



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

“UTILIZACIÓN DEL *Zingiber officinale* (JENGIBRE) COMO PROMOTOR DE  
CRECIMIENTO EN LA ALIMENTACIÓN DE ALEVINES FASE II DE LA  
EMPRESA PESCA DEPORTIVA REINA DEL CISNE EN LA PROVINCIA DEL  
AZUAY”

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previa a la obtención del título:  
INGENIERA ZOOTECNISTA

**AUTORA**

LUZ MARÍA GRANDA PIZHA

Riobamba – Ecuador

2016

Este trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente Tribunal

---

Ing. M.C. Julio Enrique Usca Méndez.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. M.C. Edmundo Geovanny Granizo Balarezo.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

Ing. M.C. Lucia Monserrath Silva Déley.

**ASESORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Riobamba, 8 de Agosto del 2016.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, **LUZ MARÍA GRANDA PIZHA**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 8 de Agosto del 2016.

**LUZ MARÍA GRANDA PIZHA**

**C.I. 030224584-0**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco adiós por darme la vida, por permitirme cumplir mi meta, por no abandonarme cuando más lo necesitaba.

A mis padres por su apoyo incondicional, por estar en las buenas y en las malas siempre apoyándome, a mis hermanos que se encuentran lejos que siempre me han estado apoyando, económicamente y moralmente, a mi Suegros por sus palabras de motivación, que me han enseñado que en esta vida nada es imposible, con la fe de dios todo se puede.

A la Sra. María Guerrero, propietaria de la empresa pesca deportiva reina del cisne por abrirme las puerta para la realizar mi tesis de investigación.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo facultas de ciencias pecuarias, a mis maestros por sus enseñanzas, que nos supieron inculcar con sus conocimientos.

## **DEDICATORIA**

Le dedico mi tesis a mi dios a mi madre María Encarnación Pizha desde el lugar donde se encuentre ella siempre me estará cuidando, a mi persona con mi esfuerzo y dedicación he culminado una etapa más de la vida estudiantil, a los padres maravillosos que me han dado la oportunidad de ser una profesional, le dedico a Julián Pizha Y Francisca Pizha, a mi hija Naomi Mainato, a mis hermanos Zoila , Rosita, Andrés, Roció, Gabriel ,Carmen Guamán , Camelina Pichizaca a mi esposo Manuel Mainato, y a mis suegros, Rosita Bunay, Abelino Mainato ,y a mis tíos Nicolasa Loja, José María Loja.

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. LA PISCICULTURA EN EL ECUADOR	3
1. <u>Historia del cultivo de trucha en Ecuador</u>	3
2. <u>Producción de truchas en Ecuador</u>	5
3. <u>Desarrollo de la Actividad Piscícola en el Azuay</u>	5
B. TRUCHA ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	6
1. <u>Distribución y habitat</u>	7
2. <u>Características biológicas</u>	8
3. <u>Biometría de la trucha</u>	9
a. Forma	9
b. Cabeza	9
c. Tronco	9
4. <u>Tipos de crianza</u>	10
a. Intensiva	10
b. Semi intensiva	10
c. Extensiva	10
5. <u>Ventajas de la crianza de trucha como cultivo</u>	10
6. <u>Parámetros generales para el cultivo de trucha</u>	11
a. Recurso Hídrico	11
b. Terreno	13
7. <u>Reproducción y Etapas de desarrollo de la trucha</u>	13
a. Etapa de huevo	16
b. Etapa de alevín	16
c. Etapa de cría	17
d. Etapa de juvenil	17
e. Etapa adulto	18

8. <u>Parámetros necesarios para las diferentes etapas de desarrollo de la Trucha</u>	18
a. Agua	18
b. Temperatura	19
c. Amonio	21
d. Turbidez	22
e. Color	22
f. Calidad microbiológica del Agua	22
g. Densidad de la población	23
9. <u>Alimentación</u>	24
a. Calidad del alimento	25
b. Selección del alimento y Alimentación de los peces	26
c. Tasa de alimentación	27
d. Frecuencia de alimentación	27
10. <u>Enfermedades y medidas de control</u>	27
a. Enfermedades virales	28
b. Enfermedades bacterianas	29
c. Enfermedades micóticas (Hongos)	29
d. Enfermedades de protozoarios	29
C. PROMOTORES DE CRECIMIENTO	29
1. <u>Promotores de crecimiento utilizados en la nutrición animal</u>	30
2. <u>Categorías de aditivos que pueden utilizarse</u>	30
3. <u>Químicamente bien definidas</u>	31
4. <u>Los antibióticos promotores del crecimiento</u>	31
5. <u>Alternativas a los aditivos antibióticos promotores del crecimiento</u>	32
a. Probióticos y prebióticos	32
b. Ácidos orgánicos	33
c. Enzimas	33
d. Extractos vegetales	34
D. JENGIBRE ( <i>Zingiber officinale</i> )	34
1. <u>Características del jengibre</u>	34
2. <u>Partes que se utilizan</u>	35
3. <u>Principios activos</u>	35
4. <u>Composición química</u>	36

