

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y ALIMENTOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA



**“RESPUESTA PRODUCTIVA A TRES NIVELES DE
INCORPORACIÓN DE UN NUTRACÉUTICO EN LA
ALIMENTACIÓN DE ALEVINES DE TILAPIA NILÓTICA
Oreochromis niloticus, Linnaeus, 1758”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
PESQUERO

CYNTHIA LISETTE JO RIVERO

ALVARO MAURICIO SUCLUPE ESPINOZA

Callao, febrero, 2020

PERÚ

DEDICATORIA

A mi hermosa familia, en especial

a mis amados abuelos Jaime y Esperanza.

A mis padres Cynthia y Juan, junto a mis hermanitos.

A mis tíos, en especial a Alex. A mis luces Luis y Jaime
y a cada una de las personas que me brindaron su apoyo.

Cynthia Lisette Jo Rivero

DEDICATORIA

Para Regina y Mauro
gracias por el apoyo brindado
año tras año.

Alvaro Mauricio Suclupe Espinoza

AGRADECIMIENTO

En estas líneas queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a las personas que de alguna manera estuvieron con nosotros durante la realización de este estudio.

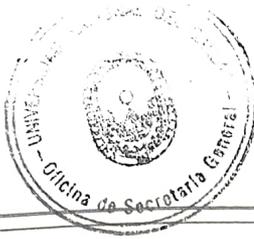
Agradecer a nuestros asesores de tesis, al Dr. Juan Battaglia Aljaro DMV y al Ms.C. Antonio Mariluz Fernández, que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollar esta investigación.

A nuestros padres porque fueron el sustento en todo momento, sus consejos nos han permitido continuar pese a los obstáculos que se presentaron en el trayecto.

A nosotros, por la paciencia y dedicación, porque con la amistad que formamos, pudimos lograr con éxito este objetivo.

A todos quienes contribuyeron con su apoyo de manera desinteresada, sus buenos ánimos y comprensión durante el proceso de investigación y redacción de este trabajo.

Muchas gracias



Acta de Sustentación

En la Sala de Sesión del Consejo de Facultad (2^a piso del pabellón B-FIPA) de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao, en la AV. Juan Pablo II N° 306 Bellavista - Callao, siendo las 11.30 a.m. del día miércoles 12 de febrero, 2020; los miembros del Jurado Evaluador de la Tesis "Respuesta productiva a tres niveles de incorporación de un nutraceutico en la alimentación de alevinos de Tilapia Nilótica Oreochromis niloticus, Linnaeus, 1758", presentado por los Bachilleres egresados de Ingeniería; designados mediante Resolución del Decanato de Facultad N° 003.2020-DFIPB, conformada por:

Mg. Walter Alvirte Ruesta	Presidente
Mg. Gloria Albina Gutiérrez Romero	Secretario
Mg. José A. Romero Rector	Vocal
M.S.C. Arnulfo A. Manluz Fernández	Asesor

Se reunieron para desarrollar el Acto Público de Sustentación de la Tesis indicada cuyos autores son los Bachilleres en Ingeniería Pesquera: Srta. CYNTHIA LISETTE JO RIVERO, Sr. AIVARO MAURICIO SUCLUPE ESPINO para que procedan a la Sustentación de la Tesis: "RESPUESTA PRODUCTIVA A TRES NIVELES DE INCORPORACIÓN DE UN NUTRACÉUTICO EN LA ALIMENTACIÓN DE ALEVINES DE TILAPIA NILÓTICA Oreochromis niloticus, Linnaeus, 1758" en un tiempo máximo de 20 minutos.

Concluido el acto de sustentación, los miembros del Jurado Evaluador procedieron a formular las preguntas correspondientes a la tesis expuesta para ser absueltas por los sustentantes; culminada esta etapa el Jurado procedió a deliberar para determinar la Calificación de la Tesis.

En concordancia con el artículo 82° del Reglamento de Grados y Titulos (Resolución N° 245-2018-CU) y el artículo 27° del citado Reglamento, se otorgó la calificación de BUENO. Acto seguido y de acuerdo al literal "h" del artículo indicado; el Presidente del Jurado Evaluador procedió a tomar el juramento



de los tesisistas.

Siendo 14.10 horas del 12 de febrero de 2020, el Presidente del Jurado Evaluador, dedora culminada y levanta la reunión de sustentación de Tesis para la obtención del Título Profesional, dado fe de lo actuado firman:


Mg. WALTER ALVITES RUESTA.
Presidente.


Ing. GLORISA ALCINA GUTIERREZ ROMERO
Secretario


Mg. JOSÉ ANTONIO ROMERO DEXTER
VOCAL.


MSc. ARNULFO ANTONIO MARILUZ FERNÁNDEZ
ASESOR

ÍNDICE

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Identificación del problema	10
1.2 Formulación del problema	11
1.3 Objetivos de la investigación	11
1.3.1 Objetivo general	11
1.3.2 Objetivos específicos	12
1.4 Justificación de investigación	13
1.4.1 Justificación teórica	13
1.4.2 Justificación legal	13
II. MARCO TEÓRICO	14
2.1 Antecedentes	14
2.1.1 Cultivo de la Tilapia en el Mundo	14
2.2 Bases Teóricas	24
2.2.1 Características de la Tilapia	24
2.2.2 Cultivo de fase	27
2.2.3 Aspectos nutricionales y alimentación de la Tilapia	30
2.2.4 Sistema inmunitario de los peces teleósteos	34
2.2.5 Generalidades Nutracéuticos	36
2.2.6 Equinácea (Echinacea purpurea)	37
2.3 Definiciones de términos básicos	41
III. VARIABLES E HIPÓTESIS	48
3.1 Variables de investigación	48
3.1.1 Variable independiente	48
3.1.2 Variables dependientes	48
3.2 Operacionalización de variables	49
3.3 Hipótesis	50

IV. METODOLOGÍA.....	51
4.1 Tipo de investigación.....	51
4.2 Diseño de la investigación.....	52
4.2.2 Fórmula experimental	53
4.3 Población y muestra	54
4.3.1 Población	54
4.3.2 Muestra	54
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	56
4.4.1 Materiales, instrumentos, equipos y reactivos.....	62
4.4.2 Métodos de análisis	65
4.5 Plan de análisis estadísticos de datos.....	72
V. RESULTADOS	73
5.1 Evaluación de parámetros fisicoquímicos en el agua	73
5.2 Evaluación de los parámetros productivos	77
5.3 Evaluación del sistema inmunológico (%Leucocito)	87
5.4 Evaluación del sistema nutricional (%Hematocrito)	88
VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS	91
VII. CONCLUSIONES.....	94
VIII. RECOMENDACIONES	96
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
IX. ANEXOS	110

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 2.1 COSECHA DE TILAPIA EN EL PERÚ, 2006-2017 (TM)	17
GRÁFICO N° 2.2 COSECHA DE TILAPIA EN LAS PRINCIPALES REGIONES .	18
GRAFICO N° 5.1 VALORES PROMEDIO DE OXIGENO DISUELTO (mg/l) POR TRATAMIENTO BISESEMANAL.....	71
GRAFICO N° 5.2 VALORES PROMEDIO DE AMONIO (mg/l) EN EL AGUA POR TRATAMIENYO SEMANAL.....	72
GRAFICO N° 5.3 VALORES PORMEDIO DE NITRITOS (mg/l) EN EL AGUA POR TRATAMIENTO BISEMANAL.....	73
GRAFICO N° 5.4 VALORES PROMEDIO DE TEMPERATURA (°C) DEL AGUA POR TRATAMIENTO BISEMANAL.....	73
GRAFICO N° 5.5 VALORES PROMEDIO DEL pH DEL AGUA POR TRATAMIENTO BISEMANAL.....	74
GRAFICO N° 5.6 VALORES PROMEDIO DE PESO (g) DE LOS ALEVINES DE TILAPIA CHITRALADA POR TRATAMIENTO BISEMANAL.....	75
GRAFICO N° 5.7 VALORES PROMEDIO DE TALLA (cm) DE LOS ALEVINES DE TILAPIA CHITRALADA POR TRATAMIENTO BISEMANAL.....	77
GRAFICO N° 5.8 TALLA PROMEDIO (cm) Y LINEA DE TENDENCIA EXPONENCIAL GENERAL DE LOS ALEVINENES DE TILAPIA.....	78
GRAFICO N° 5.9 VALORES PROMEDIO DE LA TASA DE CRECIMIENTO (g/dia) DE LOS ALEVINES DE TILAPIA POR TRATAMIENTO AL FINAL DEL PERIODO EXPERIMENTAL.....	79
GRAFICO N° 5.10 VALORES PROMEDIO DE LA TASA DE CRECIMIENTO ESPECIFICO (%/dia) DE ALEVINES DE TILAPIA POR TRATAMIENTO AL FINAL DEL PERIODO EXPERIMENTAL.....	80
GRAFICO N° 5.11 VALORES PROMEDIO DE LA TASA DE FACTOR DE CONVERSION DE LOS ALEVINES DE TILAPIA POR TRATAMIENTO DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL.....	81

GRAFICO N° 5.12 VALORES PROMEDIO DE CONVERSION DE ALIMENTO DE LOS ALEVINES DE TILAPIA POR TRATAMIENTO DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL.....82

GRAFICO N° 5.13 VALORES PROMEDIO DEL COEFICIENTE TERMICO DE CRECIMIENTO DE LOS ALEVINES DE TILAPIA CHITRALADA POR TRATAMIENTO.....83

GRAFICO N° 5.14 VALORES PROMEDIO DE LEUCOCITOS (%) EN ALEVINES DE TILAPIA POR TRATAMIENTO AL FINAL DEL PERIODO EXPERIMENTAL.....84

GRAFICO N° 5.15 VALORES PROMEDIO DE HEMATOCRITO (%) EN ALEVINES DE TILAPIA POR TRATAMIENTO AL FINAL DEL PERIODO EXPERIMENTAL.....86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 2. 1 Efecto De La Equinacea En La Tilapia	23
Tabla N° 2. 2 Taxonomía De Tilapia (O. Niloticus).....	26
Tabla N° 2. 3 Parametros De Cultivo De Tilapia (O. Niloticus).....	27
Tabla N° 2.4 Efectos De La Concentración De Oxígeno En El Cultivo De Tilapia	29
Tabla N° 2.5 Requerimiento De Proteína Y Ración Diaria Del Alimento Balanceado Para Las Distintas Fases De Producción De Tilapia	31
Tabla N° 2.6 Taxonomía De La Equinacea (Echinacea Purpurea)	38
Tabla N° 2.7 Contenido Y Principios Del Diente De León (Taraxacum Officinale).....	40
Tabla N° 2.8 Taxonomía Del Diente De León (Taraxacum Officinale)	40
Tabla N° 4.1 Diagrama Del Diseño Experimental	52
Tabla N° 4.2 Fórmula Experimental	53
Tabla N° 5. 1 Valores Promedio De Oxígeno Disuelto (Mg/L) Por Tratamiento Bisemanal.....	74
Tabla N° 5. 2 Valores Promedio De Temperatura (°c) En El Agua De Cultivo Por Tratamiento - Bisemanal	76
Tabla N° 5. 3 Valores Promedio De Ph En El Agua De Cultivo Por Tratamiento - Bisemanal.....	77
Tabla N° 5. 4 Valores Promedio De Peso (G) En El Agua De Cultivo Por Tratamiento - Bisemanal.....	78
Tabla N° 5. 5 Valores Promedios De La Tasa De Crecimiento Absoluto (G/Día) De Alevines De Tilapia Por Tratamiento	81
Tabla N° 5. 6 Valores Promedios De La Tasa De Crecimiento Específico (%/Día) De Alevines De Tilapia Por Tratamiento.....	82

Tabla N° 5. 7	Valores Promedios Inicial Y Final Del Factor De Condición En Alevines De Tilapia Por Tratamiento.....	83
Tabla N° 5. 8	Valores Promedios De La Conversión Alimentaria En Alevines De Tilapia Por Tratamiento Durante El Periodo Experimental	85
Tabla N° 5. 9	Valores Promedios Del Coeficiente Térmico De Crecimiento En Alevines De Tilapia Por Tratamiento Durante El Periodo Experimental.....	86
Tabla N° 5. 10	Valores Promedios De Leucocitos (%) En Alevines De Tilapia Por Tratamiento Al Final Del Periodo Experimental.....	88
Tabla N° 5. 11	Comparaciones En Parejas De Tukey Para El Sistema Inmunológico (%Leucocitos) Entre Los Tratamientos.....	88
Tabla N° 5. 12	Valores Promedios De Hematocrito (%) En Alevines De Tilapia Por Tratamiento Al Final Del Periodo Experimental ..	89
Tabla N° 5. 13	Comparaciones En Parejas De Tukey Para Sistema Nutricional (%Hematocrito) Entre Los Tratamientos	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 2.1 Instalaciones De Aquahuaura S.A.	16
Figura N° 2.2 Morfología Externa De Tilapia Nilótica (O. Niloticus)	26
Figura N° 2.3 Equinacea (Echinacea Purpurea)	39
Figura N° 2.4 Diente De León (Taraxacum Officinale)	41
Figura N° 3.1 Operacionalización de variables	49
Figura N° 4.1 Diseño del Sistema De Recirculación por tratamiento	57
Figura N° 4.2 Diseño del Filtro Mecánico Biológico de cada tratamiento ..	59
Figura N° 4.3 Acondicionamiento de los Sistemas De Recirculación Acuícola	59
Figura N° 4.4 Aclimatación de los peces	60
Figura N° 4.5 Incorporación del Nutracéutico al alimento	61
Figura N° 4.6 Toma de Muestra de Sangre en los peces.....	71

RESUMEN

Este estudio fue realizado con el objetivo de evaluar el efecto de la incorporación de tres niveles de un nutraceutico (INMUPLUS L®) compuesto a base del extracto de las plantas (*Echinacea purpurea* y *Taraxacum officinale*) en la alimentación de alevines de Tilapia, variedad Chitralada sobre el crecimiento, parámetros productivos y estado inmunológico y nutricional.

El diseño experimental consto de cuatro tratamientos (T0, T1, T2 y T3) y tres repeticiones, cada tratamiento con una concentración de 0, 0,2; 0,4 y 0,6% del nutraceutico respectivamente. Los peces ($0,21 \pm 0,06g$) fueron distribuidos aleatoriamente con una muestra de 54 peces/acuario y alimentados a saciedad 8 veces al día durante 16 semanas.

Los resultados obtenidos para las variables de crecimiento y parámetros productivos (la ganancia de peso y talla, tasa de crecimiento absoluto, tasa de crecimiento específico, factor de condición, coeficiente de crecimiento térmico y conversión alimentaria) no mostraron diferencias significativas estadísticamente entre los tratamientos ($P > 0,05$). Respecto al estado inmunológico, el % de leucocito fue significativamente mayor para T2 en comparación con los demás tratamientos ($P < 0,05$). El % de hematocrito fue significativamente mayor en los peces alimentados con las dietas adicionadas con el nutraceutico (T1, T2 y T3), cuando es comparado con el tratamiento control ($P < 0,05$). Por lo tanto, se demuestra que T2 (0,4% del nutraceutico), siendo esta dosis la más adecuada para su uso.

ABSTRACT

This study was carried out with the purpose of evaluating the effect of the incorporation of three levels of a nutraceutical (INMUPLUS L®) composed of plant extracts (*Echinacea purpurea* and *Taraxacum officinale*) in the feeding of Tilapia fry, Chitralada variety, on growth, productive parameters and immunological and nutritional status.

An experimental design with four treatments (T0, T1, T2 and T3) and three replicates was used in the development of the research, each treatment with a concentration of feed respectively. The fish ($0,21 \pm 0,06g$) were randomly distributed with a 54-fish/aquarium sample and fed *ad libitum*, 4 times per day, for 16 weeks.

Biometrics were performed weekly to evaluate weight and length gain, absolute growth rate, specific growth rate, condition factor, thermal growth coefficient and feed conversion ratio. Immunological and nutritional status were evaluated at the end of the study.

The results obtained for the variables of growth and productive parameters show improvement in the treatments with addition of the nutraceutical, however, the statistical analysis does not show significant difference ($P > 0,05$). For the immunological status, a significant difference ($P < 0,05$) was found between T0 and the other treatments and for the nutritional status between T0 and T2.

In conclusion, it is demonstrated that the incorporation of 0,4% (T2) of the nutraceutical in the feeding of Tilapia fry, generates a positive effect in the analyzed variables, being this dose the most adequate for its application.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del problema

Actualmente el desarrollo de la acuicultura enfrenta riesgos cada vez mayores de incidencia y dispersión de enfermedades. Una de las especies de mayor importancia en la acuicultura es la Tilapia, ya que es una especie resistente a enfermedades además de su capacidad de adaptación a ambientes diversos de cultivo. Sin embargo, éstas pueden presentar enfermedades a causa de un estrés por alta densidad de carga. En la producción animal, incluida la acuicultura, los antibióticos se usan generalmente para tratar enfermedades (Belém-Costa y Cyrino, 2006). El uso indiscriminado de antibióticos ha originado resistencias tanto en personas como en animales, proceso por el cual algunas bacterias consiguen sortear sus efectos e incluso reclutar a otras para que se conviertan en inmunes (Sierralta, 2015). Ello supone el cambio a utilización de productos naturales, los cuales pueden ofrecer un amplio repertorio de componentes con diferentes aplicabilidades, siendo capaces de generar un menor impacto ambiental debido a su reducida toxicidad y rápida degradación (Mioso R., Francisco J., Toledo M., Bravi De Laguna I., y Bessonart M., 2014). Para ello se utilizan alternativas como los nutraceuticos, como por ejemplo los extractos de plantas medicinales. Los efectos de los extractos de *Echinacea purpurea* y de *Taraxacum officinale* sobre el crecimiento, parámetros productivos y/o estado

inmunológico no han sido evaluados en profundidad con peces hasta la fecha. Sin embargo, estos extractos han sido estudiados otros animales, tales como pollos y camarones siendo los resultados prometedores, lo que motiva trabajar éstos en peces.

1.2 Formulación del problema

¿Con qué porcentaje de incorporación del nutraceutico (*Echinacea purpurea* y *Taraxacum officinale*) en la alimentación de alevines de Tilapia *Oreochromis niloticus* variedad Chitralada lograremos efectos positivos en el crecimiento, parámetros productivos, estado inmunológico y nutricional?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar las respuestas productivas a tres niveles de incorporación del nutraceutico (*Echinacea purpurea* y *Taraxacum officinale*) en la alimentación de alevines de Tilapia *Oreochromis niloticus* variedad Chitralada sobre el crecimiento, parámetros productivos, estado inmunológico y nutricional.

1.3.2 Objetivos específicos

- ❖ Evaluar el efecto de la incorporación de 0,2% del nutraceutico alimento (*Echinacea purpurea* y *Taraxacum officinale*) en la alimentación sobre el crecimiento (peso y talla), parámetros productivos (tasa de crecimiento absoluta, tasa de crecimiento específica, conversión alimentaria, factor de condición y coeficiente térmico de crecimiento), estado inmunológico y nutricional.

- ❖ Evaluar el efecto de la incorporación de 0,4% del nutraceutico (*Echinacea purpurea* y de *Taraxacum officinale*) en la alimentación sobre el crecimiento (peso y talla), parámetros productivos (tasa de crecimiento absoluta, tasa de crecimiento específica, conversión alimentaria, factor de condición y coeficiente térmico de crecimiento), estado inmunológico y nutricional.

- ❖ Evaluar el efecto de la incorporación de 0,6% del nutraceutico (*Echinacea purpurea* y de *Taraxacum officinale*) en la alimentación sobre el crecimiento (peso y talla), parámetros productivos (tasa de crecimiento absoluta, tasa de crecimiento específica, conversión alimentaria, factor de condición y coeficiente térmico de crecimiento), estado inmunológico y nutricional.

1.4 Justificación de investigación

1.4.1 Justificación teórica

Se justifica el uso de alevines de la especie Tilapia ya que tiene un alto valor comercial, debido a su valor nutritivo y a su carne blanca, es la segunda especie continental más cultivada a nivel mundial y su producción se realiza de manera intensiva.

En el presente estudio, el uso del nutraceutico, como alternativa al uso de antibióticos en la alimentación de alevines de Tilapia pretende dar condiciones favorables al sistema digestivo, para mejorar la asimilación y digestión de los nutrientes, y así obtener un mejor crecimiento y parámetros productivos, además de un reforzamiento en el estado inmunológico.

