo menos una media es diferente  
Nivel de significancia    $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	T1, T2, T3, T4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	1.02643	0.342142	45.57	0.000
Error	8	0.06007	0.007508		
Total	11	1.08649			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0866506	94.47%	.92.40%	87.56%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	0.5533	0.1102	(0.4380, 0.6687)
T2	3	0.6300	0.0436	(0.5146, 0.7454)
T3	3	1.0700	0.0173	(0.9546, 1.1854)
T4	3	1.2500	0.1253	(1.1346, 1.3654)

Desv.Est. agrupada = 0.0866506

## **Comparaciones en parejas de Tukey**

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T4	3	1.2500	A
T3	3	1.0700	A
T2	3	0.6300	B
T1	3	0.5533	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

VARIABLE DE TCE (%/día) DE EJEMPLARES DE TILAPIA NILOTICA					
TRATAMIENTO	REPETICIONES	1° Muestreo	2° Muestro	3° Muestreo	4° Muestreo
		Día15	Día 30	Día 45	Día 60
Puritilapia®	T1	6.41	6.53	5.84	5.40
	T1	5.42	5.58	5.11	4.94
	T1	6.73	6.05	5.48	4.88
Aquatech®	T2	5.42	6.08	5.63	5.08
	T2	6.02	5.92	5.53	5.16
	T2	6.38	6.07	5.85	5.34
Aquaxcel®	T3	6.54	7.69	7.25	6.26
	T3	6.46	7.54	7.07	6.29
	T3	6.79	7.49	6.99	6.13
Otohime®	T4	7.47	8.06	7.32	6.36
	T4	8.11	8.07	7.33	6.20
	T4	8.33	8.30	7.63	6.78

### TCE (%/día) DE DIA 60 O 4° MUESTREO

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Tratamiento 4 T1, T2, T3, T4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	4.4382	1.47941	30.25	0.000
Error	8	0.3913	0.04891		
Total	11	4.8295			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.221152	91.90%	88.86%	81.77%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	5.073	0.284	( 4.779, 5.368)
T2	3	5.1933	0.1332	(4.8989, 5.4878)
T3	3	6.2267	0.0850	(5.9322, 6.5211)
T4	3	6.447	0.300	( 6.152, 6.741)

Desv.Est. agrupada = 0.221152

### **Comparaciones en parejas de Tukey**

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T4	3	6.447	A
T3	3	6.2267	A
T2	3	5.1933	B
T1	3	5.073	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

• ANALISIS DE FACTOR DE CONDICION (K) DE EJEMPLARES DE TILAPIA NILOTICA

K						
TRATAMIENTO	REPETICIONES	Muestreo inicial	1° Muestreo	2° Muestreo	3° Muestreo	4° Muestreo
		Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60
Purtilapia	T1	1.500	1.866	2.042	2.107	1.917
	T1	1.544	1.832	1.975	2.073	1.876
	T1	1.499	1.926	1.963	2.024	1.816
Aquatech	T2	1.501	1.808	2.039	1.980	1.673
	T2	1.555	1.845	1.987	2.240	2.051
	T2	1.533	1.999	2.054	2.235	1.968
Aquaxcel	T3	1.584	1.739	1.955	1.977	1.788
	T3	1.542	1.819	2.037	2.113	1.804
	T3	1.564	1.855	1.952	2.101	1.890
Otohime®	T4	1.563	1.767	1.861	1.953	1.798
	T4	1.512	1.920	2.074	2.109	1.799
	T4	1.516	1.989	2.074	2.151	1.911

**FACTOR DE CONDICIÓN (K) DIA 60 O 4° MUESTREO**

Método

Hipótesis nula                      Todas las medias son iguales  
 Hipótesis alterna                  Por lo menos una media es diferente  
 Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$   
 Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor                      Niveles    Valores  
 Tratamiento                4    T1, T2, T3, T4  
 Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	0.009321	0.003107	0.25	0.858
Error	8	0.098550	0.012319		
Total	11	0.107871			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.110990	8.64%	0.00%	0.00%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	1.8697	0.0508	(1.7219, 2.0174)
T2	3	1.897	0.199	( 1.750, 2.045)
T3	3	1.8273	0.0549	(1.6796, 1.9751)
T4	3	1.8360	0.0650	(1.6882, 1.9838)