5.	<u>Propiedades del jengibre comprobadas científicamente</u>	36
6.	<u>Mecanismo de acción</u>	36
7.	<u>Investigaciones realizadas con jengibre</u>	37
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	39
E.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	39
1.	<u>Condiciones meteorológicas</u>	39
F.	UNIDADES EXPERIMENTALES	39
G.	MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES	40
1	<u>Animales</u>	40
2	<u>Materiales</u>	40
3	<u>Equipos</u>	40
4	<u>Instalaciones</u>	40
H.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	41
1.	<u>Esquema de experimento</u>	41
I.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	42
1.	<u>Productivos</u>	42
2.	<u>Parámetros Físicos Químicos</u>	42
3.	<u>Económico</u>	42
J.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	42
K.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	43
1.	<u>Extracción de harina de Jengibre</u>	43
2.	<u>Descripción del experimento</u>	43
L.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	44
1.	<u>Peso inicial y final (g).</u>	44
2.	<u>Ganancia de peso (g).</u>	44
3.	<u>Consumos total de alimento (g).</u>	44
4.	<u>Conversión alimenticia</u>	45
5.	<u>Mortalidad (%).</u>	45
6.	<u>Tamaño de crecimiento inicial y final (cm).</u>	45
7.	<u>Temperatura</u>	45
8.	<u>Análisis físico químico del agua</u>	46
9.	<u>Beneficio costo</u>	46
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	47



A. COMPORTAMIENTO BIOLÓGICO DE LOS ALEVINES EVALUADOS EN LA FASE II, POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE JENGIBRE EN LA DIETA DIARIA	47
1. <u>Pesos inicial (g).</u>	47
2. <u>Peso final (g).</u>	47
3. <u>Ganancia de pesos (g).</u>	51
4. <u>Tamaño inicial (cm).</u>	52
5. <u>Tamaño final (cm).</u>	52
6. <u>Consumo total de alimento</u>	55
7. <u>Conversión alimenticia</u>	55
8. <u>Mortalidad (%).</u>	57
B. ANÁLISIS DE AGUA DE LAS PISCINAS EXPERIMENTALES	59
1. <u>Temperatura</u>	59
2. <u>Análisis químico y del agua</u>	61
a. Nitratos, mg/l	61
b. Nitritos, mg/l	62
c. Oxígeno Disuelto mg/l	62
d. pH	63
C. ANALISIS ECONOMICO, POR LA UTILIZACIÓN DEL JENGIBRE COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN LA ALIMENTACIÓN DE ALEVINES DE LA FASE II DE LA TRUCHA ARCO IRIS	64
1. <u>Beneficio/costo</u>	64
V. <u>CONCLUSIONES</u>	66
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	67
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	68
ANEXOS	

## RESUMEN

En la empresa Pesca Deportiva Reina Del Cisne ubicada en el sector dos Chorreras km 21 vía Cajas de la Provincia del Azuay, se identificó temperaturas mínima (8°C), máxima (16°C), pH (6,9 a 7), nitratos (0,06 mg/lit), Nitritos (< 0,002 mg/lit), Oxígeno Disuelto (7,4 mg/lit). Se realizó el estudio con la utilización de diferentes niveles de harina de jengibre (0,2; 0,4 y 0,6 %), como promotor de crecimiento en la alimentación diaria de los alevines en Fase II. Se aplicó un diseño Completamente al Azar, constó de 3 tratamientos comparándose a un tratamiento control, de 5 repeticiones con un número total de unidades experimentales de 5000 alevines y una distribución de 250 por piscina. Los mejores resultados se reportan con la inclusión del 0,6 % de harina de jengibre (T3), así incrementando los rendimientos productivos como: pesos finales (4,10 g), ganancia de peso total (3,37 g), tamaño final (6,03 cm), consumo del alimento total (3,87 g/ms), eficiente conversión alimenticia (1,03 puntos) y una baja mortalidad del 8,43 %. El mayor índice de beneficio/costo fue 1,90 USD, es decir una rentabilidad del 90 %. Por lo tanto se sugiere incluir 0,6% de harina de jengibre, ya que mejora los parámetros productivos y la rentabilidad económica para el productor de los alevines de Fase II de la trucha arco iris.