1.4.2 Justificación legal

- ❖ Ley Universitaria N° 30220, Capítulo V. Artículo 45.
- ❖ Directiva N° 011–2013–OSG para la presentación del proyecto de tesis e informe de tesis para la titulación profesional de estudiantes de pre grado de la Universidad Nacional del Callao (Aprobado con Resolución N° 759–2013-R del 21 de agosto del 2013).
- ❖ Estatuto de la Universidad Nacional del Callao. Titulo V. Artículo N° 226.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Cultivo de la Tilapia en el Mundo

La Tilapia es una especie de agua dulce cuyo cultivo se inició en África desde el año 1820; se distribuye en todo África, excepto en las montañas septentrionales del Atlas y el suroeste de África (McAndrew, 2000 y PRODUCE, 2004). Esta especie se ha introducido en su mayor parte para fines agrícolas en más de 50 países (Pullin R., Palmares M., Casal C., Dey M., y Pauly D., 1997), habitando en la mayor parte de las regiones tropicales del mundo donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento, además ha contribuido a lo largo de la historia moderna del hombre en brindarle alimento proteico de gran valor biológico (Liñan, 2007).

La Tilapia (*O. niloticus*) variedad Chitralada, fue desarrollada en Tailandia, partió de poblaciones puras de Nilótica, las cuales fueron cultivadas en el palacio real de Chitralada en Bangkok, en la estación experimental del Instituto de Tecnología Asiática (AIT); introducida en Brasil en 1996, fue mejorada genéticamente a lo largo de 5 años, lo cual conllevó a mejorar su tasa de crecimiento, disminuyendo así su tiempo de cultivo hasta 400 gramos en un periodo de 120 a 180 días, además

de desarrollar animales con mayor porcentaje de filetes, entre un 34% a un 38% en animales de 500 a 600 gramos, ésta variedad ha demostrado mejor desempeño reproductivo y sobrevivencia al ser comparada con otras variedades de la misma especie (Mahecha, 2006 citando a Mather y Nandlal, 2000).

El cultivo de Tilapia es de suma importancia en la producción de proteína animal de origen acuático en todo el mundo, específicamente en los países en vías de desarrollo. La Tilapia se destaca en las explotaciones acuícolas intensivas por la rusticidad, la precocidad y sus características organolépticas (Furuya W., Botaro D., Gomes R., Dossantos V., Rosas L., De Castro S., Barriviera F., y Pinseta S., 2005).

2.1.2 Historia de la Tilapia en el Perú

La introducción de la Tilapia al Perú data desde la década del 60, en donde la Dirección General de Caza y Pesca del Ministerio de Fomento y Agricultura realizó las primeras introducciones con la *Tilapia rendalli* para repoblamiento. Una década más tarde se introdujeron las especies *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis hornorum* y *Oreochromis mossambicus* con fines de investigación (Baltazar, 2009). A partir del 2001 se impulsó la producción de policultivos de Tilapia-Langostino a nivel de investigación. El cultivo de Tilapia se encuentra en un potencial crecimiento, habiéndose registrado una producción de 3,840 toneladas

en el año 2013, de las cuales 286 toneladas fueron destinadas para exportación, siendo el principal mercado los Estados Unidos de América (Sierralta, 2015); en ese mismo año como respuesta al crecimiento del mercado estadounidense, se le empieza a dar gran importancia al cultivo de la Tilapia en el Perú, apareciendo varias empresas a nivel comercial, siendo las más importantes AcuaHuaura SAC (Huacho), American Quality Acuaculture S.A - ACUAPERU (Piura) y del Grupo Rocío (Virú, La Libertad), (Baltazar, 2009). Estas empresas aún siguen cultivando tilapias a niveles intensivos y súper intensivos. La empresa AcuaHuaura, (véase la figura N° 2.1), realiza cultivo súper intensivo con Tilapia Chitralada y es proveedor para el cultivo sustentable acuícola en la región de San Martín.

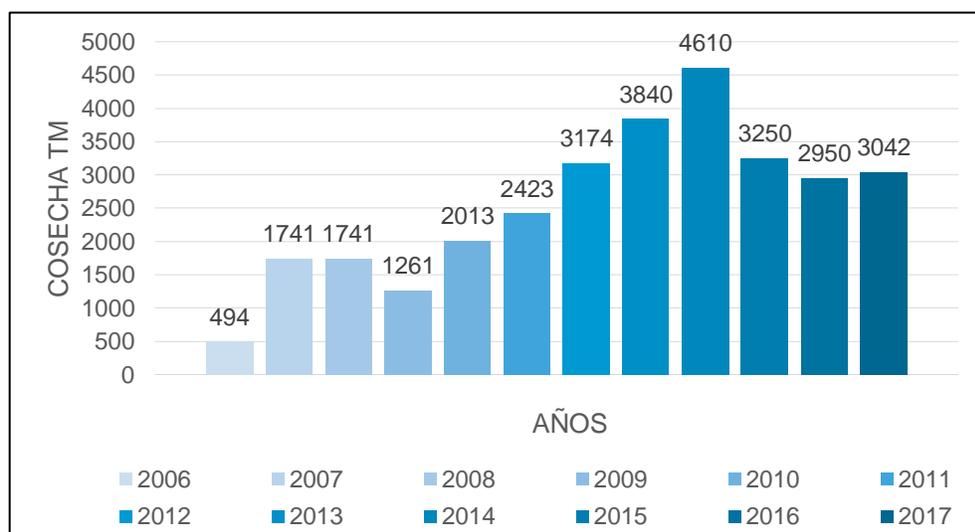
**FIGURA N° 2. 1
INSTALACIONES DE AQUAHUAURA S.A.**



Fuente: NALTECH (2017)

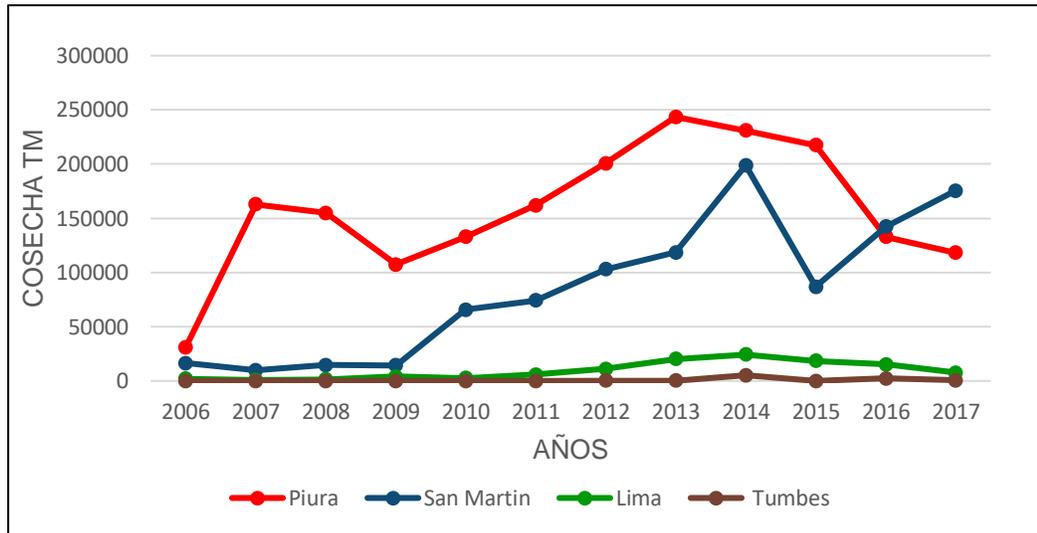
La cosecha de Tilapia en el Perú ha ido creciendo exponencialmente, a partir del año 2006, cuando se cosechaban 494 TM hasta el año 2014 en donde se reportó una cosecha de 4610 TM, para el año 2017 las cifras llegaron a 3042 TM (véase el Gráfico 2.1). La partición de las regiones productoras se observa en el gráfico 2.2, el que ha sido elaborado a partir de la información disponible en la Red Nacional de Información Acuícola de PRODUCE (RNIA-PRODUCE) la que señala que actualmente en el país existen 668 centros acuícolas oficiales registrados que la cultivan, siendo las principales zonas de producción los departamentos de Piura, San Martín, Tumbes y Lima.

**GRÁFICO N° 2. 1
COSECHA DE TILAPIA EN EL PERÚ, 2006-2017 (TM)**



Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICO N° 2. 512
COSECHA DE TILAPIA EN LAS PRINCIPALES REGIONES
DEL PERU 2006-2017 (TM)**



Fuente: Elaboración Propia

La especie tiene muchas posibilidades de cultivarse en estanques. Su rápido crecimiento, facilidad de reproducción, buen sabor y cuerpo resistente hacen de la Tilapia el pez ideal. Particularmente para el cultivador que se inicia en la producción de peces (Levonn y Charley citados por Casillas y Esparza, 1999).

2.1.2 Nutracéuticos

La intensificación de los cultivos causa estrés a los animales y disminuye la calidad del agua (Yousefian y Amiri, 2009). El estrés va a reducir la competencia inmunológica de estos animales, los cuales se volverán más vulnerables a las infecciones bacterianas, es así como la

utilización de antibióticos se vuelve común, objetivo de críticas, por su potencial efecto en seleccionar bacterias resistentes y para destruir el microbiota ambiental (García, 2008).

En la producción de animales, incluida la acuicultura, durante décadas se han usado antibióticos para prevenir brotes de enfermedades, y/o como promotores del crecimiento, administrándolo en dosis más bajas (Yuji-Sado R., Raulino-Domanski F., Franchi De Freitas, P., y Baioco-Sales F., 2015), pero están siendo prohibidos gradualmente debido a las regulaciones gubernamentales en materia de seguridad alimentaria, inocuidad y protección del medio ambiente (Zhou Z., He S., Liu Y., Shi P., Huang G., y Yao B. 2009), además se considera de alto riesgo, considerando el problema de los residuos en los productos destinados a consumo humano, las implicancias de ellos en la generación de resistencia antibiótica en la población humana (Battaglia, 2017); en éste sentido colabora de manera eficiente.

Por otra parte, la gestión de la enfermedad usando vacunas tiene la limitación de que son demasiado específicas, es decir, si el agente que causa la enfermedad es otro, la vacuna no sirve (Brown, 1989). Como alternativa al uso inadecuado de antibióticos, se han estudiado diversas opciones, como los probióticos, prebióticos y nutracéuticos, que contribuyen con el desarrollo de microorganismos benéficos en el tracto gastrointestinal, lo que resulta en mejoras en los procesos de

digestión y absorción de los nutrientes (Pelicano E., Souza P., y Souza H., 2002), en sustitución de los antimicrobianos (Irianto y Austin, 2002). Sus aplicaciones en acuicultura han mostrado resultados positivos, pero todavía insuficientes (Yousefian y Amiri, 2009).

Los antecedentes relacionados con la acuicultura informan del uso de los productos naturales como desinfectantes, herbicidas, pesticidas, parasiticidas y antibióticos (Weston, 2000), así como suplementos alimenticios, en forma de vitaminas, ácidos grasos, carotenoides, inmunoestimulantes, hormonas y atrayentes (Boonyaratpalin, 2000); se puede dar la utilización de la materia prima sin ningún tipo de tratamiento, hasta su producción para la transformación a productos de alto valor agregado, aplicables a sectores como el farmacéutico, nutracéutico, agrario y, por supuesto, acuícola (Mioso et al., 2014).

En diversos países los nutracéuticos son usados como alternativa natural en explotaciones de animales tradicionales como pollos, cerdos y vacas. Siendo demostrado que su uso en el cultivo de pollos consigue mejorar la respuesta a la vacunación, disminución de la mortalidad y mejorar el peso de estos animales (Battaglia, 2017).

Según pruebas realizadas con pollos de engorde vacunados ofreciéndoles el nutracéutico elaborado con extractos de *Echinacea purpurea* y *Taraxacum officinale* a razón de 0,5 ml/L de agua, durante una semana, luego 2 semanas de descanso y finalmente una semana más, dieron como resultado un incremento de la actividad fisiológica del sistema inmune, la disminución de la mortalidad en la última etapa de vida y una respuesta eficaz en el aumento de la respuesta de las vacunas. Por otro lado en las pruebas realizadas con cerdos machos en la etapa de engorde se le ofreció 1ml/L de agua durante 15 días, luego una semana de descanso y finalmente 7 días más con la misma concentración, obteniéndose un aumento significativo en la ganancia media diaria de peso, disminuye favorablemente el índice de conversión y mejora de la inmunidad (Pié, 2017).

La *Echinacea purpurea* es una planta medicinal y se utiliza contra enfermedades bacterianas y virales, además como inmunoestimulante en seres humanos. Es por eso que podría usarse en la acuicultura para combatir enfermedades microbianas (Medina–Beltran et al., 2012). Además podría usarse como un potenciador de crecimiento, aumentar la biomasa total de producción y como control de enfermedades en peces (Salah A., Mohamed F, Y George J., 2008)

Akbary et al. (2016) evaluaron el efecto de la echinacea en el crecimiento de la Lisa (*Mugil cephalus*) a 0, 50, 100, 200 g/kg de

alimento, encontrándose que a una concentración de 200g/kg de alimento, la tasa de conversión de alimento fue significativamente bajo mientras que el peso final, la tasa de crecimiento y los parámetros hematológicos fueron significativamente altos.

Resultados similares obtuvieron Oskoi et al. (2011) quienes evaluaron la echinacea a 0, 0.25, 0.5, 1 y 2 g/kg de alimento en alevines de trucha arcoíris, donde a 0.25 y 0.5 g/kg de alimento hubo un aumento significativo en el crecimiento e índices hematológicos.

Ademas Kasiri et al. (2011) evaluaron la echinacea a 0.25 ppt añadido en el alimento de alevines de pez angel (*Pterophyllum scalare*) encontrando que hay un aumento significativo en el crecimiento y la supervivencia.

George J., Salah M., Mahmoud R., Gamal El-Naggar y Mohamed F. (2007), experimentó el uso de cuatro plantas inmunoestimulantes en diez tratamientos, para evaluar su efecto en la supervivencia y crecimiento de *Tilapia nilótica*. Adicionaron dosis de 0,25 y 1 ppt de *Echinacea purpura* en el alimento balanceado, obteniéndose un aumento en el peso, la biomasa, supervivencia y hematocritos respecto al tratamiento control.

Similares resultados encontraron Salah *et. al.*, (2008) que a una concentración de 0.25 ppt de *Echinacea purpurea* añadido en el alimento de tilapia mejora el crecimiento y la supervivencia de *Tilapia*

es por ello que recomienda su uso como un suplemento alimenticio e inmunoestimulante para mejorar la producción de la Tilapia, aunque también añade que se necesita más estudios para evaluar los costos y los beneficios.

En la tabla N° 2.1, se muestra el efecto sobre la respuesta inmune, al incluir *Echinacea purpurea* en la dieta de Tilapia en un trabajo de investigación realizado por Fajer (2017).

TABLA N° 2. 1 EFECTO DE LA EQUINACEA EN LA TILAPIA

Espece	Extracto	Inclusión en Dieta / Tiempo de exposición	Incremento en respuesta Inmune
<i>Oreochromis niloticus</i>	Extracto de <i>Echinacea purpurea</i>	Oral 0,25 ppt – 128 días	Incremento de Leucocitos y Lizosimas y resistencia a <i>Pseudomona fluorescens</i>

Fuente: Modificado de Fajer – Avila (2017) citando a Quezada – Rodriguez (2012).

La evidencia indica que *Taraxacum officinale* puede restaurar la función inmune suprimida inducida experimentalmente en animales mediante el aumento de la inmunidad mediada por células, humoral y no específica (Luo, 1993).

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Características de la Tilapia

Características productivas

Según Saavedra (2006), Liñan (2007) y Sierralta (2015), la Tilapia es una especie que presenta las siguientes particularidades:

- Presencia y demanda en el mercado
- Presenta un rápido crecimiento.
- Hábitos alimenticios omnívoros y acepta fácilmente el alimento balanceado.
- Tolera elevadas densidades de siembra.
- Soporta bajas concentraciones de oxígeno, altos niveles de amonio y reducidos valores de pH.
- Resiste al manipuleo durante la siembra, traslado y cosecha.
- Buena y fácil reproducción.
- Buena conversión alimenticia, ganancia de peso y sobrevivencia.

Características biológicas

Las tilapias han colonizado hábitats muy diversos, se les encuentra en: ríos, lagos, lagunas y estuarios (Navarro, 2002); en estas aguas dulces es donde generalmente es cultivada esta especie, sin embargo también se adapta en aguas salobres (PRODUCE, 2015); es preferible los cultivos de monosexo, por esto se realiza la producción de súper machos o se efectúa la reversión de las hembras a machos aplicando

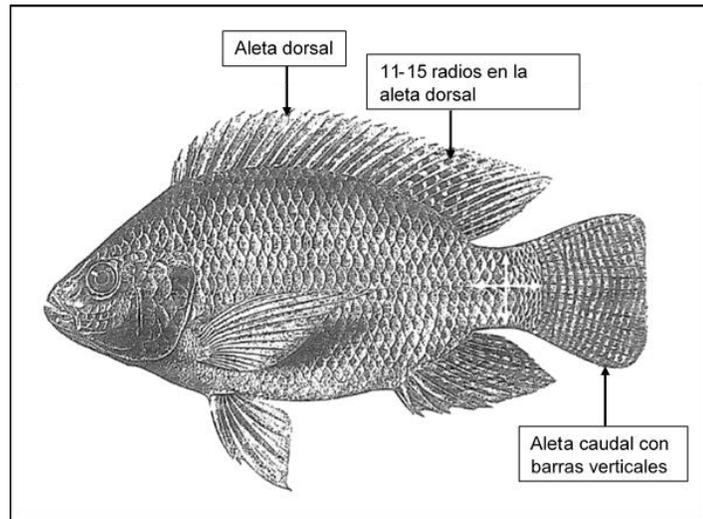
hormonas como la 17α metil-testosterona en el alimento durante los primeros 30 días de nacidos.

Características morfológicas

La Tilapia es un pez de cuerpo alargado, alto y muy comprimido, la boca es protráctil, oblicua y de labios gruesos, también posee orificios nasales (Mejía, 2014); sin embargo, para su variación de Tilapia Chitralada, (*O. chitralada*), el cuerpo no es tan alargado pero sí es más alto, además de tener la cabeza en forma de un cono. La aleta dorsal es larga y continua, formada por espinas y radios blandos; la anal es semejante a la porción blanda de la dorsal, y la caudal puede ser redondeada, truncada o emarginada. Las pectorales son generalmente largas y las pélvicas se ubican en el tórax (Casillas, 1999). La Tilapia Nilótica presenta por lo general un color cenizo azulado (gris), siendo el macho de un color más claro al de la hembra, diferenciándose así de las demás especies de tilapias (Hurtado, 2003).

Las tilapias se distinguen por exhibir una aleta dorsal con 16 a 18 espinas y de 29 a 31 radios, su aleta caudal tiene bandas negras, boca terminal en donde se ubican 1 a 5 filas de dientes mandibulares uniformemente pequeños, también poseen de 14 a 27 branquiespinas (Mahecha, 2006).

FIGURA N° 2. 259
MORFOLOGÍA EXTERNA DE TILAPIA NILÓTICA
(*O. niloticus*)



Fuente: FAO (2018).

Taxonomía

TABLA N° 2. 2
TAXONOMÍA DE TILAPIA (*O. niloticus*)
Clasificación: Linnaeus, 1758

Phylum	<i>Chordata</i>
Sub Phylum	<i>Vertebrata</i>
Superclase	<i>Osteichthyes</i>
Clase	<i>Actinopterygii</i>
Subclase	<i>Neopterygii</i>
Orden	<i>Perciformes</i>
Suborden	<i>Labroidei</i>
Familia	<i>Cichlidae</i>
Genero	<i>Oreochromis</i>
Especie	<i>Oreochromis niloticus</i>

Fuente: Integrated Taxonomic Information System (2017).

2.2.2 Cultivo de fase

Fases de producción

Sierralta (2015) menciona las siguientes fases de producción en el caso de la engorda comercial:

- Precría: Comprende la crianza de alevines con pesos entre 1 a 5 gramos.
- Crecimiento: Esta etapa comprende ejemplares entre los 5 y 8 gramos de peso.
- Engorde: Esta fase comprende desde los 150 gr hasta el peso de cosecha.

Parámetros de cultivo

Entre los parámetros a evaluar en el cultivo de Tilapia tenemos al oxígeno disuelto, temperatura, pH, amonio total y nitritos como los de mayor importancia.

TABLA N° 2. 3
PARAMETROS DE CULTIVO DE TILAPIA (*O. niloticus*)

PARÁMETRO	RANGOS IDEALES
Oxígeno disuelto	3 – 10 mg/l
Temperatura	24 – 28° C
pH	6.5 – 9.0
Amonio total	Hasta 2.0 mg/l
Nitritos	0 a 0.1 mg/l

Fuente: Cantor (2007).

Temperatura

La influencia de la temperatura sobre la respiración, crecimiento, descomposición bacteriana de la materia orgánica y otros suele ser muy decisiva (Hurtado, 2003). La Tilapia se adapta con facilidad a las condiciones variables de su entorno ya que es un pez tropical, además se desarrolla en un amplio rango de temperatura del agua, siendo las temperaturas óptimas para su cultivo entre 24°C y 32°C. (Mejía, 2014).