Desv.Est. agrupada = 0.110990

**VARIABLE DE INDICE CORPORALES DE ALEVINOS DE TILAPIA NILOTICA**

*(O. niloticus)*

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	INDICE VICEROSOMATICO (%)	INDICE HEPATOSOMATICO (%)	INDICE MUSCULAR (%)
PURITILAPIA	T1	7.27	1.65	31.95
	T1	7.94	1.99	24.33
	T1	8.33	2.74	30.24
AQUATECH	T2	7.66	1.63	28.83
	T2	7.85	1.58	29.13
	T2	8.18	1.20	29.97
AQUAXCEL	T3	7.59	1.43	32.68
	T3	7.38	1.74	30.07
	T3	7.62	1.72	29.40
OTOHIME	T4	6.22	1.63	32.41
	T4	7.02	1.91	34.27
	T4	6.55	1.59	33.95

**INDICE VICEROSOMATICO DIA 60 O 4° MUESTREO**

Método

Hipótesis nula                      Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna                  Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor            Niveles    Valores  
 TRATAMIENTO        4    T1, T2, T3, T4  
 Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	3.271	1.0902	8.15	0.008
Error	8	1.071	0.1339		
Total	11	4.341			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.365855	75.34%	66.09%	44.50%

#### Medias

TRATAMIENTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	7.847	0.536	( 7.360, 8.334)
T2	3	7.897	0.263	( 7.410, 8.384)
T3	3	7.5300	0.1308	(7.0429, 8.0171)
T4	3	6.597	0.402	( 6.110, 7.084)

Desv.Est. agrupada = 0.365855

#### Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
T2	3	7.897	A
T1	3	7.847	A
T3	3	7.5300	A B
T4	3	6.597	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

#### ICs simultáneos de 95% de Tukey

#### INDICE HEPATOSOMATICO DIA 60 O 4° MUESTREO

#### Método

Hipótesis nula                    Todas las medias son iguales  
Hipótesis alterna                Por lo menos una media es diferente  
Nivel de significancia         $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TRATAMIENTO	4	T1, T2, T3, T4

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	0.7058	0.2353	2.20	0.165
Error	8	0.8537	0.1067		
Total	11	1.5595			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.326662	45.26%	24.73%	0.00%

#### Medias

TRATAMIENTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	2.127	0.558	(1.692, 2.562)
T2	3	1.470	0.235	(1.035, 1.905)
T3	3	1.630	0.173	(1.195, 2.065)
T4	3	1.710	0.174	(1.275, 2.145)

Desv.Est. agrupada = 0.326662

## Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
T1	3	2.127	A
T4	3	1.710	A
T3	3	1.630	A
T2	3	1.470	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

## ICs simultáneos de 95% de Tukey

### INDICE MUSCULAR DÍA 60 O 4° MUESTREO

#### Método

Hipótesis nula                    Todas las medias son iguales  
Hipótesis alterna                Por lo menos una media es diferente  
Nivel de significancia         $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TRATAMIENTO	4	T1, T2, T3, T4

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	40.32	13.438	2.64	0.121
Error	8	40.65	5.082		
Total	11	80.97			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
2.25430	49.79%	30.96%	0.00%

#### Medias

TRATAMIENTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	28.84	4.00	( 25.84, 31.84)
T2	3	29.310	0.591	(26.309, 32.311)
T3	3	30.72	1.73	( 27.72, 33.72)
T4	3	33.543	0.994	(30.542, 36.545)

Desv.Est. agrupada = 2.25430

## Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
T4	3	33.543	A
T3	3	30.72	A
T2	3	29.310	A
T1	3	28.84	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.  
ICs simultáneos de 95% de Tukey