## ABSTRACT

At the Sport Fishing Enterprise Reina del Cisne located in the Dos Chorreras sector km 21 on the way to Cajas, Azuay Province, mean (8°C), maximum (16°) temperatures, pH ( 6.9 - 7), nitrates (0.06 mg/L), Nitrites (< 0.0002 mg/L) Solved Oxygen (7.4mg/L) were identified. The study was carried out with the use of different ginger levels (0.2, 0.4 and 0.6%) as a growth promoter in the daily feeding of alevins in phase II. A completely at random design was applied with three treatments compared to the control treatment, and 5 replications with a total number of experimental units of 5000 alevines and a distribution 250 per pool. The highest results are reported with the inclusion of 0.6% ginger flour (T3) thus increasing the productive yields such as: final weights (4.10 g), total weight gain (3,37g), final size (6.03 cm), total feed consumption (3.87g/ms), efficient alimentary conversion (1.03 points ) and a low mortality of 8.43%. The highest benefit- cost index was 1.90 USD, i.e. a 90% profitability. Therefore, it is suggested to include 0.6% ginger flour as it improves the productive and economic profitability parameters for the producer of alevines of phase II of the rainbow trout.

## LISTA DE CUADROS

N°	Pág.
1. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS DEL AGUA NECESARIA PARA LA PRODUCCION DE TRUCHA.	12
2. DIFERENCIACIÓN DE SEXOS. TEMPERATURA DEL AGUA.	14
3. CANTIDAD DE AGUA REQUERIDA EN DIFERENTES ETAPAS DE VIDA.	19
4. TEMPERATURA DEL AGUA.	20
5. REQUERIMIENTOS DE OXIGENO DISUELTOS EN AGUA.	21
6. DENSIDADES Y CARGAS DE ESTABULACIÓN.	24
7. NUTRICIÓN DE LA TRUCHA EN SUS DIFERENTES ETAPAS.	25
8. CALIDAD DE ALIMENTO POR ETAPA.	26
9. TIPO Y TAMAÑO DE ALIMENTO PARA TRUCHA ARCO IRIS.	27
10. FRECUENCIAS DE ALIMENTACIÓN EN FUNCIÓN AL ESTADIO.	28
11. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL SECTOR DOS CHORRERAS VÍA CAJAS KM 21 DE LA PROVINCIA DE AZUAY.	39
12. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	41
13. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).	43
14. TASA DE ALIMENTACIÓN.	45
15. COMPORTAMIENTO BIOLÓGICO DE LOS ALEVINES EVALUADOS EN LA FASE II, POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE JENGIBRE EN LA DIETA DIARIA.	48
16. TEMPERATURAS DE LAS PISCINAS DE CRIA DE ALEVINAJE.	60
17. ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA, EN LAS PISCINAS DE ALEVINAJE.	61
18. ANÁLISIS ECONÓMICOS AL UTILIZAR EL JENGIBRE COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN LOS ALEVINES DE FASE II TRUCHAS ARCO IRIS.	65

## LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Pág.
1. Biometría de la trucha.	9
2. Diferenciación de trucha macho y hembra.	13
3. Los salmónidos (Salmón Atlántico encerrado, Trucha marrón, Trucha de arroyo y Trucha arco iris) viven parte de sus vidas en un hábitat y luego emigran a otro hábitat Para crecer y reproducirse.	15
4. Análisis de regresión para la variable peso final, por el efecto de diferentes niveles de jengibre utilizados en la alimentación de alevines de truchas arco iris.	50
5. Análisis de regresión para la variable peso final, por el efecto de diferentes niveles de jengibre utilizados en la alimentación de alevines de truchas arco iris.	53
6. Análisis de regresión para la variable tamaño final, por el efecto de diferentes niveles de jengibre utilizados en la alimentación de alevines de truchas arco iris.	56
7. Análisis de regresión para la variable conversión alimenticia, por el efecto de diferentes niveles de jengibre utilizados en la alimentación de alevines de truchas arco iris.	58