Oxígeno

El oxígeno disuelto es una de las principales variables de calidad de agua a tenerse en cuenta en cultivo de organismos acuáticos, y debe tenerse en cuenta no solo su disponibilidad, sino los requerimientos de la especie a cultivar, ya que afecta principalmente el metabolismo respiratorio y la excreción de amonio (Mejía, 2014).

La Tilapia es una de las especies más tolerantes fluctuaciones de oxígeno, y pueden soportar concentraciones de 0.1mg/L por pocas horas, pero la concentración ideal para un buen crecimiento se encuentra entre 2 a 5mg/L de oxígeno (Hurtado, 2003).

TABLA N° 2. 4
EFFECTOS DE LA CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO EN EL
CULTIVO DE TILAPIA

OXÍGENO DISUELTO (mg/L)	EFECTO EN ALEVINES
0.3 – 0.1	Letal en exposiciones prolongadas
2.0 – 4.0	Hay sobrevivencia, pero mayor porcentaje de mortalidad en exposiciones prolongadas
5.0 – más	Rango deseable

Fuente: Larriviere citado por Mejía (2014).

pH

Es la concentración de iones de hidrogeno en el agua. Para el cultivo de Tilapia se considera que el pH óptimo debes estar entre 6.5 y 9.0, valores por encima o por debajo de los óptimos ocasiona aletargamiento y las grandes oscilaciones afectan a la reproducción y el crecimiento (Mejía, 2014).

Amonio

Es el principal producto final del catabolismo de las proteínas, y en compañía de los nitratos y nitritos, son típicos indicadores de la

contaminación de las aguas. Los peces excretan entre el 60% y el 90% del nitrógeno de desecho a través de las branquias en forma de amonio.

Además, el amonio excretado está en equilibrio entre el amonio no ionizado (NH_3) que es tóxico para los peces y el amonio ionizado (NH_4) que no es tóxico. El porcentaje de amonio ionizado aumentará si es que el oxígeno disuelto es bajo, el pH es alto o si la temperatura es alta. La Tilapia por lo general tolera niveles de amonio menores a 1.5mg/L (Hurtado, 2003).

Nitratos y nitritos

El Nitrato no es relativamente tóxico para la Tilapia, pero su exposición prolongada a niveles elevados puede reducir la respuesta inmune y ocasionar mortalidad. El Nitrito sí es altamente tóxico ya que perturba las funciones fisiológicas de los peces y retrasa el crecimiento (El-Sayed, 2006), por lo tanto, debe mantenerse a concentraciones menores a 0.5 ppm (Hurtado, 2003).

2.2.3 Aspectos nutricionales y alimentación de la Tilapia

Aspectos nutricionales

La nutrición es el componente más costoso en la industria de la acuicultura ya que representa más del 50% de los gastos operativos, es

por ello que en los últimos años se ha prestado gran atención a la nutrición acuícola. Además, un buen manejo en la alimentación garantiza el éxito en el cultivo de tilapias (El-Sayed, 2006).

Proteínas

El contenido proteico es uno de los componentes más importantes del alimento balanceado para peces ya que aproximadamente el 70% del peso seco de la materia orgánica del tejido de los peces está compuesto por proteínas (Aguirre, 2011).

**TABLA N° 2. 5
REQUERIMIENTO DE PROTEÍNA Y RACIÓN DIARIA DEL
ALIMENTO BALANCEADO PARA LAS DISTINTAS FASES DE
PRODUCCIÓN DE TILAPIA**

FASE DE PRODUCCIÓN	NIVEL DE PROTEÍNA (%)	RACIÓN DIARIA
Pre Cría	45	10-12% de biomasa 8 a 10 veces al día
Crecimiento	30-32	3-5% de biomasa 4 a 6 veces al día
Engorde	28-30	1.2-1.3% de biomasa 2 a 4 veces al día

Fuente: Sierralta (2015)

El requerimiento de proteínas de la Tilapia dependerá más que todo del tamaño del pez, es decir mientras más grande sea el pez su requerimiento de proteínas será menor. Para las etapas larvales requiere cerca del 35% a 45% de proteína en la dieta para un rendimiento máximo de crecimiento, mientras que para la etapa juvenil requiere ente 30% a 40% y para la etapa adulta un 20% a 30% (El-Sayed, 2006).

Carbohidratos

Las tilapias pueden usar de manera eficiente entre 35% a 40% de carbohidratos digeribles (El-Sayed, 2006).

Grasas

Los lípidos son un grupo bastante diverso de compuestos que tienen una función importante como fuente de energía. También son parte de las membranas de las células animales, son precursores de prostaglandinas y esteroides, transportan vitaminas y son fuente de ácidos grasos especiales (Santamaría, 2014).

Las tilapias utilizan los lípidos de manera muy eficiente, y requieren alrededor de 10% a 15% de lípidos en la dieta para un rendimiento máximo de crecimiento (El-Sayed, 2006).

Vitaminas y minerales

Los minerales y las vitaminas participan en el crecimiento óseo y muscular, en la formación de tejido sanguíneo y en diversos procesos fisiológicos y metabólicos esenciales para la reproducción, crecimiento y mantenimiento del animal, es por ello que tiene una importancia fundamental en la nutrición de los peces.

Los requerimientos de vitaminas para las tilapias no han sido suficientemente estudiados, así como de los minerales ya que existe poca información disponible y no se entiende completamente como es la respuesta del animal (El-Sayed, 2006).

Alimentación

Forma de alimentación: Los métodos de alimentación (alimentación manual, alimentadores automáticos o alimentadores por demanda) pueden afectar el rendimiento de la Tilapia. La alimentación manual es recomendada en cultivos a pequeña escala, porque permite al acuicultor regular la cantidad de alimento a usar, prevenir una sobrealimentación y observar el comportamiento del pez y el consumo de alimento. Sin embargo, los alimentadores automáticos y los alimentadores por demanda son usados por lo general en cultivos a gran escala. (El-Sayed, 2006).

Frecuencia y porcentaje de alimentación

Las tilapias poseen un estomago pequeño y se caracterizan por un comportamiento de alimentación continuo, es por ello que se recomienda que su alimentación sea frecuente, además esta frecuencia y la cantidad de alimento bajara con el incremento del tamaño del pez. Durante la fase de alevinaje, se requiere de 3% a 4% del peso corporal, divididos entre 3 a 4 veces al día.

Está demostrado que incrementar los niveles de alimentación por sobre lo que el pez requiere puede reducir la digestibilidad del alimento y la eficiencia de uso (El-Sayed, 2006).

2.2.4 Sistema inmunitario de los peces teleósteos

Inmunidad es la reacción frente a agente extraños en los que se incluyen los microorganismos (virus, bacterias, hongos, protozoos y parásitos multicelulares) y las macromoléculas (proteínas y polisacáridos). El sistema inmunitario está formado por las células y moléculas que son responsables de dicha inmunidad, mientras que la respuesta coordinada y colectiva de los componentes del sistema inmunitario frente a sustancias extrañas constituye la respuesta inmunitaria. La respuesta inmunitaria se inicia siempre con el

reconocimiento del patógeno o del material extraño y su finalidad es desarrollar un mecanismo capaz de eliminarlo.

El sistema inmunitario de los peces es, en términos generales, muy similar al de los vertebrados superiores. En todos los vertebrados, incluidos los peces, la respuesta inmunitaria puede ser de dos tipos, inmunidad innata e inmunidad adquirida (Cerezuela, 2012).

Inmunidad innata o inespecífica

Es la primera línea de defensa contra la infección en los peces, este incluye las barreras físicas como las superficies mucosas y la piel con un amplio rango de sustancias asociadas como el *muccus* por citar una sola de ellas, pero también una variedad de células inmunológicas y sustancias que producen anticuerpos, las cuales impiden el desarrollo de microorganismos infecciosos.

Inmunidad adquirida o específica

Es la segunda línea de defensa; los peces utilizan los siguientes órganos: el timo, el riñón y el bazo para la creación de células inmunológicas, ya que no cuentan con médula ósea ni tampoco con nódulos linfáticos.

La inmunidad adquirida puede ser dividida en dos respuestas inmunitarias, mediante la inmunidad celular o del linfocito T y la inmunidad humoral o del linfocito B. (Penagos et al., 2008).

2.2.5 Generalidades Nutracéuticos

Definición de nutracéuticos

Los nutracéuticos no se ven ni parecen alimentos, sino presentaciones farmacológicas, de ahí su nombre (Delgadillo et al., 2014), son aquellos productos que poseen principios activos de los alimentos, pero cuya presentación y dosis difiere a la de uno, tiene el objeto de reforzar la salud del individuo (Zeisel, 1999).

Función de los nutracéuticos

La función de los nutracéuticos es complementaria y preventiva, mantienen la buena salud, actúan contra diversas enfermedades y por lo tanto promueven la calidad de vida (Asim, 2011).

Clasificación de los Nutracéuticos

Aunque existen distintas clasificaciones, según (Verma et. al., 2010 y Das et. al., 2012) los nutracéuticos son clasificados como nutracéuticos potenciales y establecidos.

Un nutracéutico potencial es aquel que promete un beneficio medicinal o médico, un potencial nutracéutico sólo se le considera como establecido después de tener resultados que lo demuestren. Lamentablemente la mayoría de estos productos se encuentran en la clasificación de nutracéuticos potenciales.

Existen 2 categorías fundamentales de nutracéuticos citadas por la mayoría de autores internacionales:

- Nutrientes: Son sustancias como vitaminas, aminoácidos, minerales y ácidos grasos
- Herbales: Son las hierbas y plantas procesadas como extractos o concentrados.

2.2.6 Equinácea (*Echinacea purpurea*)

El uso de especies de Echinacea como planta medicinal se remonta a la época de los nativos americanos ya que ellos la utilizaban para tratar males respiratorios, enfermedades sépticas y condiciones inflamatorias generales. Luego su uso se extiende hasta la época de la colonización para finalmente pasar a ser uno de los remedios más usados en los últimos 50 años (Salah et al., 2008).

Las preparaciones de *Echinacea purpurea* poseen un efecto inmunoestimulante, ya que influye sobre las células con función inmunológica, también se demostró que estimula la fagocitosis y además reparan a los tejidos dañados durante una infección, siendo parte del mecanismo primario de defensa al actuar como barrera contra organismos patógenos (López, 2005).

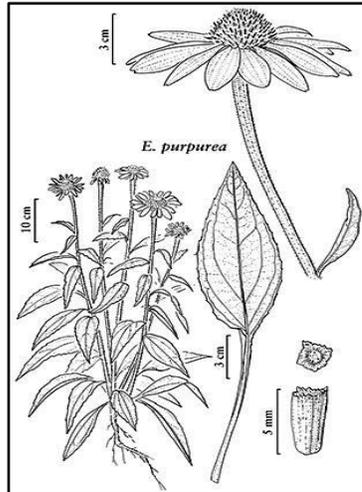
Taxonomía

TABLA N° 2. 6
TAXONOMÍA DE LA EQUINACEA (*Echinacea purpurea*)
Clasificación: (L.) Moench

Reino	<i>Plantae</i>
Superdivisión	<i>Streptophyta</i>
División	<i>Tracheophyta</i>
Subdivisión	<i>Spermatophytina</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Superorden	<i>Asteranae</i>
Orden	<i>Asterales</i>
Familia	<i>Asteraceae</i>
Género	<i>Echinacea</i>
Especie	<i>Echinacea purpurea</i>

Fuente: Integrated Taxonomic Information System (2017).

FIGURA N° 2. 261
EQUINACEA (*Echinacea purpurea*)



Fuente: Kitsteiner (2013).

2.2.6 Diente de León (*Taraxacum officinale*)

Taraxacum officinale es considerada como la planta medicinal mejor tolerada y con prácticamente ningún efecto secundario documentado, es consumida como alimento en varias partes del mundo. Se distribuye geográficamente por el hemisferio norte (Bisset, 1994), y otras especies relacionadas crecen en la península coreana y en China (Hnsel et al., 1994). Está comprobado que *Taraxacum officinale* posee propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, además que desde la antigüedad se usa para tratar problemas del hígado, la indigestión y la acidez estomacal. (Gonzalez-Castejon et al., 2012; Schutz et al., 2006).

TABLA N° 2. 7
CONTENIDO Y PRINCIPIOS DEL DIENTE DE LEÓN
(*Taraxacum officinale*)

Raíces	<ul style="list-style-type: none"> - Sesquiterpenos (sustancias amargas): eudesmanólido (taraxacina), germacranólidos. - Triterpenos y esteroides: Glucósidos de beta sitosterol, taraxasterol, arnidol, faradiol. - Flavonoides: glucósido de apigenina, glucósido de luteolina. - Mucílagos y abundantes sales potásicas. - Inulina (2% que aumenta hasta un 40% en otoño)
Hojas	- Flavonoides, cumarinas, vitaminas B y C.

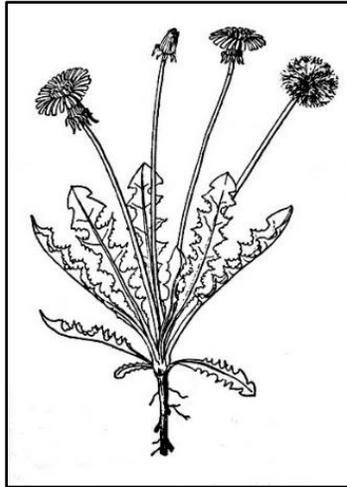
Fuente: Productos naturales – plantas medicinales, s.f. (2019).

TABLA N° 2. 8
TAXONOMÍA DEL DIENTE DE LEÓN (*Taraxacum officinale*)
Clasificación: F. H. Wigg.

Reino	<i>Plantae</i>
Superdivisión	<i>Embryophyta</i>
División	<i>Tracheophyta</i>
Subdivisión	<i>Spermatophytina</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Superorden	<i>Asteranae</i>
Orden	<i>Asterales</i>
Familia	<i>Asteraceae</i>
Género	<i>Taraxacum</i>
Especie	<i>Taraxacum officinale</i>

Fuente: Integrated Taxonomic Information System (2017).

FIGURA N° 2. 263
DIENTE DE LEÓN (*Taraxacum officinale*)



Fuente: Cabrera (1963).

2.3 Definiciones de términos básicos

- **Acuicultura:** Conjunto de técnicas y actividades cuyo fin es la cría en cautiverio de organismos acuáticos (peces, moluscos, crustáceos, reptiles o algas) donde la intervención del hombre en el ciclo biológico de los organismos dependerá su mayor o menor carácter intensivo.
- **Alevín:** Es la etapa el desarrollo subsecuente al embrión y a la eclosión, dura alrededor de 3 a 5 días; en esta fase, el alevín, se caracteriza porque presenta un tamaño de 0.5 a 1 cm.

- **Antibiótico:** Sustancia química capaz de inhibir el crecimiento de microorganismos o de eliminarlos.
- **Bacteria:** Son microorganismos procariotas que pueden provocar enfermedades, fermentaciones o putrefacción en seres vivos o materia orgánica.
- **Biomasa:** Cantidad o masa de materia orgánica de organismos vivos que se puede encontrar en un lugar y un momento determinados.
- **Crecimiento:** Aumento del tamaño y/o peso de un organismo.
- **Conversión alimentaria:** Kilogramos de alimento que consume un pez para obtener un kilogramo de carne (Kg alimento/Kg biomasa).
- **Cosecha:** Conjunto de individuos de una especie que se recolecta de manera total o parcial con el fin de su comercialización o para el caso de un monitoreo.
- **Cultivo:** También conocido como crianza, acción de producir especies hidrobiológicas en ambientes naturales o artificiales.

- **Densidad de carga:** Es el número de kilos por unidad de volumen de agua. Se suele medir como los kilos de peces por metro cúbico.
- **Densidad de siembra:** Es el número de tilapias por metro cuadrado que se siembran en un estanque.
- **Enfermedad:** Fase que atraviesa un organismo cuando padece una alteración leve o grave en su funcionamiento normal o de alguna de sus partes debida a una causa interna o externa.
- **Factor de condición (K):** Factor que mide la relación del peso y la talla de un individuo en relación a su crecimiento isométrico, es utilizado para comparar la "condición" o "bienestar" de un pez o población, basándose en que los peces de mayor peso, a una determinada longitud, presentan una mejor condición (Peso/L³).
- **Fagocitosis:** Es un tipo de endocitosis por el cual algunas células (neutrófilos y macrófagos) rodean con su membrana citoplasmática a un antígeno, célula apoptótica, restos celulares, microorganismos y sustancias, las cuales lo introducen al interior celular.

- **Frecuencia de alimentación:** Indica el número de veces por día que se entrega alimento a los animales en crianza.
- **Glucósidos:** Es cualquier molécula en la cual un glúcido se enlaza a través de su carbono anomérico a otro compuesto de diferente naturaleza química, mediante enlaces glucosídicos.
- **Huésped:** Organismo en el cual otro organismo crece y deriva su alimentación.
- **Infeción:** Se refiere a la presencia de un organismo patógeno o extraño en un tejido o tejidos de un huésped. Una infección puede ocurrir sin causar enfermedad si el huésped excluye al organismo invasor o si las adaptaciones genéticas del huésped o del parásito reducen la actividad destructiva, uno de otro.
- **Inmunidad:** es la capacidad de un organismo de rechazar cualquier cuerpo extraño que pretenda invadirlo.
- **Inmunoestimulante:** Son sustancias (fármacos y nutrientes) que inducen la activación o aumenta la actividad de cualquiera de los componentes del sistema inmunitario, estimulándolo. Un ejemplo

notable incluye al factor estimulante de colonias de granulocitos y macrófagos.

- **Inulina:** Su nombre procede de la primera planta que se aisló en 1804, el helenio (*Inula helenium*), es también el nombre con que se designa una familia de glúcidos complejos (polisacáridos) compuesto de cadenas moleculares de fructuosa.
- **Macrófago:** Son unas células del sistema inmunitario, que se colocan en los tejidos procedentes de la emigración desde la sangre a partir de un tipo de leucocito llamado monocito.
- **Microorganismo:** También llamado microbio, son organismos unicelulares microscópicos que corresponden entre otros a virus, bacterias, levaduras o mohos.
- **Nutracéutico:** Sustancias químicas o biológicas activas que pueden encontrarse como componentes naturales de los alimentos o adicionarse a los mismos, y que en dosis superiores a la existente en esos alimentos presume un efecto favorable sobre la salud, mayor al que posee el alimento normal.

- **Nutrición:** Es el estudio y mantenimiento del equilibrio homeostático del organismo a nivel celular y macrosistémico, relacionados a la absorción, digestión, metabolismo y eliminación de los alimentos; garantizando la prevención de enfermedades, lograr una salud adecuada y que todos los eventos fisiológicos se efectúen de manera correcta.
- **Nutriente:** Un nutriente es el material que necesitan las células de un organismo para producir la energía empleada en las funciones de crecimiento, reparación y reproducción, metabolismo, entre otras.
- **Patógeno:** Agente biológico externo que se aloja en un huésped humano, animal a vegetal dañando de alguna manera su anatomía, a partir de enfermedades o daños visibles o no visibles.
- **Polisacáridos:** Los polisacáridos son largas moléculas de hidratos de carbono formadas por la unión de numerosas unidades individuales de monosacáridos unidas entre sí por enlaces glucosídicos.

- **Salud:** Es el estado de completo bienestar, mental y social, no solo ausencia de enfermedades o infecciones.
- **Sistema inmune:** Es el sistema de defensa de un organismo contra agentes infecciosos y otros invasores que invaden el cuerpo y que le podrían provocar enfermedades. Tiene como objetivo reconocer el agente extraño y hacer que el organismo lo elimine.

III. VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1 Variables de investigación

3.1.1 Variable independiente

- ❖ La concentración de incorporación del nutracéutico (*Echinacea purpurea* y *Taraxacum officinale*) en el alimento.

3.1.2 Variables dependientes

- a) Crecimiento en talla.
- b) Crecimiento en peso.
- c) Tasa de crecimiento absoluta.
- d) Tasa de crecimiento específica.
- e) Conversión alimentaria.
- f) Factor de condición.
- g) Coeficiente térmico de crecimiento.
- h) Estado inmunológico
- i) Estado nutricional.