### VARIABLE DE SUPERVIVENCIA DE ALEVINOS DE TILAPIA NILOTICA

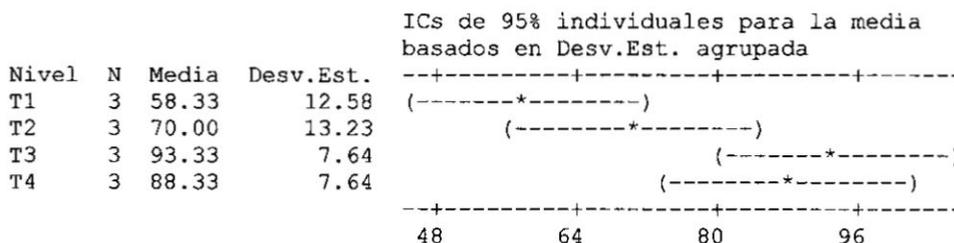
(*O. niloticus*)

Tratamiento	REPETICION	Número de ejemplares iniciales	Número de ejemplares finales	Supervivencia (%)
Purertilapia®	T1	20	12	60
	T1	20	9	45
	T1	20	14	70
Aquatech®	T2	20	12	60
	T2	20	17	85
	T2	20	13	65
Aquaxcel®	T3	20	20	100
	T3	20	17	85
	T3	20	19	95
Otohime®	T4	20	18	90
	T4	20	19	95
	T4	20	16	80

### SUPERVIVENCIA DIA 60 O 4° MUESTREO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	2375	792	7.04	0.012
Error	8	900	112		
Total	11	3275			

S = 10.61 R-cuad. = 72.52% R-cuad.(ajustado) = 62.21%





## TIEMPO DE RECUPERACION DE DIA 60 O 4° MUESTREO

Método

Hipótesis nula                    Todas las medias son iguales  
Hipótesis alterna                Por lo menos una media es diferente  
Nivel de significancia         $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TRATAMIENTO	4	T1, T2, T3, T4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	141.6	47.21	3.35	0.030
Error	36	507.7	14.10		
Total	39	649.3			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
3.75523	21.81%	15.30%	3.47%

Medias

TRATAMIENTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	10	10.37	3.70	( 7.96, 12.78)
T2	10	11.35	4.40	( 8.94, 13.76)
T3	10	10.70	4.66	( 8.29, 13.11)
T4	10	6.539	1.269	(4.131, 8.947)

Desv.Est. agrupada = 3.75523

### Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
T2	10	11.35	A
T3	10	10.70	A B
T1	10	10.37	A B
T4	10	6.539	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.  
Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
T2 - T1	0.98	1.68	(-3.54, 5.50)	0.58	0.936
T3 - T1	0.33	1.68	(-4.20, 4.85)	0.19	0.997
T4 - T1	-3.83	1.68	(-8.36, 0.69)	-2.28	0.121
T3 - T2	-0.65	1.68	(-5.18, 3.87)	-0.39	0.980
T4 - T2	-4.81	1.68	(-9.34, -0.29)	-2.87	0.033
T4 - T3	-4.16	1.68	(-8.68, 0.37)	-2.48	0.081

Nivel de confianza individual = 98.93%

**VARIABLE DE ANALISIS PROXIMAL DE MUSCULO DE ALEVINOS DE**

**TILAPIA NILOTICA**

VALORES DE ANÁLISIS PROXIMAL DE MUSCULO de pescado					
TRATAMIENT O	REPETICIÓN	CENIZA (%)	HUMEDAD (%)	GRASA (%)	PROTEINA (%)
PURITILAPIA® O T1	1	5.51	75.2	6.46	65.75
	2	5.66	76.3	6.85	65.89
	3	5.75	74.9	6.67	65.63
AQUATECH® O T2	1	5.80	76.5	5.88	66.81
	2	5.79	75.1	5.54	66.92
	3	5.77	77.5	6.19	66.91
AQUAXCEL® O T3	1	6.15	76.2	4.23	68.77
	2	6.07	75.9	3.89	68.28
	3	5.97	75.4	3.51	67.54
OTOHIME® O T4	1	5.29	76.7	4.55	68.33
	2	5.35	76.7	4.69	70.83
	3	5.47	76.7	4.31	70.87