3.2 Operacionalización de variables

Figura N° 3. 1
Operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
Incorporación del nutracéutico	Concentración del nutracéutico en el alimento.	Porcentaje del nutracéutico en el alimento	0,2%; 0,4% y 0,6% por kilogramo de alimento
Parámetros Productivos	Crecimiento	Peso	gramos (g)
		Longitud	centímetros (cm)
	Tasa de Crecimiento Absoluta (TCA)	Peso	gramos/día (g/día)
	Tasa de Crecimiento Específica (TCE)	Peso	Porcentaje (%)
	Conversión Alimentaria (CA)	Alimento Consumido y Peso	Adimensional
	Factor de Condición K	Peso y Longitud	Adimensional
	Coficiente Térmico de Crecimiento (CTC)	Peso y Unidades Térmicas Acomuladas	Adimensional
Estado Inmunológico	Aumento de glóbulos blanco	Cantidad de Glóbulos blancos	Porcentaje (%)
Estado Nutricional	Aumento de hematocrito	Cantidad de Hematocrito	Porcentaje (%)

3.3 Hipótesis

Con incorporación de 0,4% del nutraceutico (*Echinacea purpurea* y *Taraxacum officinale*) en la alimentación de alevines de Tilapia *Oreochromis niloticus* variedad Chitralada lograremos un efecto positivo sobre el crecimiento, parámetros productivos, estado inmunológico y nutricional.

IV. METODOLOGÍA

La fase experimental del presente estudio de investigación se realizó en el Laboratorio de Acuicultura de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la Universidad del Callao (UNAC), con duración de 120 días, correspondiente al periodo de abril a agosto del 2018. Se utilizaron 648 alevines de Tilapia *Oreochromis niloticus* variedad Chitralada, los cuales fueron adquiridos de una piscicultura comercial. La condición inicial de los peces será de un peso promedio aproximado de $0,2\pm 0,07$ gr de peso promedio y $2,5\pm 0,26$ cm de longitud total promedio.

4.1 Tipo de investigación

El estudio corresponde a una investigación experimental pura, la cual se rigió bajo un modelo en donde la variable independiente será la concentración del nutraceutico; ésta variable fue manejada en tres niveles de incorporación para obtener resultados adecuados para las variables dependientes consideradas que corresponden a crecimiento en talla, crecimiento en peso, tasa de crecimiento absoluta, tasa de crecimiento específica, conversión alimentaria, factor de condición, coeficiente térmico de crecimiento, estado inmunológico y estado nutricional.

4.2 Diseño de la investigación

El diseño experimental se trabajó completamente al azar, los peces fueron alojados en 12 acuarios de vidrio con volumen útil de 25 Litros cada uno, con una cantidad de 54 peces en cada acuario. Se distribuyó en cuatro tratamientos, los cuales fueron sometidos a diferentes niveles de incorporación del nutracéutico. Cada tratamiento tuvo una pre-prueba y post-prueba, como se muestra en la Tabla N° 4.1.

**TABLA N° 4.1
DIAGRAMA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL**

RG ₁	O ₁	X ₁	O ₂
RG ₂	O ₃	X ₂	O ₄
RG ₃	O ₅	X ₃	O ₆
RG ₄	O ₇	-	O ₈

Dónde:

- R: Asignación al azar o Aleatorizado
- G₁₋₄: Grupos experimentales
- O_{1,3,5,7}: Pre- Prueba
- O_{2,4,6,8}: Post - Prueba
- X₁: Tratamiento (nutracéutico al 0,2%)
- X₂: Tratamiento (nutracéutico al 0,4%)
- X₃: Tratamiento (nutracéutico al 0,6%)
- - : Ausencia del estímulo

4.2.1 Tipo de diseño

Diseño experimental puro con pre-prueba, post – prueba y grupo control

(Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P., 2014).

4.2.2 Fórmula experimental

La fórmula experimental de este estudio se explica en la tabla N° 4.2.

TABLA N° 4.2
FÓRMULA EXPERIMENTAL

REPETICIONES	T ₁	T ₂	T ₃	T ₀
1	N=54	N=54	N=54	N=54
2	N=54	N=54	N=54	N=54
3	N=54	N=54	N=54	N=54

Dónde:

- N: Número de ejemplares / unidad experimental
- T₁: Alimento balanceado + nutracéutico al 0,2%.
- T₂: Alimento balanceado + nutracéutico al 0,4%.
- T₃: Alimento balanceado + nutracéutico al 0,6%.
- T₀: Alimento balanceado + nutracéutico al 0,0%.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

Para el estudio se dispuso de una población inicial de 648 alevines de Tilapia Chitralada revertidos sexualmente, traídos desde las instalaciones de la empresa productora Incontrol & Sistemas S.A.C. ubicado en el distrito de Huanchaco, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad, Perú.

4.3.2 Muestra

Cálculo de la muestra

El cálculo de la muestra para una población finita, se realizó mediante la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{N}{1 + \frac{e^2(N-1)}{z^2 pq}}$$

Dónde:

- n= Muestra
- N= Población
- z= Nivel de Confianza
- pq= Varianza de la población
- e= Error muestral

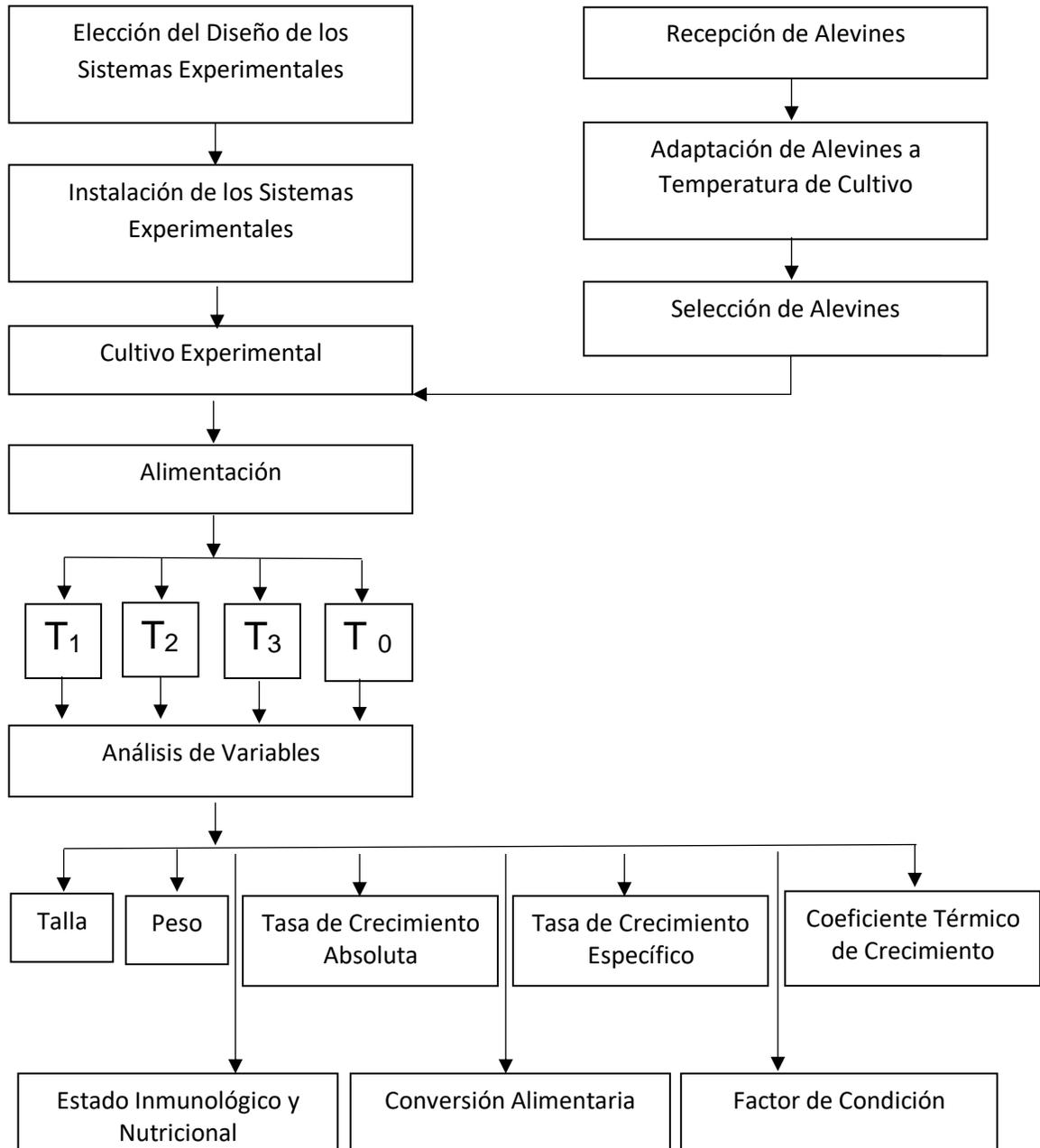
Teniendo una población de 648 peces y usando un nivel de confianza al 95%, se obtiene:

- $N=648$
- $z= 1.96$
- $pq= 0.25$
- $e= 0.05$

Reemplazando en la fórmula anterior se calcula $n= 242$, por lo tanto, para cada acuario se tomaría una muestra de 20 peces, sin embargo, el presente estudio se utilizó una muestra de 25 peces por acuario, para una mayor confiabilidad.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A. Procedimiento Experimental



Fuente: Elaboración propia.

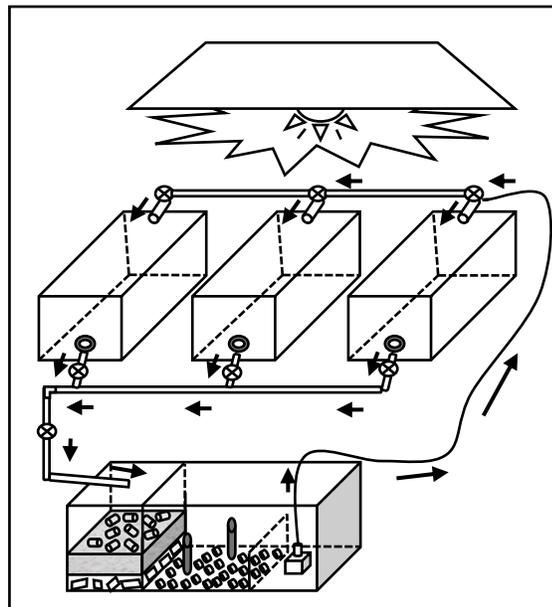
Donde:

- T₁: Tratamiento experimental (nutracéutico al 0,2%)
- T₂: Tratamiento experimental (nutracéutico al 0,4%)
- T₃: Tratamiento experimental (nutracéutico al 0,6%)
- T₀: Tratamiento experimental (nutracéutico al 0,0%)

B. Diseño y Elaboración de los Sistemas Experimentales

Los sistemas experimentales estuvieron conformados por tres (3) acuarios que indicarán tres (3) repeticiones del tratamiento que le pertenezca.

FIGURA N° 4. 1
DISEÑO DEL SISTEMA DE RECIRCULACIÓN POR TRATAMIENTO



Fuente: Elaboración propia.

Estos acuarios de vidrio tuvieron un diseño rectangular (90x40x40cm). Se realizó un agujero en la base de cada acuario, en donde se colocó un adaptador de PVC (3/4”), el cual formo parte del sistema de recirculación. Una serie de tuberías fueron conectadas con sus respectivas válvulas que captaron el agua de los acuarios para llevarlos al filtro sumidero que se ubicó debajo del sistema. Este filtro de forma rectangular, también de vidrio (90x50x30cm), estuvo dividido por tres secciones iguales, en la primera sección se colocaron pedazos de manguera para electricidad, después de eso se acomodó una esponja, la cual funciona como filtro mecánico y biológico, por último le siguieron pedazos de ladrillo partido como filtro biológico; en la segunda sección hubieron canutillos cerámicos para acuarios, éstos actuaron como filtro biológico también, además se colocaron un par de termostatos.

Finalmente, para la tercera sección solo hubo una bomba, la cual transporto el agua ya filtrada por los materiales antes descritos hacia los acuarios mediante una manguera. Este filtro sumidero se forro con un plástico negro, para aumentar la eficiencia de las bacterias nitrificantes, debido a que éstas trabajan mejor en la oscuridad (véase la Figura N° 4.1).

**FIGURA N° 4. 2
DISEÑO DEL FILTRO MECÁNICO BIOLÓGICO DE CADA
TRATAMIENTO**



C. Acondicionamientos de los sistemas

Los sistemas fueron acondicionados con agua de clorada a una temperatura de 26°C, utilizando para esto dos termostatos de 150W además se usó aireadores con piedras difusoras para mantener el nivel de oxígeno entre 5 y 6 mg/L.

**FIGURA N° 4. 3
ACONDICIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN
ACUÍCOLA**



D. Aclimatación y selección de alevines

La aclimatación de los alevines se dio en un estanque de cemento de 1,5 m³, con el fin de no causarles muerte por estrés. Los alevines llegaron vía terrestre a una temperatura de 24°C, se dejó reposar la bolsa de alevines con agua y oxígeno disuelto sobre el estanque de cemento durante 30 minutos, el estanque estuvo lleno previamente con agua declorada a 24°C, luego se procedió a abrir la bolsa para la respectiva salida de los alevines.

**FIGURA Nº 4. 4
ACLIMATACIÓN DE LOS PECES**



E. Alimentación

En la fase de aclimatación solo se les dio alimento balanceado por 15 días, sin embargo, en la fase experimental se incluyó el nutraceutico (*Echinacea purpurea* y *Taraxacum officinale*) en distintas concentraciones para cada tratamiento. Los alevines fueron alimentados diariamente con una frecuencia de 8 veces al día *Ad libitum* y de forma manual.

FIGURA Nº 4. 5
INCORPORACIÓN DEL NUTRACÉUTICO AL ALIMENTO



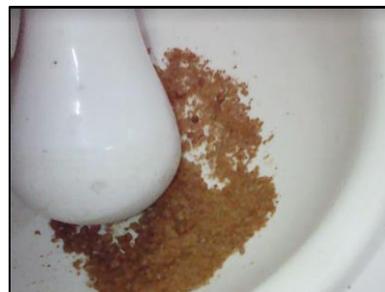
b. Niveles de concentración del nutraceutico.



a. Aspersión del nutraceutico al alimento.



d. Mezcla del nutraceutico con el alimento



c. Alimento molido

F. Determinación de los parámetros a evaluar

Los parámetros de crecimiento peso y talla fueron registrados cada semana en los formatos (véase el Anexo N° 3), los análisis de éstos resultados fueron expresados en los parámetros productivos (Tasa de Crecimiento Absoluta, Tasa de Crecimiento Específica, Eficiencia de Conversión Alimentaria, Coeficiente Térmico de Crecimiento y Factor de Condición), para su posterior análisis estadístico.

4.4.1 Materiales, instrumentos, equipos y reactivos

a) Materiales

- ❖ 12 tanques de vidrio con capacidad total de 130 litros cada uno
- ❖ Cuatro tanques de vidrio con capacidad de 150 litros cada uno
- ❖ 16 planchas de Tecnopor de 3" cada una (90x40 cm²)
- ❖ Tubos de PVC de ¾" cortados, 06 de 43 cm ,06 de 33 cm y 03 de 61 cm.
- ❖ Dos tubos de 33 cm, 01 tubo de 90 cm y un tubo de 15 cm PVC 1"
- ❖ 10 m de manguera de caucho de ¾" Ø cortados, 04 de 2,5 m cada uno.
- ❖ 12 empaquetaduras o ring de jebe de ¾"
- ❖ Seis uniones universales, 30 adaptadores PVC, 18 codos con rosca. PVC, 12 conexiones T PVC y 09 válvulas PVC de ¾ in.

- ❖ Cuatro codos PVC de 1 in, dos adaptadores PVC de ½” y siete válvulas PVC de ¾”.
- ❖ 12 Niples PVC de 1” x ¾”.
- ❖ Un paquete de abrazaderas de 1 ojera x 30 unidades de ¾”
- ❖ Un paquete de tarugos M-6 x30 unidades.
- ❖ 12 tubos 12.5 cm PVC de 1”.
- ❖ Nueve uniones universales, 33 adaptadores PVC, nueve conexiones. T PVC, 19 válvulas PVC y 25 codos con rosca de PVC de 1”.
- ❖ Una conexión universal, nueve uniones universales PVC de 1” y cuatro conexiones T PVC de 1”.
- ❖ Nueve Niples PVC de 1” x 1”.
- ❖ Nueve Niples de 2” x 1”.
- ❖ Cuatro acrílicos agujereados de 30x30 cm².
- ❖ Cuatro esponjas de 30x30xcm² (4”).
- ❖ Una manguera para electricidad de 15 metros.
- ❖ 1.200 kg de ladrillo chancado.
- ❖ 1 kg de canutillos de cerámica para acuario.
- ❖ Cuatro extensiones para agua 5 mt.
- ❖ Cuatro focos ahorradores de 42W con luminaria.
- ❖ Seis aireadores de doble salida.
- ❖ 12 piedras difusoras de 15 cm.
- ❖ Cuatro redes de 15 cm.

b) Instrumentos

- ❖ Un ictiómetro (30 cm).
- ❖ Un termómetro de alcohol de 50°C.
- ❖ Una balanza digital de 2.5kg capacidad con 0,01 gr.
- ❖ Tubos capilares microhematocrito.
- ❖ Jeringas de tuberculina.

c) Equipos

- ❖ Cuatro bombas de agua E3303 (2500l/h) Venus AQUA®.
- ❖ Ocho calentadores con termostatos HS-150W (20° C -32°C) SOBO®.
- ❖ Un calentador con termostato HS- 300 W (20° C -32°C) SOBO®.
- ❖ Un Medidor de oxígeno disuelto HACH®.
- ❖ Centrifuga microhematocrito.

d) Reactivos

- ❖ Un kit de Amonio, Nitritos y pH (SERA® y JBL®).

4.4.2 Métodos de análisis

A. Medición de la longitud total:

Para realizar la medición, se usó un ictiómetro de metal en el cual se colocó al pez sobre su costado derecho y su cabeza dirigida hacia la izquierda.

Se determinó la longitud total, estirando el cuerpo del pez, tomando en cuenta desde el extremo anterior de la boca (o cabeza) hasta el final de la aleta caudal (Orellana, 2017).

FIGURA N° 4.2
MEDICIÓN DE LONGITUD TOTAL DE TILAPIA NILÓTICA (*O. niloticus*).



B. Medición de peso:

En el pesaje, para alevines fue suficiente una precisión de 1 gramo, debido a que las condiciones de humedad del pez hacen que una exactitud mayor sea de poco significado.

Para pesar a los peces se utilizó una balanza eléctrica con capacidad de 1.5 kg con aproximación de 0.1 gr.

FIGURA N° 4.3
MEDICIÓN DE PESO DE TILAPIA NILÓTICA (*O. niloticus*)



C. Ganancia de Peso

Para determinar la ganancia de peso a lo largo de la investigación, se utilizó la fórmula siguiente:

$$G_p = (P_f - P_i)$$

Dónde:

- P_f = Peso promedio final
- P_i = Peso promedio inicial

D. Ganancia de Talla

Para determinar la ganancia total de talla a lo largo de la investigación se utilizó la fórmula siguiente:

$$T_p = (T_f - T_i)$$

Dónde:

- T_f = Talla promedio final
- T_i = Talla promedio inicial

E. Tasa de Crecimiento Absoluta (TCA):

Se calculó la ganancia absoluta de peso del pez en gramos con frecuencia quincenal durante el estudio aplicando la siguiente fórmula:

$$TCA = \frac{(P_f - P_i)}{\text{Días}}$$

Dónde:

- P_f = Peso promedio final
- P_i = Peso promedio inicial

F. Tasa de Crecimiento Específico (TCE):

La TCE indica el porcentaje de incremento en peso del pez por día y será determinado con frecuencia quincenal durante el estudio aplicando la siguiente fórmula (Gracia López y Castelló Orvay, 1986):

$$\text{TCE} = \left(\frac{\text{Ln}(P_f) - \text{Ln}(P_i)}{\text{N}^\circ \text{ Días}} \right) \times 100$$

Dónde:

- P_f = Peso promedio final
- P_i = Peso promedio inicial

G. Conversión Alimentaria (CA):

La CA es la cantidad de alimento requerido para incrementar una unidad de biomasa.

$$\text{CA} = \frac{\text{CAC}}{\text{PPG}}$$

Dónde:

- CAC = Cantidad de alimento consumido
- PPG = Peso de pez ganado

H. Factor de condición K:

Es considerado como un índice de robustez para peces, su valor varía de acuerdo a la especie considerando un crecimiento homogéneo (Weatherley Gill, 1989).

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

Dónde:

- P = Peso promedio (gr)
- L = Largo del pez (cm)

I. Coeficiente Térmico de Crecimiento (CTC)

La siguiente fórmula indica el coeficiente de productividad de cada acuario (Jobling, 2003).

$$CTC = \frac{P_f^{0,333} - P_i^{0,333}}{UTA'S} \times 1000$$

Dónde:

- P_f = Peso promedio final
- P_i = Peso promedio inicial
- UTA's = Unidades térmicas acumuladas

J. Evaluación de parámetros físico-químicos del agua

a. Temperatura

La temperatura del agua de los grupos experimentales, se registró diariamente mediante un termómetro de alcohol de 50°C, cuatro veces al día 09:00, 11:00, 13:00 y 15:00 horas.

b. Oxígeno

El oxígeno disuelto (mg/L) se registró semanalmente mediante un equipo medidor oxígeno marca HACH®.

c. pH

El registro de pH en el agua se midió semanalmente mediante un kit de medición de pH, marca Sera®.

d. Amoníaco

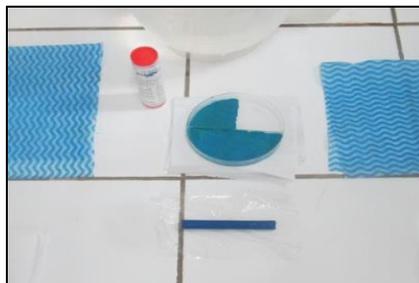
El amonio NH_4 y los nitritos NO_2 se midió semanalmente mediante un kit de medición de amonio (NH_4) y nitritos (NO_2) marca JBL® y Sera® respectivamente.

K. Toma de muestra de sangre en Tilapia (*O. niloticus*).

Se colocó al pez sobre su lado derecho con su cabeza dirigida a la izquierda, luego se introdujo la jeringa de tuberculina cubierta con heparina por debajo de su aleta caudal y se giró levemente sobre su eje para rasgar la vena caudal y extraer la sangre.

La muestra de sangre captada en la jeringa se introdujo cuidadosamente en los tubos de hematocrito y se procedió a rotularlas. Posterior a ello se almacenaron en una caja de tecnopor para su traslado al laboratorio.

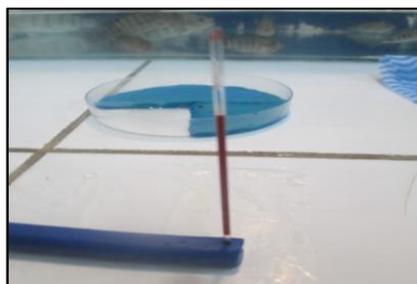
FIGURA Nº 4. 6
TOMA DE MUESTRA DE SANGRE EN LOS PECES



a. Lugar de muestreo de sangre en los peces.



b. Extracción de sangre por punción en vena.



c. Tubo heparinizado con muestra de sangre.

I. Metodología para la prueba de hematocrito y leucocito

Las muestras de sangre fueron llevadas al laboratorio, y colocadas en una centrifuga a 12000 rpm por un tiempo de 6 minutos.

Al finalizar, se observaron los componentes de la sangre separados, se determinó el porcentaje de hematocrito y leucocito con la ayuda de una regla vernier.

4.5 Plan de análisis estadísticos de datos

Los valores obtenidos fueron registrados en la tablas de recolección de datos y evaluados con el análisis de varianza ANOVA para determinar si existe diferencias significativas entre los tratamientos y de existir diferencia significativa, se aplicó la prueba de Tukey para determinar diferencias y semejanzas entre los promedios de cada tratamiento, se utilizó el programa estadístico SPSS®.

V. RESULTADOS

5.1 Evaluación de parámetros fisicoquímicos en el agua

Oxígeno

Como se observa en el gráfico N° 5.1 los valores de oxígeno disuelto disminuyeron ligeramente durante el estudio experimental, además el valor promedio vario entre $5,95\pm 0,21$ (T0) y $6,08\pm 0,23$ (T1), no hubo diferencia significativa entre los tratamientos.

GRÁFICO N° 5. 1
VALORES PROMEDIO DE OXÍGENO DISUELTO (mg/l) POR
TRATAMIENTO BISEMANAL

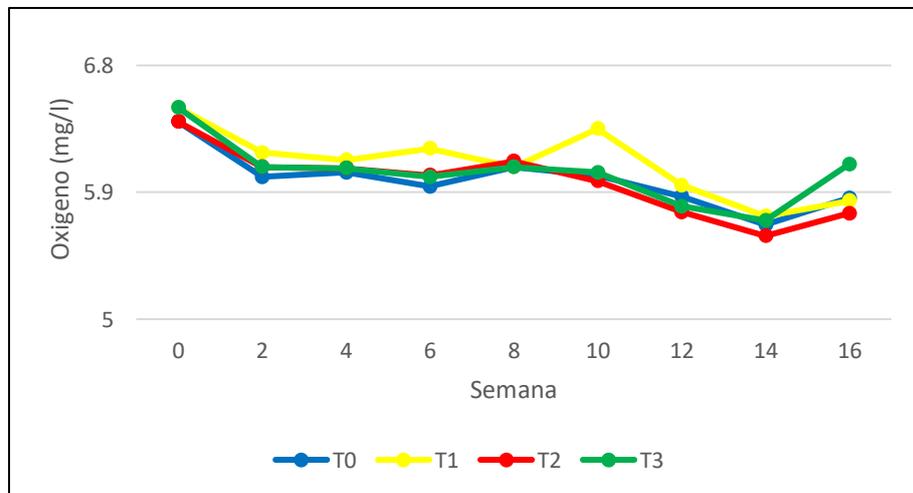


TABLA N° 5. 1 VALORES PROMEDIO DE OXÍGENO DISUELTO (mg/l) POR TRATAMIENTO BISEMANAL

Semanas	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
INICIO	6.4	6.5	6.4	6.5
2	6.01	6.18	6.08	6.08
4	6.04	6.13	6.07	6.07
6	5.94	6.21	6.02	6.01
8	6.08	6.08	6.12	6.08
10	6.02	6.35	5.98	6.04
12	5.87	5.95	5.76	5.8
14	5.67	5.73	5.59	5.7
16	5.86	5.84	5.75	6.1

Amonio y Nitritos

La concentración promedio de amonio en el agua fue de 0,00 mg/l desde el inicio de la prueba experimental y manteniendo el mismo valor hasta el final de la prueba; ocurriendo lo mismo para el promedio de concentración de Nitritos en las aguas de cultivo.

**GRÁFICO N° 5. 2
VALORES PROMEDIO DE AMONIO (mg/l) EN EL AGUA
POR TRATAMIENTO SEMANAL**

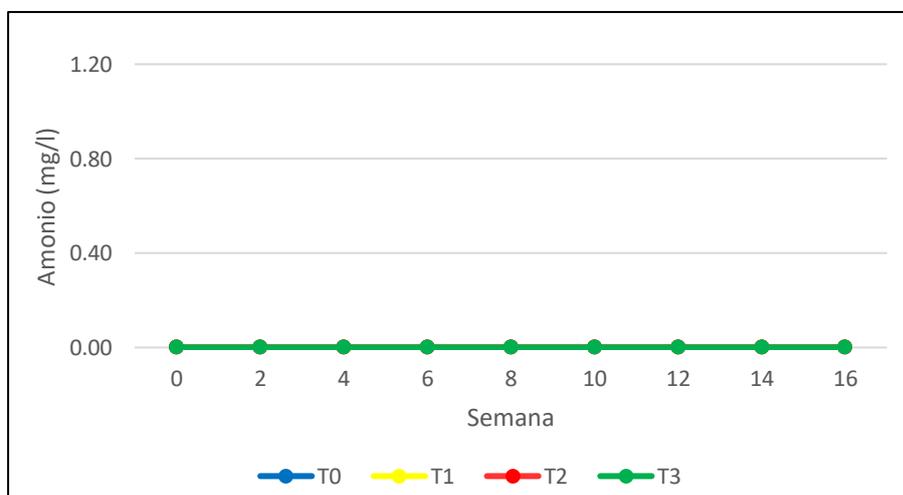
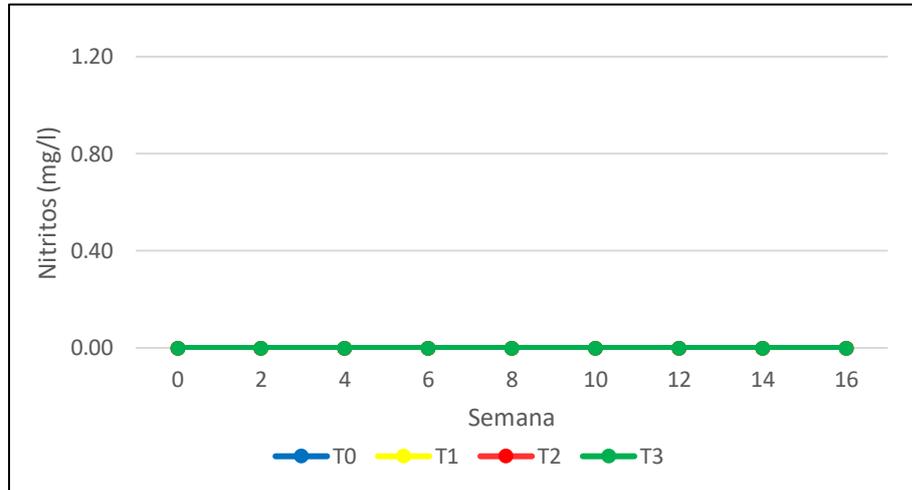


GRÁFICO N° 5. 3
VALORES PROMEDIO DE NITRITOS (mg/l) EN EL AGUA
POR TRATAMIENTO SEMANAL



Temperatura

La gráfica N° 5.4 muestra los promedios de temperatura registrados durante el periodo de investigación, además vario entre $25,55 \pm 0,59$ (T1) y $25,71 \pm 0,66$ (T2); al realizar el análisis de varianza no existió diferencia significativa entre los tratamientos.

GRÁFICO N° 5. 4
VALORES PROMEDIO DE TEMPERATURA (°C) DEL AGUA
POR TRATAMIENTO BISEMANAL

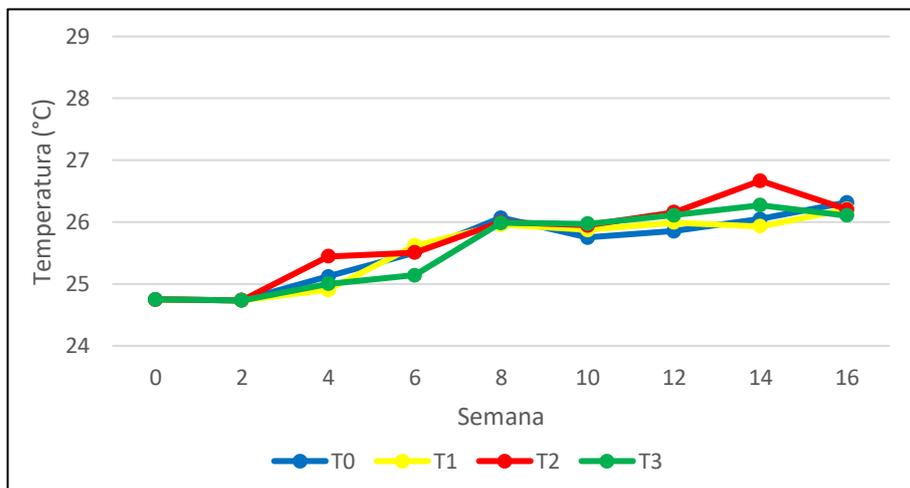


TABLA N° 5. 2
VALORES PROMEDIO DE TEMPERATURA (°C) EN EL
AGUA DE CULTIVO POR TRATAMIENTO - BISEMANAL

Semanas	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
INICIO	24.75	24.75	24.75	24.75
2	24.73	24.73	24.73	24.73
4	25.12	24.90	25.45	25.00
6	25.51	25.62	25.51	25.14
8	26.07	25.96	26.00	25.99
10	25.75	25.88	25.95	25.97
12	25.86	25.99	26.16	26.11
14	26.05	25.93	26.67	26.27
16	26.32	26.21	26.21	26.11

pH

El valor promedio del pH en las aguas de cultivo estuvo entre $7,82 \pm 0,25$ (T1) y $7,85 \pm 0,23$ (T3), siendo aceptables para el cultivo.

GRÁFICO N° 5. 5
VALORES PROMEDIOS DE pH DEL AGUA POR
TRATAMIENTO BISEMANAL

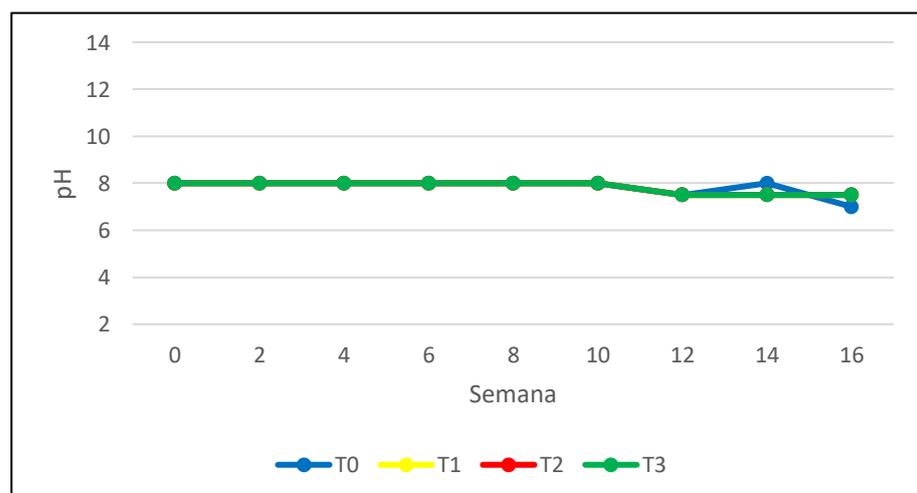


TABLA N° 5. 3
VALORES PROMEDIO DE pH EN EL AGUA DE CULTIVO POR
TRATAMIENTO - BISEMANAL

	T0	T1	T2	T3
INICIO	8	8	8	8
SEMANA 2	8	8	8	8
SEMANA 4	8	8	8	8
SEMANA 6	8	8	8	8
SEMANA 8	8	8	8	8
SEMANA 10	8	8	8	8
SEMANA 12	7.5	7.5	7.5	7.5
SEMANA 14	8	7.5	7.5	7.5
SEMANA 16	7	7.5	7.5	7.5

5.2 Evaluación de los parámetros productivos

Evaluación del crecimiento en peso (g) de los peces durante el periodo experimental

En el gráfico N° 5.6 se muestra los valores promedio de peso (g) de los alevines de Tilapia por tratamiento durante las 16 semanas del periodo experimental.

GRÁFICO N° 5. 6
VALORES PROMEDIO DE PESO (g) DE LOS ALEVINES DE
TILAPIA CHITRALADA POR TRATAMIENTO BISEMANAL

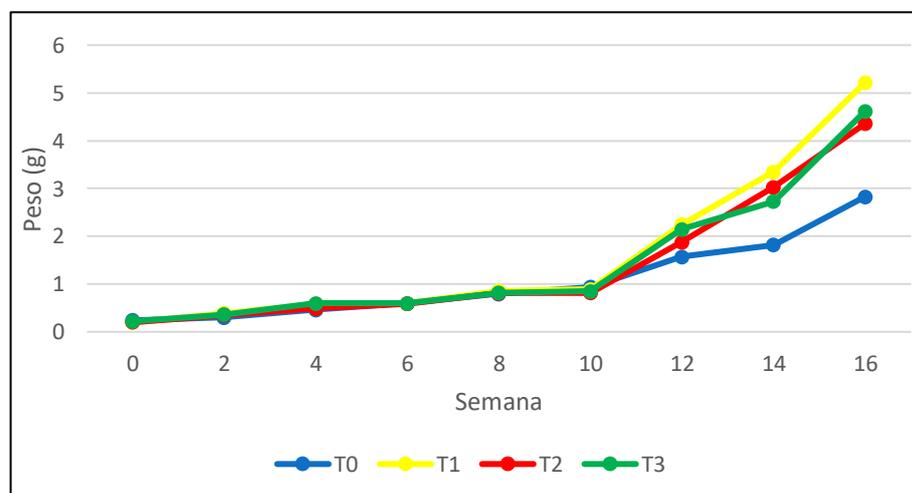


TABLA N° 5. 4
VALORES PROMEDIO DE PESO (g) EN EL AGUA DE CULTIVO POR
TRATAMIENTO - BISEMANAL

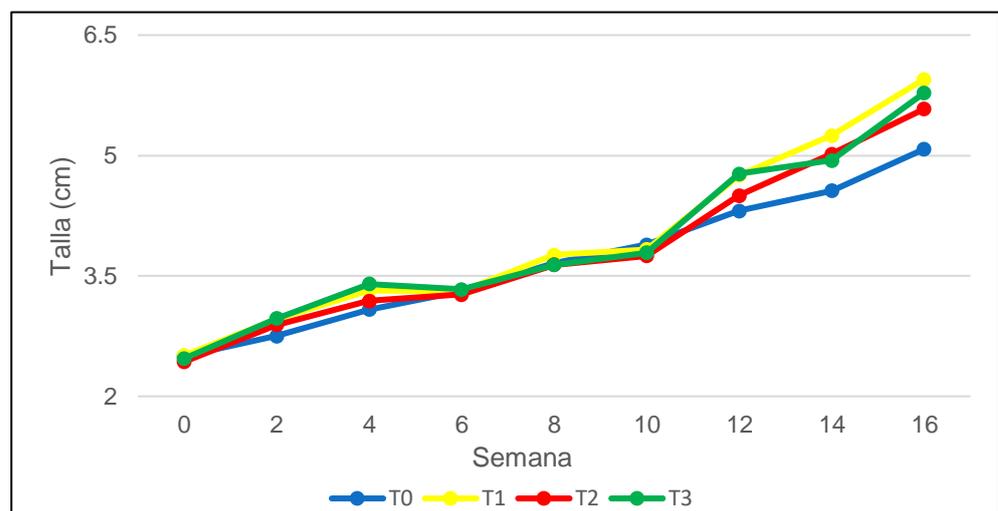
Semanas	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
INICIO	0.24	0.2	0.2	0.22
2	0.3	0.39	0.35	0.36
4	0.46	0.59	0.49	0.6
6	0.6	0.6	0.59	0.6
8	0.8	0.86	0.81	0.82
10	0.94	0.89	0.82	0.85
12	1.57	2.25	1.88	2.15
14	1.82	3.35	3.03	2.73
16	2.83	5.22	4.36	4.62

El crecimiento en peso promedio fue aumentando de manera homogénea para los tratamientos (T0, T1, T2 y T3) hasta la semana 10, donde a partir de esta semana se observa que el crecimiento de los alevines del T1 fue superior a los demás tratamientos siendo su peso final promedio 5,23 g, los alevines del T2 y el T3 tuvieron un crecimiento en peso promedio de 4.36 y 4.62 respectivamente, encontrándose por encima del tratamiento control que tuvo un peso promedio de 2,83 g al final del estudio, sin embargo el análisis de varianza determinó que no hubo diferencia significativa ($P > 0,05$) entre los pesos promedios.

Evaluación del crecimiento en talla (cm) de los peces durante el periodo experimental.

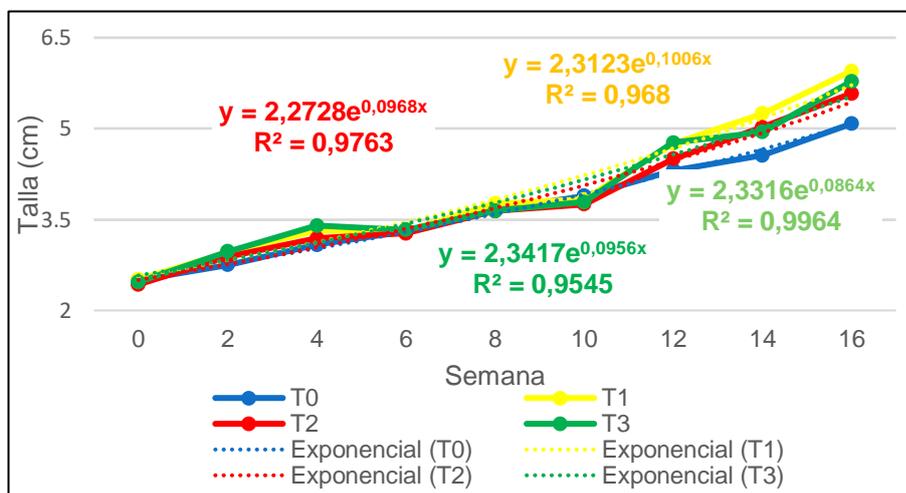
Se sembraron tilapias con una talla promedio inicial de $2,48 \pm 0,26$ cm. En el gráfico N° 5.7 se presentan las curvas de los valores promedio de talla (cm) de los alevines de Tilapia entre los tratamientos.