**CENIZA vs. TRATAMIENTO**

Método

Hipótesis nula                      Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna                  Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor                      Niveles    Valores  
TRATAMIENTO              4    T1, T2, T3, T4  
Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	0.75882	0.252940	31.11	0.000
Error	8	0.06505	0.008131		
Total	11	0.82387			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0901717	92.10%	89.14%	82.24%

Medias

TRATAMIENTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	5.6402	0.1243	( 5.5202, 5.7603)
T2	3	5.78641	0.01528	(5.66636, 5.90646)
T3	3	6.0660	0.0912	( 5.9459, 6.1860)
T4	3	5.3700	0.0923	( 5.2499, 5.4900)

Desv.Est. agrupada = 0.0901717

## Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
T3	3	6.0660	A
T2	3	5.78641	B
T1	3	5.6402	B
T4	3	5.3700	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

## HUMEDAD vs. TRATAMIENTO

Método

Hipótesis nula                    Todas las medias son iguales  
Hipótesis alterna                Por lo menos una media es diferente  
Nivel de significancia         $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TRATAMIENTO	4	T1, T2, T3, T4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	2.621	0.8737	1.56	0.272
Error	8	4.473	0.5591		
Total	11	7.094			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.747729	36.95%	13.30%	0.00%

Medias

TRATAMIENTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	75.458	0.734	( 74.463, 76.454)
T2	3	76.348	1.235	( 75.353, 77.344)
T3	3	75.839	0.416	( 74.843, 76.834)
T4	3	76.6773	0.0062	(75.6818, 77.6728)

Desv.Est. agrupada = 0.747729

## Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
T4	3	76.6773	A
T2	3	76.348	A
T3	3	75.839	A
T1	3	75.458	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

## **GRASA vs. TRATAMIENTO**

Método

Hipótesis nula                    Todas las medias son iguales  
Hipótesis alterna                Por lo menos una media es diferente  
Nivel de significancia         $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TRATAMIENTO	4	T1, T2, T3, T4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	14.3846	4.79485	61.78	0.000
Error	8	0.6209	0.07762		
Total	11	15.0055			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.278598	95.86%	94.31%	90.69%

Medias

TRATAMIENTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	6.660	0.195	(6.289, 7.031)
T2	3	5.870	0.325	(5.499, 6.241)
T3	3	3.877	0.360	(3.506, 4.248)
T4	3	4.517	0.192	(4.146, 4.888)

Desv.Est. agrupada = 0.278598

## **Comparaciones en parejas de Tukey**

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
T1	3	6.660	A
T2	3	5.870	B
T4	3	4.517	C
T3	3	3.877	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

## **PROTEINA vs. TRATAMIENTO**

Método

Hipótesis nula                    Todas las medias son iguales  
Hipótesis alterna                Por lo menos una media es diferente  
Nivel de significancia         $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TRATAMIENTO	4	T1, T2, T3, T4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	30.091	10.0304	15.89	0.001
Error	8	5.051	0.6313		
Total	11	35.142			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.794569	85.63%	80.24%	67.66%

Medias

TRATAMIENTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	65.7546	0.1313	(64.6967, 66.8124)
T2	3	66.8777	0.0575	(65.8199, 67.9356)
T3	3	68.194	0.620	( 67.136, 69.252)
T4	3	70.008	1.456	( 68.950, 71.066)

Desv.Est. agrupada = 0.794569

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
T4	3	70.008	A
T3	3	68.194	A B
T2	3	66.8777	B C
T1	3	65.7546	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.