GRÁFICO N° 5.7
VALORES PROMEDIO DE TALLA (cm) DE LOS ALEVINES DE TILAPIA CHITRALADA POR TRATAMIENTO BISEMANAL



Se analizaron los resultados del efecto de la adición del nutracéutico respecto a la talla de los organismos estudiados, el tratamiento que presentó la mayor talla final fue el T1, con un valor de 5,95cm y en segundo lugar se encuentra el T3 con un valor de 5,78cm, seguido del T2 con un valor de 5,58cm y por último el T0, el cual presentó el peso más bajo con valor de 5,08cm, sin embargo, son no se encontró diferencia significativa ($P > 0,05$) durante las 16 semanas de estudio.

GRÁFICO N° 5. 8
TALLA PROMEDIO (cm) Y LÍNEA DE TENDENCIA
EXPONENCIAL QUINCENAL DE LOS ALEVINES DE TILAPIA



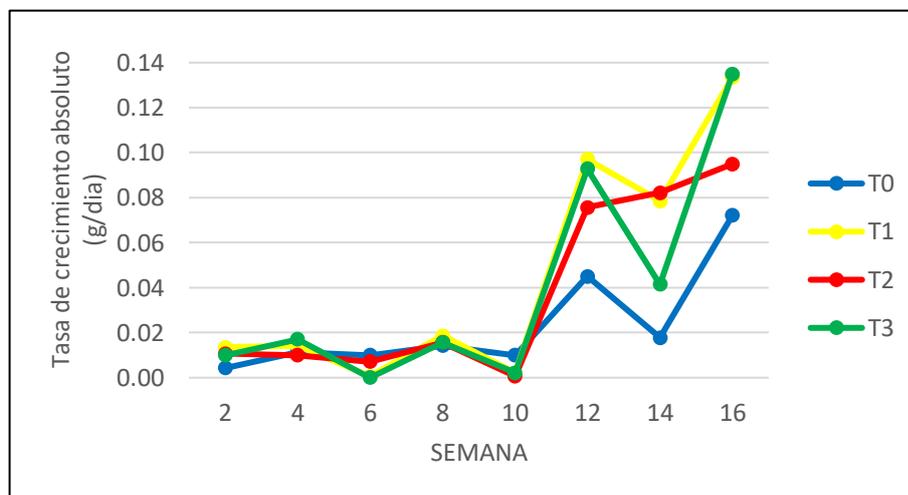
Evaluación de la tasa de crecimiento absoluto (TCA) (g/día)

En la Tabla N° 5.5, se presentan los valores de crecimiento absoluto (TCA) de los alevines de Tilapia por tratamientos durante el periodo experimental de 16 semanas, el T1 y T3 obtuvieron como resultado $0,04 \pm 0,04$ g/día, el T2 obtuvo $0,04 \pm 0,05$ g/día, el menor resultado entre los tratamientos fue del T0 con $0,02 \pm 0,02$ g/día, no mostrando diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,5$) entre el tratamiento control y los demás tratamientos.

TABLA N° 5. 5
VALORES PROMEDIOS DE LA TASA DE CRECIMIENTO
ABSOLUTO (g/día) DE ALEVINES DE TILAPIA POR
TRATAMIENTO

TRATAMIENTOS				
SEMANTAS	T0	T1	T2	T3
	(0,0%)	(0,2%)	(0,4%)	(0,6%)
1-16	0,02±0,02	0,04±0,05	0,04±0,04	0,04±0,05

GRÁFICO N° 5. 9
VALORES PROMEDIO DE LA TASA DE CRECIMIENTO
ABSOLUTO (g/día) DE LOS ALEVINES DE TILAPIA POR
TRATAMIENTOS DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL



Evaluación de la tasa de crecimiento específica (TCE) (%/día)

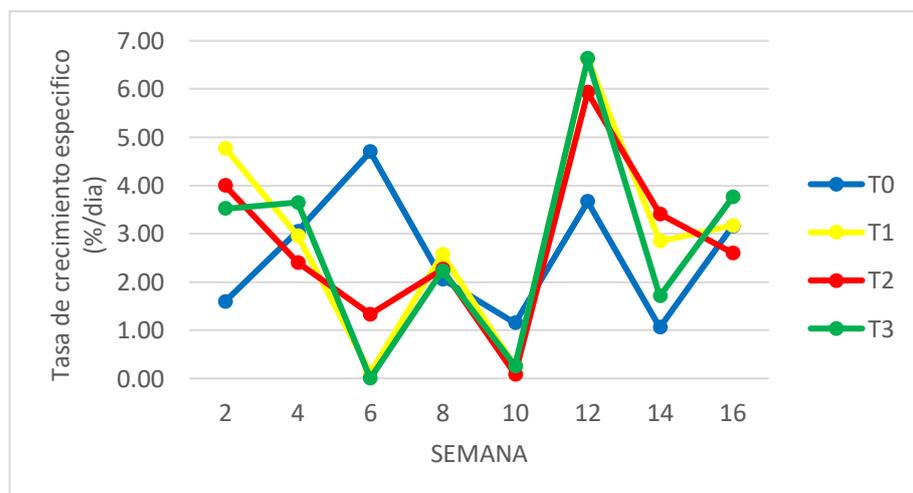
En la Tabla N° 5.6 se presentan los valores de crecimiento absoluto (TCA) de los alevines de Tilapia por tratamientos durante el periodo experimental (16 semanas).

El T1 obtuvo como resultado $2,91 \pm 2,15\%$ /día, el T2 obtuvo $2,75 \pm 2,16\%$ /día y el T3 con $2,72 \pm 2,16\%$ /día. El menor resultado entre los tratamientos fue del T0 con $2,55 \pm 1,30\%$ /día, el análisis de varianza no mostró diferencia significativa ($p > 0,05$) entre tratamientos.

TABLA N° 5. 6
VALORES PROMEDIOS DE LA TASA DE CRECIMIENTO
ESPECÍFICO (%/día) DE ALEVINES DE TILAPIA POR
TRATAMIENTO

TRATAMIENTOS				
SEMANTAS	T0	T1	T2	T3
	(0,0%)	(0,2%)	(0,4%)	(0,6%)
1-16	$2,55 \pm 1,30$	$2,91 \pm 2,15$	$2,75 \pm 1,76$	$2,72 \pm 2,16$

GRÁFICO N° 5. 10
VALORES PROMEDIO DE LA TASA DE CRECIMIENTO
ESPECÍFICA (%/día) DE LOS ALEVINES DE TILAPIA POR
TRATAMIENTOS DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL



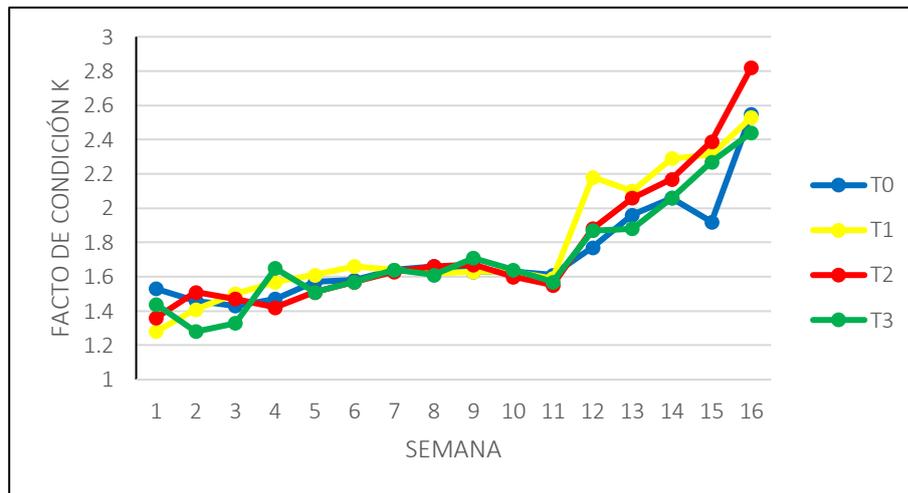
Evaluación del factor de condición K

En la Tabla N° 5.7 se muestran los resultados inicial y final de la tasa de factor de condición (K) de los tratamientos durante el estudio. Al final del estudio se puede ver que el T2 es el tratamiento con mayor factor de condición, el cual obtuvo como resultado $2,50 \pm 0,19$ seguido de los tratamientos T1 y T3 con $2,38 \pm 0,74$ y $2,37 \pm 0,34$ respectivamente. El menor resultado lo obtuvo el T0 con $2,14 \pm 0,24$, los resultados del análisis de varianza ANOVA ($P > 0,05$) no mostraron diferencia significativa entre los tratamientos.

TABLA N° 5. 7
VALORES PROMEDIOS INICIAL Y FINAL DEL FACTOR DE
CONDICIÓN EN ALEVINES DE TILAPIA POR TRATAMIENTO

TRATAMIENTOS				
SEMANA	T0 (0,0%)	T1 (0,2%)	T2 (0,4%)	T3 (0,6%)
1	$1,53 \pm 0,03$	$1,28 \pm 0,11$	$1,35 \pm 0,11$	$1,42 \pm 0,02$
16	$2,14 \pm 0,24$	$2,38 \pm 0,74$	$2,50 \pm 0,19$	$2,37 \pm 0,34$

GRÁFICO N° 5. 11
VALORES PROMEDIO DE LA TASA DEL FACTOR DE CONDICIÓN
DE LOS ALEVINES DE TILAPIA POR TRATAMIENTOS DURANTE
EL PERIODO EXPERIMENTAL



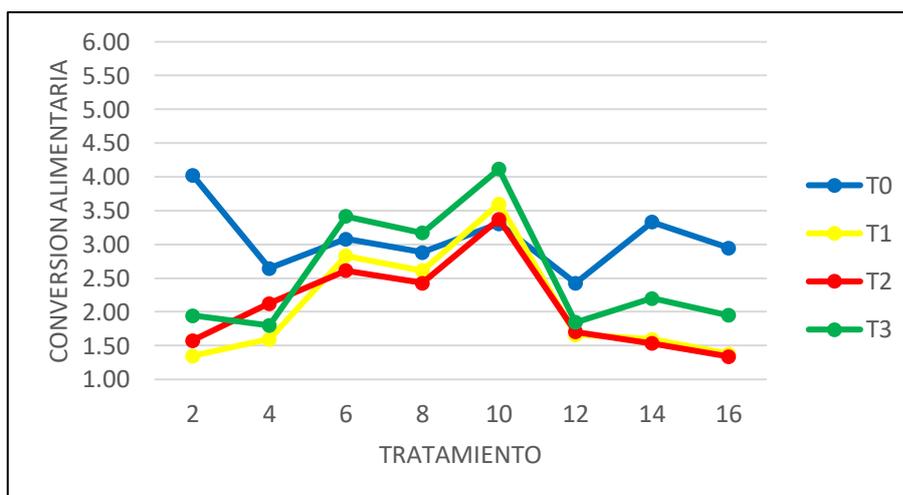
Evaluación de la conversión alimentaria (CA)

En la Tabla N° 5.8 y el Gráfico N° 5.12 se muestran los resultados de la conversión alimentaria de los tratamientos, el T0 fue el que obtuvo mayor resultado con $3,08 \pm 0,48$, seguido del T3 con $2,58 \pm 0,88$, luego el T2 y T1 con $2,09 \pm 0,68$ y $2,08 \pm 0,83$ respectivamente, el análisis de varianza ANOVA ($P > 0,05$) no mostró diferencia significativa entre tratamientos.

TABLA N° 5. 8
VALORES PROMEDIOS DE LA CONVERSIÓN ALIMENTARIA
EN ALEVINES DE TILAPIA POR TRATAMIENTO DURANTE EL
PERIODO EXPERIMENTAL

TRATAMIENTOS				
SEMANA	T0 (0,0%)	T1 (0,2%)	T2 (0,4%)	T3 (0,6%)
1-16	3,08±0,48	2,08±0,83	2,09±0,68	2,56±0,88

GRÁFICO N° 5. 12
VALORES PROMEDIO DE CONVERSIÓN ALIMENTARIA DE
LOS ALEVINES DE TILAPIA POR TRATAMIENTOS DURANTE
EL PERIODO EXPERIMENTAL



Evaluación del coeficiente térmico de crecimiento (CTC)

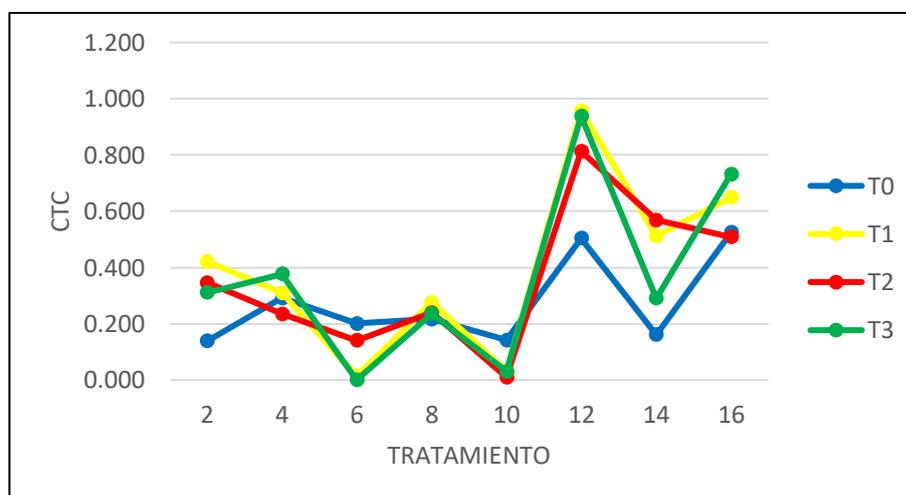
En la tabla N° 5.9 se muestra los coeficientes térmicos de crecimiento (factor de productividad de cada unidad experimental) por tratamientos, el tratamiento T0 muestra un coeficiente promedio de $0,272 \pm 0,157$; el tratamiento T1 un coeficiente de $0,396 \pm 0,315$; el T2 con $0,358 \pm 0,260$ y T3 con $0,364 \pm 0,32$.

El análisis de varianza, ANOVA ($P>0,05$) mostró que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

TABLA N° 5. 9 VALORES PROMEDIOS DEL COEFICIENTE TÉRMICO DE CRECIMIENTO EN ALEVINES DE TILAPIA POR TRATAMIENTO DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL

TRATAMIENTOS				
SEMANA	T0 (0,0%)	T1 (0,2%)	T2 (0,4%)	T3 (0,6%)
1-16	0,272±0,157	0,396±0,315	0,358±0,260	0,364±0,32

**GRÁFICO N° 5. 13
VALORES PROMEDIO DEL COEFICIENTE TÉRMICO DE CRECIMIENTO DE LOS ALEVINES DE TILAPIA CHITRALADA POR TRATAMIENTOS**



A los alevines que del T1 obtuvieron un promedio de 0,396 siendo el valor más alto, seguido del T2 y T3 que obtuvieron los siguientes promedios 0,358 y 0,364 respectivamente; el tratamiento control obtuvo un promedio de 0,272 siendo el valor más bajo en

comparación a los otros tratamientos; sin embargo al realizar el análisis de varianza no existieron diferencias significativas ($P>0,05$) entre los tratamientos.

5.3 Evaluación del sistema inmunológico (%Leucocito)

En el Gráfico N° 5.14 y la Tabla N° 5.10 se presentan los valores promedios en porcentaje de leucocitos de los alevines de Tilapia por tratamientos al final del periodo experimental (16 semanas), el análisis de varianza mostró diferencia significativa ($p<0,05$) entre los tratamientos experimentales y el tratamiento control.

GRÁFICO N° 5. 14
VALORES PROMEDIOS DE LEUCOCITOS (%) EN ALEVINES
DE TILAPIA POR TRATAMIENTO AL FINAL DEL PERIODO
EXPERIMENTAL

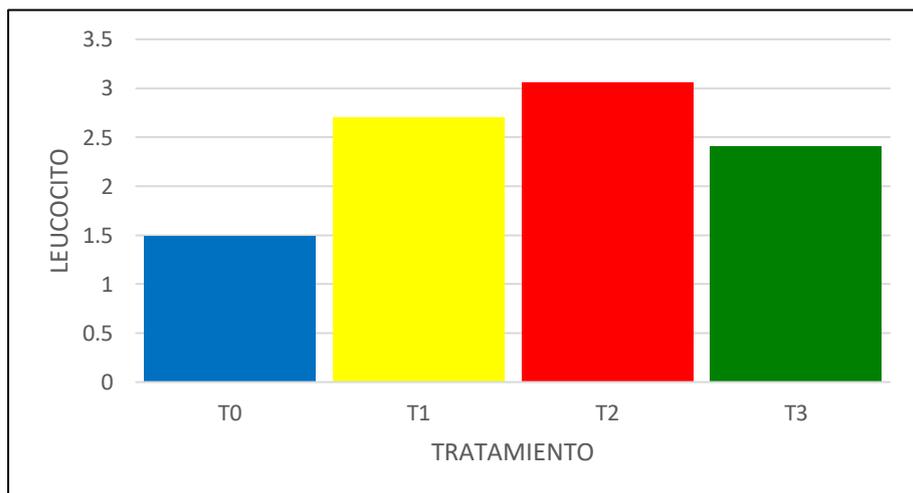


TABLA N° 5. 10
VALORES PROMEDIOS DE LEUCOCITOS (%) EN ALEVINES
DE TILAPIA POR TRATAMIENTO AL FINAL DEL PERIODO
EXPERIMENTAL

TRATAMIENTOS				
SEMANA	T0	T1	T2	T3
	(0,0%)	(0,2%)	(0,4%)	(0,6%)
16	1,48±0,34	2,70±0,59	3,06±0,44	2,40±0,32

Mediante la prueba de Tukey se pudo comprobar que los peces del T2 presentaron valores estadísticamente significativos respecto al T0.

TABLA N° 5. 11
COMPARACIONES EN PAREJAS DE TUKEY PARA EL SISTEMA
INMUNOLÓGICO (%LEUCOCITOS) ENTRE LOS TRATAMIENTOS

Leucocitos

HSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
0	5	1,4880	
3	5	2,4040	2,4040
1	5	2,7020	2,7020
2	5		3,0620
Sig.		,070	,486

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.000.

5.4 Evaluación del sistema nutricional (%Hematocrito)

En el Gráfico N° 5.15 y la Tabla N° 5.12, se presentan los valores promedios en porcentaje de hematocrito de los alevines de Tilapia por tratamientos al final del periodo experimental (16 semanas).

GRÁFICO N° 5. 15
VALORES PROMEDIO DE HEMATOCRITO (%) DE LOS
ALEVINES DE TILAPIA POR TRATAMIENTOS AL FINAL DEL

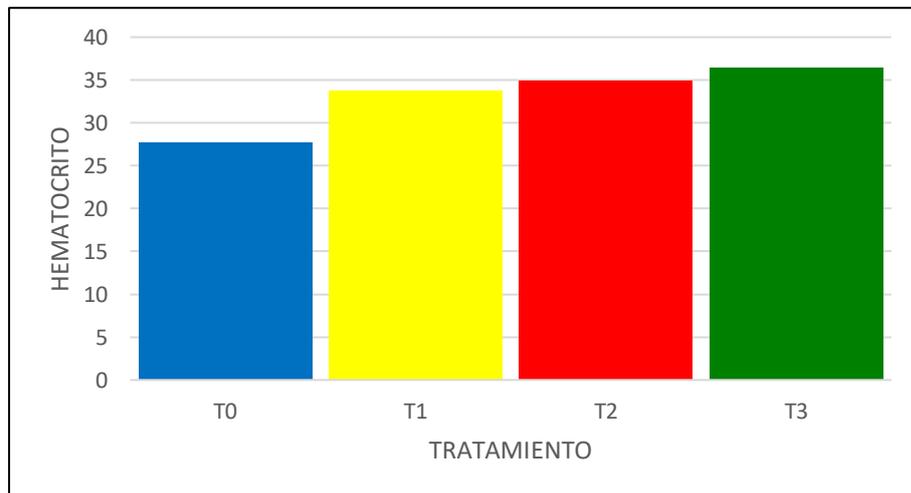


TABLA N° 5. 12
VALORES PROMEDIOS DE HEMATOCRITO (%) EN ALEVINES
DE TILAPIA POR TRATAMIENTO AL FINAL DEL PERIODO
EXPERIMENTAL

TRATAMIENTOS				
SEMANA	T0	T1	T2	T3
1	(0,0%)	(0,2%)	(0,4%)	(0,6%)
16	25,60±5,50	33,70±1,01	34,94±3,32	36,43±3,37

Mediante la prueba de Tukey se pudo comprobar que los peces de los tratamientos T1, T2 y T3 presentaron diferencia significativa frente al T0 (Véase la Tabla N° 5.13).

**TABLA N° 5. 13
COMPARACIONES EN PAREJAS DE TUKEY PARA SISTEMA
NUTRICIONAL (%HEMATOCRITO) ENTRE LOS
TRATAMIENTOS**

Hematocrito

HSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
0	5	25,6160	
1	5		33,7040
2	5		34,9420
3	5		36,4260
Sig.		1,000	,650

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente experimento se realizó para evaluar el efecto del nutraceutico a base de plantas medicinales como *Taraxacum officinale* y *Echinacea purpurea* y evaluar sus posibles beneficios en la acuicultura. Éstas son nuevas perspectivas en el uso de aditivos para piensos derivados de plantas medicinales en la dieta de peces para prevenir enfermedades.

Evaluación de parámetros productivos

Crecimiento Peso y Talla

En el presente estudio se demuestra que el uso del extracto *Echinacea purpurea* y *Taraxacum officinale* en la dieta Tilapia *Oreochromis niloticus* variedad Chitralada mejora su crecimiento, ya que el mayor peso final lo presentó el Tratamiento 2 (0,4%) a comparación del tratamiento control, esto comparte similitud con el estudio realizado por Akbary P. *et al.* (2016) quienes adicionaron Equinacea en la dieta para Lisa (*Mugil cephalus*); sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos como si lo demuestra George *et al.*, (2007) con la especie Tilapia y Kasiri M. *et al.* (2011) en su prueba con Pez Angel (*Pterophyllum scalare*).

Tasa de crecimiento absoluto

Para el caso de la Tasa de Crecimiento Absoluto este estudio muestra que los tratamientos con adición del nutraceutico fueron mayores que el tratamiento control, sin embargo, no hubo una diferencia significativa. Este resultado es similar al estudio realizado por Salah, (2008) con la especie Tilapia (*Oreochromis niloticus*) y Akbary P. *et al.* (2016) con la especie Lisa (*Mugil cephalus*), con la

diferencia de que ellos si reportan diferencia significativa entre los tratamientos con *Echinacea purpurea* respecto al grupo control.

Tasa de crecimiento específico

Oskoi et al. (2011) reportan una elevada tasa de crecimiento específico en los alevines de Trucha Arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) tratados con *Echinacea purpurea* a comparación de su tratamiento control, sin encontrar diferencias significativas, resultado similar realizado por Guz et al. (2011) con Guppies (*Poecilia reticulata*) y al del al presente estudio.

Factor de Condición y Conversión Alimentaria

Guz et al. (2011) demuestran que los Guppies (*Poecilia reticulata*) tratados con *Echinacea purpurea* presentan un elevado Factor de Condición y baja Conversión Alimentaria, además de una diferencia significativa al ser comparados con el tratamiento control. Resultado similar a este estudio, sin embargo, no existe diferencia significativa entre los tratamientos y el tratamiento control.

Evaluación del sistema inmunológico y nutricional

En el presente estudio, se evaluaron los parámetros de estado inmunológico y nutricional mediante el porcentaje de leucocitos y hematocritos respectivamente, para los tratamientos con adición del nutracéutico al 0,0; 0,2; 0,4 y 0,6%.

Evaluando el estado nutricional, se evidenció que existe diferencia significativa ($P < 0,05$) entre el tratamiento control y el tratamiento experimental para alevines de Tilapia, resultados similares a los de George et al., (2007) quienes realizaron estudios con diferentes inmunoestimulantes. En dos de los tratamientos adicionaron *Echinacea purpurea* a la dieta con 0,25 y 1 ml/kg, en la primera fase de su estudio concluyeron que el estado de salud

mejorado de sus alevines se vio reflejado en los altos valores de hematocrito, en donde obtuvieron 31,17 y 31,21 % respectivamente. Datos cercanos a los obtenidos por Salah *et al.*, (2008), quienes concluyeron que la equinácea actúa como inmunoestimulante y como agente de control de enfermedades, al comparar la dosis de 0,25 ml/kg y el tratamiento control. Años más tarde, éstas dosis fueron nuevamente estudiadas en alevines de Trucha arcoíris, por Oskoi *et al.*, (2011), los que suplementaron 0; 0,25, 0,5, 1 y 2 ml/kg para la formulación de cinco dietas experimentales, obteniendo como resultado que la administración de 0,5 ml de Equinacea muestra efectos positivos en los índices hematológicos de esta especie.

Evaluando el estado inmunológico, se evidenció que no existe diferencia significativa ($P > 0,05$) entre los tratamientos T0, T1 y T3. Sin embargo, se encontró diferencia significativa ($P < 0,05$) entre el T2 y T0. Resultados similares al estudio de Salah *et. al.*, (2008) y Fajer – Avila *et. al.*, (2017), quienes evaluaron el efecto de *Echinacea purpurea* a una concentración de 0,25 ppt en la alimentación de Tilapia (*Oreochromis niloticus*).

VII. CONCLUSIONES

- La incorporación del nutraceutico al 0,2% en la dieta para alevines de Tilapia Nilótica, respecto al crecimiento, logró un peso promedio 45,8% superior respecto al T0, sin embargo, no presentó diferencia significativa ($P>0,05$), al igual que los parámetros productivos y estado nutricional. Respecto al estado inmunológico, el porcentaje de leucocrito fue mayor un 45,2% con respecto T0, mostrando diferencia significativa ($P<0,05$).
- La incorporación del nutraceutico al 0,4% en la dieta para alevines de Tilapia Nilótica, no afectó significativamente ($P>0,05$) al crecimiento y parámetros productivos evaluados, sin embargo, demostró resultados superiores en comparación al T0, como la tasa de crecimiento absoluta (50,0%), factor de condición (14,4%) y la conversión alimentaria fue un 54,0% menor. El estado inmunológico y nutricional fueron superiores en un 50,0% y 26,7% respectivamente comparado con el T0, mostrando diferencia significativa ($P<0,05$).
- La incorporación del nutraceutico 0,6% de alimento balanceado en la dieta para alevines de Tilapia Nilótica, no mostró diferencia significativa en el crecimiento, sin embargo, mostró un peso final

38,7% mayor respecto al tratamiento control, los parámetros productivos como tasa de crecimiento absoluto, fue mayor que el control en un 50%, la conversión alimentaria fue 31,3% mayor que el T2, con una media de 2,40, siendo este un efecto negativo, ya que afecta a la rentabilidad del cultivo. No hubo diferencia significativa respecto al estado inmunológico, sin embargo, el estado nutricional fue estadísticamente superior (29%) respecto al T0.

- Por ende la hipótesis planteada en el presente estudio es aceptada, podemos decir que la incorporación del nutraceutico al 0,4% de alimento para alevines de Tilapia, tiene efectos positivos tanto en el crecimiento, en los parámetros productivos, estado inmunológico y nutricional.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se puede recomendar el nutracéutico como suplemento dietas para alevines de Tilapia para mejorar la producción acuícola, luego de que se realicen más estudios para evaluar costo-beneficios.

- El presente estudio fue realizado bajo condiciones controladas, por lo que se sugiere una prueba en campo, bajo condiciones ambientales y con mayor densidad de siembra. De esta forma podría resultar más rentable la utilización de éste producto.

- Se recomienda realizar más pruebas hematológicas y bioquímicas como recuento de glóbulos rojos, hemoglobina, linfocitos, neutrófilos, globulina, albumina y total de proteínas.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE DEL ROSARIO, R. **Cultivo de Tilapia**. 2011. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/744/3/TILAPIA.pdf>. Artículo web. Consultado el 10 de agosto del 2017.
- AGUIRRE-GUZMAN G, LARA-FLORES M. **Biología Molecular: Herramienta para identificar bacterias que afectan al camarón de cultivo**. Fomix Campeche Revista 2011; 3(7):35-38.
- ASIM K. **Food & Nutrition Research**. 55: 5977. 2011 - DOI: 10.3402/fnr.v55i0.5977.
- BALTAZAR GUERRERO P. **Situación actual de la Tilapia en el Perú**. Segunda Jornada de Actualización en Tilapia. Puerto Vallarta, México. Septiembre 2009.
- BASANTES BERMEO C. **Evaluación del uso de balanceado orgánico vs el alimento industrial sobre la conversión alimenticia de la *Oreochromis* sp. (TILAPIA) criada en cultivo intensivo**. Ecuador. Universidad de Guayaquil. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. 70p. 2015.
- BATTAGLIA. 2017. **ALQUERNAT INMUNPLUS® Aditivo nutricional (Pronutriente) para optimizar el sistema immune de los Langostinos y ALQUERMOLD NATURAL® como Biocida en el agua para la Reducción de la carga bacteriana y de otros patógenos**.

- BELÉM-COSTA, A. & J.E.P. CYRINO. **Antibiotic resistance of *Aeromonas hydrophila* isolated from *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) and *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758).** Sci. Agric. 63(3): 281-284. 2006
- BISSET NG. **Herbal drugs and phytopharmaceuticals.** Boca Raton, FL, CRC Press, 1994.
- BOONYARATPALIN, M. **The use of chemicals in Aquafeed.** In: J.R. Arthur, C.R. Lavilla-Pitogo, & R.P. Subasinghe (Eds.) *Use of Chemicals in Aquaculture in Asia* : Proceedings of the Meeting on the Use of Chemicals in Aquaculture in Asia 20-22 May 1996, Tigbauan, Iloilo, Philippines (pp. 35-54). 2000.
- BROWN, J.H.; **World Aquaculture** 1989, 20, 34.
- CABRERA, A. L. **Compositae.** En A.L. Cabrera (ed.), Fl. Prov. Buenos Aires. Colecc. Ci. Inst. Nac. Tecnol. Agropecu. 4 (6): 1-344. 1963.
- CANTOR ATLATENCO, F. **Manual de producción de tilapia.** Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla. Puebla, México. 97 pp. 2007.
- CASILLAS JIMENEZ, G., & ESPARZA RICO, F. **Manual Práctico para la Cría y Explotación de la Tilapia *Tilapia sp.* y la Carpa *Cyprinus carpio*.** Tesis Pre Grado. Jalisco. Universidad de Guadalajara. 1999.
- CEREZUELA CABRERA, R. **Nuevos Probioticos y Prebioticos para Dorada (*Sparus aurata L.*).** Tesis doctoral. Murcia. Universidad de Murcia. 2012.

- CIFUENTES L JL, TORRES G MP, FRÍAS MM. **El océano y sus recursos XI, acuicultura**. México: Fondo de Cultura Económica; 2000.
- DAS, LIPI & BHAUMIK, ESHANI, RAYCHAUDHURI, UTPAL & CHAKRABORTY, RUNU. **Role of nutraceuticals in human health**. *Journal of food science and technology*. 49. 173-83. 10.1007/s13197-011-0269-4. 2012.
- DELGADILLO VILLARROEL, J.E.; CALANI VIADEZ, L.A. **Nutracéuticos**. *Revista de Actualización clínica*, 42: 2190-2194. 2014.
- EL-SAYED, A. **Tilapia Culture**. Reino Unido. CABI Publishing. 2006.
- FAJER-ÁVILA E., MEDINA-GUERRERO R.. y MORALES-SERNA F. **Estrategias para la prevención y control de las enfermedades parasitarias de la tilapia**. *En Acta agrícola y pecuaria*. Vol 3 (2): 25 a 31. 2017.
- FAO. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura**. 2016. 224p.
- FAO. **Recursos de la Acuicultura**. Disponible en:
http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/es
 Consultado el 02 de abril del 2018.
- FULLER R. **Probiotics: The scientific basis**. Springer-Science+Business, B.V. 1992. 396p.
- FURUYA WM, BOTARO D, GOMES RM, DOSSANTOS VG, ROSASLC, DE CASTRO ST, BARRIVIERA FVR. y PINSETA SPJ. **Aplicação do Conceito de Proteína Ideal para Redução dos Níveis**

de Proteína em Dietas para Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*).

R Bras Zootec. 34(5): 1433-1441. 2005.

- GARCÍA FELIZ C, COLLAZOS JA, CARVAJAL A, HERRERA S, ECHEITA M. y RUBIO P. **Antimicrobial resistance of *Salmonella enterica* isolates from apparently healthy and clinically ill finishing pigs in Spain.** *Zoonoses Public Hlth* 55: 195-205. 2008.
- GEORGE JOHN, SALAH MESALHY, MAHMOUD REZK, GAMAL EL-NAGGAR AND MOHAMED FATHI. **Effect of some immunostimulants as feed additives on the survival and growth performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* and their response to artificial infection.** Egypt. J. Aquat. Biol. & Fish., Vol. 11(3): 1299 -1308. 2007
- GRACÍA-LÓPEZ, V. y F. CASTELLÓ-ORVAY. **Crecimiento del mero *Epinephelus marginatus* (guaza) bajo distintas condiciones de cultivo.** IX Congreso Latinoamericano de Acuicultura, Segundo Simposium. avances y .perspectivas .de la acuicultura en Chile, Universidad Católica del Norte, Asociación Latinoamericana de Acuicultura, Coquimbo, Chile. 1996
- GONZALEZ, C.M., VISIOLI, F. and RODRIGUEZ C.A.. **Diverse biological activities of dandelion.** *Nutr Rev* 70. 2012
- GUZ L, SOPINSKA A, and ONISZCZUK T (2011) **Effect of Echinacea purpurea on growth and survival of guppy (*Poecilia reticulata*) challenged with *Aeromonas bestiarum*.** *Aquacult Nutr* 17: 695-700. 2011.

- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. **Metodología de la investigación**. 6ta Ed. Editorial: Mc Graw Hill. México, 2014.
- HNSEL R , **Handbuch der pharmazeutischen Praxis**. Vol. 6, Drugs P–Z, 5th ed. Berlin, Springer, 1994.
- HURTADO TOTOCAYO, N. **Tilapia: La Alternativa Social y Económica del Tercer Milenio**. 2003 Disponible en:
http://www.revistaaquatic.com/documentos/docs/nh_tilapia3milenio.pdf
. Articulo web. Consultado el 10 de agosto del 2017.
- INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM. ***Echinacea purpurea* (L.) Moench** Disponible en:
https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=37281#null. Consultado el 12 de septiembre del 2017.
- INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM. ***Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)**. Disponible en:
https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=553310#null. Consultado el 12 de septiembre del 2017.
- INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM. ***Taraxacum officinale* F. H. Wigg.** Disponible en:

https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=36213#null. Consultado el 12 de septiembre del 2017.

- IRIANTO A. & AUSTIN B. **Probiotics in aquaculture**. Journal of Fish Diseases 25, 633–642. 2002.
- JOBLING M., **The thermal growth coefficient (TGC) model of fish growth: a cautionary note**. *Aquaculture Research*, June 2003.
- KITSTEINER J. **Forest Gardening, Gardening, Herbaceous Layer, Plants**. Disponible en:
<http://tcpermaculture.com/site/2013/06/24/permaculture-plants-echinacea/>. Consultado el 12 de septiembre del 2017.
- KLAENHAMMER TR . and KULLEN MJ. **Selection and design of probiotic**. Int J Food Microbiol. Sep 15; 50(1-2):45-57. 1999
- LARA-FLORES M., ESCOBAR L. y OLVERA M. **Avances en la utilización de probióticos como promotores de crecimiento en Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**, en Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium de Nutrición Acuícolas. Septiembre 2002.
- LARA-FLORES M. OLVERA NOVOA M., GUZMÁN MÉNDEZ B. y LÓPEZ MADRID W. **Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)**, en Aquaculture. Vol. 216:193 a 201. 2003.

- LIÑAN GIRALDO W. **Crianza de Tilapia**. Perú. Editorial MACRO- 1era edición. 110p. Junio, 2007
- LÓPEZ LUENGO, M. **Equinácea Su Acción Contra los Síntomas del Resfriado Común**. Revista de la Oficina de Farmacia. Vol.24 (1): 68 al 74. Enero 2005
- LOVELL CR. And ROWAN M. **Dermatitis de diente de león**. Dermatitis de contacto; 25: 185-188. 1991
- LUO Z.H **The use of Chinese traditional medicines to improve impaired immune functions in scald mice**. Zhonghua Zheng Xing Shao Shang Wai Ke Za Zhi. 9(1):56-8, 80. 1993.
- MAASS, N., J. BAUER, B. R. PAULICKS, B. M. BÖHMER and D. A. ROTH-MAIER. **Efficiency of *Echinacea purpurea* on growth performance and immune status in pig**, Journal of animal physiology and nutrition, 89: 244-252. 2005.
- MAHECHA C. **Efecto de la inclusión de probióticos y prebióticos en el desempeño productivo y la sobrevivencia de alevinos de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) variedad chitralada**. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 2006.
- MCANDREW, B.J. **Evolution, phylogenetic relationships and biogeography**. En: Beveridge, M.C.M. and McAndrew, B.J. (eds) Tilapias: Biology and Exploitation. Kluwer Academic Publishers, pp. 1–32. Dordrecht/Boston/London, 2000.

- MEDINA-BELTRÁN, V., LUNA-GONZÁLEZ, A., FIERRO-CORONADO, J. CAMPA-CÓRDOVA, A., PERAZA-GÓMEZ, V. FLOREZ-MIRANDA, M., & GUTIÉRREZ RIVERA, J. ***Echinacea purpurea* and *Uncaria tomentosa* Reduce the Prevalence of WSSV in Witheleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Cultured Under Laboratory Conditions.** *Aquaculture*. Vol.358-359: 164 a 169. 2012.
- MEJÍA SORIA, CESAR. **Dinámica del Nitrógeno en Bioreactores de un Sistema de Producción de Alevinos Machos de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) con Tecnología Biofloc.** Tesis Pre Grado. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. 2014.
- MILAD KASIRI, AMIN FARAHI, and MOHAMMAD SUDAGAR **Effects of supplemented diets by Levamisole and *Echinacea purpurea* extract on growth and reproductive parameters in angelfish (*Pterophyllum scalare*)** *AAFL Bioflux* 4(1):46-51. 2011.
- MIOSO, R., FRANCISCO, J., TOLEDO, M., BRAVI DE LAGUNA, I., BESSONART, M. **Química de productos naturales aplicada a la acuicultura: una revisión interdisciplinaria.** *Quím. Nova* vol.37 no.3 São Paulo. 2014.
- MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN - PRODUCE. **Cultivo de Tilapia.** Lima-Perú. 2004.
- MURRAY M. y PIZZORNO J. **Un libro de texto de la medicina natural.** Seattle: Bastyr University Press; 1992.

- NAVARRO, A. **Ensayo de dos Modalidades de Policultivo empleado Bagre (*Ictalurus punctatus*) Tilapia Hibrida (*Oreochromis niloticus* vs. *Oreochromis mossambicus*) y Langostino (*Macrobrachium tenellum*) en Estanques Semirusticos caso Jocotepec, Jalisco.** Mexico. Universidad de Colima. Facultad de Ciencias Marinas. 46 pp. 2002.
- ORELLANA TOUZERY, FRANCISCO. **Manual para estandarizar métodos de muestreo.** Disponible en: .Artículo web. Consultado el 10 de junio del 2017.
- P AKBARY, S KAKOOLAKI, H. SALEHI, M J ZORRIEHZAHRA, A SEPAHDARI, M R MEHRABI and S JADGAL **The efficacy of Echinacea (*Echinacea purpurea*) methanol extract on growth performance and hematological parameter in grey mullet (*Mugil cephalus*)** *Iranian Journal of Aquatic Animal Health* 2(2) 14-24, 2016.
- PELICANO ERL, SOUZA PA. y SOUZA HBA. **Prebióticos e Probióticos na nutrição de aves.** *Ciências Agrárias e da Saúde* 2 (1): 59-64. 2002.
- PENAGOS, G., BARATO, P., & IREGUI, C. **Sistema Inmune y Vacunación de Peces.** *Acta Biológica Colombiana*. Vol.13 (3): 3 a 26. 2008.
- PHARMACOPOEIA OF THE REPUBLIC OF KOREA, 7th ed. Seoul, Taechan yakjon, 1998.

- PIÉ ORPI, J. **Utilización de Alquernat Inmuplus Como Inmunoestimulante.** Disponible en:
<http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/utilizacion-de-alquernat-inmuplus-como-inmunoestimulante.html>. Artículo web.
 Consultado el 10 de agosto del 2017.
- PULLIN RS, PALMARES ML, CASAL CV, DEY MM. and PAULY D. **Environmental impacts of tilapias.** Ithaca, NY, USA. En: Fitzsimmons K, ed. Proceedings of the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture. 554-572. 1997.
- QUIÑONEZ. **Efecto de bacterias ácido lácticas y levaduras con potencial probiótico en el cultivo de las tilapias *Oreochromis niloticus* y *Oreochromis sp.*** Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional, México, 3- 43. 2008.
- RED NACIONAL DE INFORMACIÓN ACUÍCOLA – RNIA. **PERÚ: COSECHA DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS DE LA ACTIVIDAD DE ACUICULTURA SEGÚN ÁMBITO DEPARTAMENTO Y ESPECIE, 2015 (TM).** 2015. Disponible en:
http://rnia.produce.gob.pe/images/stories/archivos/estadisticas/2015/cosecha_por_region_2015.pdf.
- SAAVEDRA MARTINEZ. **Manejo del cultivo de Tilapia.** Managua-Nicaragua. Coord. Acuícola. Departamento de ciencias ambientales y agrarias, facultad de ciencia, tecnología y ambiente, Universidad centroamericana. 24pp. 2006.

- SALAH A., MOHAMED F, Y GEORGE J. **Echinacea as Immunostimulatory Agent in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*)** via *Earthen Pond Experiment. Aquaculture*. 2008.
- SANTAMARÍA M. **Nutrición y Alimentación en Peces Nativos**. Universidad Nacional Abierta Y A Distancia “UNAD”. 2014. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/2697>. Artículo web. Consultado el 10 de agosto del 2017.
- SIERRALTA, V. **Cultivo de Tilapia: Tecnicas y Procedimientos**. *Revista de Ciencias Veterinarias*. Vol.31 (4): 5 a 8. 2015.
- SCHUTZ, K., CARLE, R. and SCHIEBER, A. **Taraxacum a review on its phytochemical and pharmacological profile**. 2006
- S OSKOII, A KOHYANI, A PARSEH, A SALATI. and E SADEGHI **Effects of dietary administration of *Echinacea purpurea* on growth índices and biochemical and hematological índices in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings** *Fish Physiol Biochem* 38:1029–1034 2011. 2012
- TAVARES-DIAS, M.; y MORAES, F.R. **Hematologia de peixes teleósteos**. Ribeirão Preto: Villimpress. TAVARES-DIAS, M. et al. Hematological characteristics of hybrid Florida red tilapia, *Oreochromis urolepis hornorun* x *O. mossambicus* under intensive rearing. In: INTERNATRIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5, 2000, Rio de Janeiro. Proceedings. Rio de Janeiro: Panorama da Aqüicultura Magazine, 2000a. p. 533-541. 2004.

- VERMA, ROHIT., PANDEY, MANISHA & SARAF, SHUBHINI. **Nutraceuticals: New Era of Medicine and Health.** *Asian Journal of Clinical Nutrition.* 3. 2010.
- WEATHERLEY, AH. AND H. S. GILL. **The biology of fish growth.** Academic Press. Orlando, Florida. 443-p. 1989.
- WESTON, D.P. **Ecological effects of the use of chemicals in aquaculture.** In: J.R. Arthur, C.R. Lavilla-Pitogo, & R.P. Subasinghe (Eds.) Use of Chemicals in Aquaculture in Asia : Proceedings of the Meeting on the Use of Chemicals in Aquaculture in Asia 20-22 May 1996.
- YUJI-SADO, R., RAULINO-DOMANSKI, F., FRANCHI DE FREITAS, P., & BAIOCO-SALES, F. **Growth, Immune Status and Intestinal Morphology of Nile Tilapia Fed Dietary Prebiotics (Mannan Oligosaccharides-MOS).** *Latin American Journal of Aquatic Research.* Vol.43 (5): 944 a 952. Septiembre 2015.
- YOUSEFIAN, M.; and AMIRI, M. S. **A review of the use of prebiotic in aquaculture for fish and shrimp.** African Journal of Biotechnology 8, 7313–7318. 2009.
- ZEISEL SH. **Regulation of “nutraceuticals”.** Science. 285: 1853-5. 1999.
- ZHOU, Z., HE, S., LIU, Y., SHI, P., HUANG, G., & YAO, B. **The Effects of Dietary Yeasts Culture or Short-chain Fructo-oligosaccharides on the Intestinal Autochthonous Bacterial Communities in Juvenile**

Hybrid Tilapia. *Journal of the World Aquaculture Society*. Vol.40 (4):
450 a 459. Agosto 2009.

IX. ANEXOS

ANEXO N°1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
<p>¿Con qué efecto porcentaje de incorporación del nutraceutico (<i>Echinacea purpurea</i> y <i>Taraxacum officinale</i>) en la alimentación de alevines de Tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> variedad Chitralada lograremos efectos positivos sobre el crecimiento, parámetros productivos, estado inmunológico y nutricional?</p>	<p>Objetivo general Determinar las respuestas productivas a tres niveles de incorporación del nutraceutico (<i>Echinacea purpurea</i> y <i>Taraxacum officinale</i>) en la alimentación de alevines de tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> variedad Chitralada sobre el crecimiento, parámetros productivos, estado inmunológico y nutricional.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el efecto del uso de 0,2% del nutraceutico (<i>Echinacea purpurea</i> y <i>Taraxacum officinale</i>) en la alimentación sobre el crecimiento (peso y talla), parámetros productivos (tasa de crecimiento absoluta, tasa de crecimiento específica, conversión alimentaria, factor de condición y coeficiente térmico de crecimiento), estado inmunológico y nutricional. • Evaluar el efecto del uso de 0,4% del nutraceutico (<i>Echinacea purpurea</i> y de <i>Taraxacum officinale</i>) en la alimentación sobre el crecimiento (peso y talla), parámetros productivos (tasa de crecimiento absoluta, tasa de crecimiento específica, conversión alimentaria, factor de condición y coeficiente térmico de crecimiento), estado inmunológico y nutricional. • Evaluar el efecto del uso de 0,6% del nutraceutico (<i>Echinacea purpurea</i> y de <i>Taraxacum officinale</i>) en la alimentación sobre el crecimiento (peso y talla), parámetros productivos (tasa de crecimiento absoluta, tasa de crecimiento específica, conversión alimentaria, factor de condición y coeficiente térmico de crecimiento), estado inmunológico y nutricional. 	<p>Variable independiente</p> <p>La concentración de incorporación del nutraceutico (<i>Echinacea purpurea</i> y <i>Taraxacum officinale</i>) en el alimento.</p> <p>VARIABLES dependientes</p> <ul style="list-style-type: none"> •Crecimiento <ul style="list-style-type: none"> • Ganancia en Talla • Ganancia en Peso •Tasa de Crecimiento Absoluta (TCA). •Tasa de Crecimiento Específica (TCE). •Conversión Alimentaria (CA). •Factor de condición K. •Coeficiente Térmico de Crecimiento (CTC). •Estado Inmunológico. •Estado Nutricional. 	<p>Con incorporación de 0,4% del nutraceutico (<i>Echinacea purpurea</i> y <i>Taraxacum officinale</i>) en la alimentación de alevines de Tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> variedad Chitralada lograremos un efecto positivo sobre el crecimiento, parámetros productivos, estado inmunológico y nutricional.</p>	<p>La fase experimental del presente estudio de investigación se realizará en el Laboratorio de Acuicultura de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la Universidad del Callao (UNAC), con duración de 120 días, correspondiente al periodo de Abril a Agosto del 2018. Se utilizarán 648 alevines de Tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> variedad Chitralada, los cuales serán adquiridos de una piscicultura comercial. La condición inicial de los peces será de un peso promedio aproximado de 0,2 gr de peso promedio y 2,5 cm de longitud total promedio.</p> <p>Diseño de la investigación</p> <p>El diseño experimental se trabajará completamente al azar, los peces serán alojados en 12 acuarios de vidrio con volumen útil de 25 Litros cada uno, con una cantidad de 54 peces por acuario cada uno con sistema de recirculación. Se distribuirán en cuatro tratamientos, tres de los cuales serán sometidos a diferentes niveles de incorporación del nutraceutico en el alimento (0,2%, 0,4% y 0,6%) y el cuarto restante corresponderá al grupo control, cada tratamiento tendrá una pre-prueba y post-prueba.</p>	<p>Población</p> <p>Para el estudio se dispondrá de una población inicial de 648 alevines de Tilapia Chitralada revertidos sexualmente traídos desde las instalaciones de la empresa productora Incontrol & Sistemas S.A.C. ubicado en el distrito de Huanchaco, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad, Perú.</p> <p>Muestra</p> <p>De la población inicial se tomarán a 25 alevines por acuario.</p>

ANEXO N°2
TABLA DE CONTROL: CRECIMIENTO

DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTO 0,0%			TRATAMIENTO 0,2%			TRATAMIENTO 0,4%			TRATAMIENTO 0,6%		
	R1	R2	R3									
Peso promedio (g)												
Ganancia de Peso (g)												
Talla promedio (cm)												
Ganancia de Talla (cm)												

ANEXO N°3

TABLA DE CONTROL: PARÁMETROS PRODUCTIVOS

DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTO 0,0%			TRATAMIENTO 0,2%			TRATAMIENTO 0,4%			TRATAMIENTO 0,6%		
	R1	R2	R3									
Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA)												
Tasa de Crecimiento Especifico (TCE)												
Conversión Alimentaria (CA)												
Factor de Condición (K)												
Coefficiente Térmico de Crecimiento (CTC)												

ANEXO N°4

TABLA DE CONTROL: PARÁMETRO TEMPERATURA

Fecha	Hora	TRATAMIENTO 0,0%	TRATAMIENTO 0,2%	TRATAMIENTO 0,4%	TRATAMIENTO 0,6%
	09:00				
	11:00				
	13:00				
	15:00				
	09:00				
	11:00				
	13:00				
	15:00				
	09:00				
	11:00				
	13:00				
	15:00				
	09:00				
	11:00				
	13:00				
	15:00				
	09:00				
	11:00				
	13:00				
	15:00				

ANEXO N°5

TABLA DE CONTROL: PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	TRATAMIENTO 0,0%	TRATAMIENTO 0,2%	TRATAMIENTO 0,4%	TRATAMIENTO 0,6%
pH				
O ₂ (mg/l)				
NH ₃ (mg/l)				
NO ₂ (mg/l)				

ANEXO N° 6 Peso Promedio

Pruebas de normalidad

	T	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
PesoT	0	,952	17	,488
	1	,952	17	,487
	2	,959	17	,617
	3	,952	17	,485

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
PesoT	Se basa en la media	,390	3	64	,761
	Se basa en la mediana	,260	3	64	,854
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,260	3	60,401	,854
	Se basa en la media recortada	,380	3	64	,768

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: PesoT

HSD Tukey

(I) T	(J) T	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0	1	-,07987	,13640	,936	-,4397	,2799
	2	-,02988	,13640	,996	-,3897	,3299
	3	-,05495	,13640	,978	-,4147	,3048
1	0	,07987	,13640	,936	-,2799	,4397
	2	,04999	,13640	,983	-,3098	,4098
	3	,02492	,13640	,998	-,3349	,3847
2	0	,02988	,13640	,996	-,3299	,3897
	1	-,04999	,13640	,983	-,4098	,3098
	3	-,02507	,13640	,998	-,3849	,3347
3	0	,05495	,13640	,978	-,3048	,4147
	1	-,02492	,13640	,998	-,3847	,3349
	2	,02507	,13640	,998	-,3347	,3849

ANEXO N° 7 Longitud Promedio

Pruebas de normalidad

	T	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Talla T	0	,967	17	,772
	1	,957	17	,578
	2	,970	17	,821
	3	,965	17	,735

Prueba de homogeneidad de varianzas

Talla T		Estadístico de			Sig.
		Levene	gl1	gl2	
Talla T	Se basa en la media	,068	3	64	,977
	Se basa en la mediana	,064	3	64	,978
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,064	3	63,682	,978
	Se basa en la media recortada	,066	3	64	,978

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Talla T

HSD Tukey

(I) T	(J) T	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0	1	-,03296	,03800	,822	-,1332	,0673
	2	-,01722	,03800	,969	-,1175	,0830
	3	-,02917	,03800	,869	-,1294	,0711
1	0	,03296	,03800	,822	-,0673	,1332
	2	,01574	,03800	,976	-,0845	,1160
	3	,00380	,03800	1,000	-,0964	,1040
2	0	,01722	,03800	,969	-,0830	,1175
	1	-,01574	,03800	,976	-,1160	,0845
	3	-,01194	,03800	,989	-,1122	,0883
3	0	,02917	,03800	,869	-,0711	,1294
	1	-,00380	,03800	1,000	-,1040	,0964
	2	,01194	,03800	,989	-,0883	,1122

ANEXO N° 8 Tasa De Crecimiento Absoluta (TCA)

Pruebas de normalidad

	Tratamiento	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
TCA	0	,753	8	,009
	1	,822	8	,049
	2	,780	8	,017
	3	,797	8	,027

Prueba de homogeneidad de varianzas

	Tratamiento	Estadístico de Levene			Sig.
		Estadístico	gl1	gl2	
TCA	Se basa en la media	2,663	3	28	,067
	Se basa en la mediana	,588	3	28	,628
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,588	3	23,422	,629
	Se basa en la media recortada	2,381	3	28	,091

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: TCA

HSD Tukey

(I) T	(J) T	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0	1	-,02170	,02108	,734	-,0793	,0359
	2	-,01402	,02108	,909	-,0716	,0435
	3	-,01616	,02108	,869	-,0737	,0414
1	0	,02170	,02108	,734	-,0359	,0793
	2	,00768	,02108	,983	-,0499	,0652
	3	,00554	,02108	,994	-,0520	,0631
2	0	,01402	,02108	,909	-,0435	,0716
	1	-,00768	,02108	,983	-,0652	,0499
	3	-,00214	,02108	1,000	-,0597	,0554
3	0	,01616	,02108	,869	-,0414	,0737
	1	-,00554	,02108	,994	-,0631	,0520
	2	,00214	,02108	1,000	-,0554	,0597

ANEXO N° 9 Tasa De Crecimiento Específica (TCE)

Pruebas de normalidad

	Tratamiento	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
TCE	0	,936	8	,574
	1	,889	8	,231
	2	,861	8	,123
	3	,951	8	,726

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			Sig.
		Levene	gl1	gl2	
TCE	Se basa en la media	,645	3	28	,592
	Se basa en la mediana	,415	3	28	,743
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,415	3	19,320	,744
	Se basa en la media recortada	,577	3	28	,635

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: TCE

HSD Tukey

(I) T	(J) T	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0	1	-,76500	,94757	,850	-3,3522	1,8222
	2	-1,31500	,94757	,517	-3,9022	1,2722
	3	-,46125	,94757	,961	-3,0484	2,1259
1	0	,76500	,94757	,850	-1,8222	3,3522
	2	-,55000	,94757	,937	-3,1372	2,0372
	3	,30375	,94757	,988	-2,2834	2,8909
2	0	1,31500	,94757	,517	-1,2722	3,9022
	1	,55000	,94757	,937	-2,0372	3,1372
	3	,85375	,94757	,804	-1,7334	3,4409
3	0	,46125	,94757	,961	-2,1259	3,0484
	1	-,30375	,94757	,988	-2,8909	2,2834
	2	-,85375	,94757	,804	-3,4409	1,7334

ANEXO N° 10 Conversión Alimentaria (CA)

Pruebas de normalidad

	Tratamiento	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
CA	0	,932	7	,571
	1	,864	7	,166
	2	,952	7	,749
	3	,819	7	,062

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			Sig.
		Levene	gl1	gl2	
CA	Se basa en la media	2,521	3	24	,082
	Se basa en la mediana	,509	3	24	,680
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,509	3	16,502	,682
	Se basa en la media recortada	2,338	3	24	,099

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: CA

HSD Tukey

(I) T	(J) T	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0	1	,89729	,41485	,162	-,2471	2,0417
	2	,87829	,41485	,176	-,2661	2,0227
	3	,43929	,41485	,717	-,7051	1,5837
1	0	-,89729	,41485	,162	-2,0417	,2471
	2	-,01900	,41485	1,000	-1,1634	1,1254
	3	-,45800	,41485	,691	-1,6024	,6864
2	0	-,87829	,41485	,176	-2,0227	,2661
	1	,01900	,41485	1,000	-1,1254	1,1634
	3	-,43900	,41485	,717	-1,5834	,7054
3	0	-,43929	,41485	,717	-1,5837	,7051
	1	,45800	,41485	,691	-,6864	1,6024
	2	,43900	,41485	,717	-,7054	1,5834

ANEXO N° 11 Factor de Condición (K)

Pruebas de normalidad

	Tratamiento	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
CA	0	,932	7	,571
	1	,864	7	,166
	2	,952	7	,749
	3	,819	7	,062

Prueba de homogeneidad de varianzas

FactorK		Estadístico de			Sig.
		Levene	gl1	gl2	
FactorK	Se basa en la media	1,679	3	28	,194
	Se basa en la mediana	1,708	3	28	,188
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,708	3	12,461	,216
	Se basa en la media recortada	1,711	3	28	,187

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: FactorK

HSD Tukey

(I) T	(J) T	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0	1	,19000	,14021	,537	-,1928	,5728
	2	,24250	,14021	,328	-,1403	,6253
	3	-,04000	,14021	,992	-,4228	,3428
1	0	-,19000	,14021	,537	-,5728	,1928
	2	,05250	,14021	,982	-,3303	,4353
	3	-,23000	,14021	,373	-,6128	,1528
2	0	-,24250	,14021	,328	-,6253	,1403
	1	-,05250	,14021	,982	-,4353	,3303
	3	-,28250	,14021	,207	-,6653	,1003
3	0	,04000	,14021	,992	-,3428	,4228
	1	,23000	,14021	,373	-,1528	,6128
	2	,28250	,14021	,207	-,1003	,6653

ANEXO N° 12 Coeficiente Térmico de Crecimiento (CTC)

Pruebas de normalidad

	Tratamiento	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
CTC	0	,798	8	,027
	1	,911	8	,361
	2	,966	8	,867
	3	,906	8	,329

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			Sig.
		Levene	gl1	gl2	
CTC	Se basa en la media	1,248	3	28	,311
	Se basa en la mediana	1,132	3	28	,353
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,132	3	23,726	,356
	Se basa en la media recortada	1,222	3	28	,320

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: CTC

HSD Tukey

(I) T	(J) T	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0	1	-,09258	,13970	,910	-,4740	,2888
	2	-,08550	,13970	,927	-,4669	,2959
	3	-,09212	,13970	,911	-,4735	,2893
1	0	,09258	,13970	,910	-,2888	,4740
	2	,00707	,13970	1,000	-,3743	,3885
	3	,00045	,13970	1,000	-,3810	,3819
2	0	,08550	,13970	,927	-,2959	,4669
	1	-,00707	,13970	1,000	-,3885	,3743
	3	-,00662	,13970	1,000	-,3880	,3748
3	0	,09212	,13970	,911	-,2893	,4735
	1	-,00045	,13970	1,000	-,3819	,3810
	2	,00662	,13970	1,000	-,3748	,3880

ANEXO N° 13 Leucocitos

Pruebas de normalidad

	Tratamiento	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Leucocito	0	,979	5	,930
	1	,940	5	,669
	2	,925	5	,563
	3	,914	5	,491

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			Sig.
		Levene	gl1	gl2	
Leucocito	Se basa en la media	1,417	3	16	,274
	Se basa en la mediana	,682	3	16	,576
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,682	3	12,892	,579
	Se basa en la media recortada	1,357	3	16	,291

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Leucocito

HSD Tukey

(I) T	(J) T	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0	1	-1,21400	,45222	,070	-2,5078	,0798
	2	-1,57400*	,45222	,015	-2,8678	-,2802
	3	-,91600	,45222	,220	-2,2098	,3778
1	0	1,21400	,45222	,070	-,0798	2,5078
	2	-,36000	,45222	,855	-1,6538	,9338
	3	,29800	,45222	,911	-,9958	1,5918
2	0	1,57400*	,45222	,015	,2802	2,8678
	1	,36000	,45222	,855	-,9338	1,6538
	3	,65800	,45222	,486	-,6358	1,9518
3	0	,91600	,45222	,220	-,3778	2,2098
	1	-,29800	,45222	,911	-1,5918	,9958
	2	-,65800	,45222	,486	-1,9518	,6358

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

ANEXO N° 14 Hematocrito

Pruebas de normalidad

	Tratamiento	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Hematocrito	0	,967	5	,857
	1	,957	5	,784
	2	,938	5	,649
	3	,815	5	,107

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			Sig.
		Levene	gl1	gl2	
Hematocrito	Se basa en la media	2,310	3	16	,115
	Se basa en la mediana	1,224	3	16	,333
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,224	3	10,888	,347
	Se basa en la media recortada	2,308	3	16	,115

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Hematocrito

HSD Tukey

(I) T	(J) T	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0	1	-8,08800*	2,31361	,014	-14,7073	-1,4687
	2	-9,32600*	2,31361	,005	-15,9453	-2,7067
	3	-10,81000*	2,31361	,001	-17,4293	-4,1907
1	0	8,08800*	2,31361	,014	1,4687	14,7073
	2	-1,23800	2,31361	,949	-7,8573	5,3813
	3	-2,72200	2,31361	,650	-9,3413	3,8973
2	0	9,32600*	2,31361	,005	2,7067	15,9453
	1	1,23800	2,31361	,949	-5,3813	7,8573
	3	-1,48400	2,31361	,917	-8,1033	5,1353
3	0	10,81000*	2,31361	,001	4,1907	17,4293
	1	2,72200	2,31361	,650	-3,8973	9,3413
	2	1,48400	2,31361	,917	-5,1353	8,1033

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