## LISTA DE ANEXOS

1. Peso inicial (gr), por efecto de los diferentes niveles de jengibre como promotor de crecimiento en alimentación de los alevines, en la fase II.
2. Peso final (gr), por efecto de los diferentes niveles de jengibre como promotor de crecimiento en alimentación de los alevines, en la fase II.
3. Ganancia Peso (gr), por efecto de los diferentes niveles de jengibre como promotor de crecimiento en alimentación de los alevines, en la fase II.
4. Tamaño inicial (cm), por efecto de los diferentes niveles de jengibre como promotor de crecimiento en alimentación de los alevines, en la fase II.
5. Tamaño final (cm), por efecto de los diferentes niveles de jengibre como promotor de crecimiento en alimentación de los alevines, en la fase II.
6. Consumo voluntario por efecto de los diferentes niveles de jengibre como promotor de crecimiento en alimentación de los alevines, en la fase II.
7. Conversión alimenticia (gr), por efecto de los diferentes niveles de jengibre como promotor de crecimiento en alimentación de los alevines, en la fase II.
8. Mortalidad (%), por efecto de los diferentes niveles de jengibre como promotor de crecimiento en alimentación de los alevines, en la fase II.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Se puede definir acuicultura como un sentido amplio como la crianza y explotación bajo un medio controlado, de especies que se desarrollan en un medio acuático, lo cual supone una relación con el hombre y el agua lo que conlleva a la producción de especies animales de tipo acuático para el consumo humano. A pesar de la antigüedad de la piscicultura, la contribución de los organismos acuáticos a la dieta del hombre en la actualidad todavía proviene de la captura de peces marinos, pues dada la urgente necesidad de producir cantidades masivas de alimento de alto valor proteico a bajo costo para satisfacer la demanda de alimentos que la creciente población humana exige.

En el país existen muchas fuentes de agua aptas para esta actividad; como ríos, quebradas, lagos, vertientes, etc. Por así decirlo en la Región Sierra por las bajas temperaturas y aguas altamente oxigenadas es óptimo para la explotación de los Salmónidos; se ha popularizado la explotación piscícola debido a las ventajas que ofrece: provee comida nutritiva debido a que el pez tiene un alto contenido de proteínas y contribuye a mejorar los ingresos económicos del hogar a través de la venta de la carne de pescado.

Aproximadamente hace 20 años la población inicio con el interés de desarrollarse en esta actividad como el caso de las parroquias de Sayausí y Molleturo así como en los recintos que la conforman ha sido positivo pues se evidencia un desarrollo y crecimiento relacionado con la implementación de nuevos negocios, restaurantes y hosterías que ofrecen entre sus atractivos la “pesca deportiva” generando empleos que disminuye la migración hacia otras zonas del país. Pero actualmente existe una gran amenaza que puede desmotivar a los pobladores a cultivar trucha y es el aumento del precio del alimento balanceado por el costo de la materia prima y aditivos como los promotores de crecimiento.

Además que en nuestro medio existe un uso indiscriminado de antibióticos como promotores de crecimiento en la crianza de la trucha arco iris, lo que presenta serios problemas porque los patógenos se hacen cada vez más resistentes a los tratamientos antibióticos habituales y las bacterias farmacorresistentes son

transmitidas a través de la cadena alimentaria al consumidor provocando una enfermedad lo que, hoy en día, es una complicación mayor para los servicios de salud pública en todo el mundo. Por estas razones, los extractos, aceites y harinas de plantas se las considera como medicina alternativa, se han vuelto en una buena opción de tratamiento y prevención de enfermedades tanto en seres humanos como en animales.

A lo que se puede acotar que estos promotores de crecimiento naturales contribuyen al equilibrio microbiano intestinal del consumidor permitiendo controlar microorganismos patógenos por medio de la estimulación del sistema inmune, acidificando el contenido intestinal y aportando bacterias benéficas, además de las levaduras que aportan vitaminas y enzimas bacterianas que colaboran en una mejor degradación del alimento consumido, actuando sobre el intestino favoreciendo una mayor absorción y utilización de nutrientes. Por lo que la presente investigación da como una alternativa de producción con el empleo de la harina de Jengibre *Zingiber officinale*, ya que este elimina microorganismos patógenos sin tener la necesidad de usar antibióticos; de esta manera se ha incrementado su uso en la producción animal para promover un mejor crecimiento, conversión alimenticia y salud, etc.

Con los antecedentes expuestos, la presente investigación planteó los siguientes objetivos:

1. Evaluar el efecto de una dieta con los diferentes niveles del (0,2%, 0,4%, 0,6%) del *Zingiber officinale* (Jengibre), sobre los parámetros de crecimiento y supervivencia de alevines de trucha.
2. Determinar los parámetros físicos-químicos y condiciones ambientales del agua de las piscinas de cultivo evaluando temperatura promedio, oxígeno disuelto, concentración de nitratos, nitritos y pH.
3. Determinar la rentabilidad mediante el indicador beneficio/costo.



## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. LA PISCICULTURA EN EL ECUADOR**

La piscicultura en el Ecuador es una actividad que se ha venido desarrollando en los últimos años y en la actualidad, esta se ha incrementado gracias al apoyo de instituciones públicas como el Ministerio de Agricultura y Pesca (MAGAP), el desarrollo de esta actividad en un especie que se ha fomentado su desarrollo como lo es la trucha, ya que el Ecuador al poseer una gran cantidad de agua fría como ríos, esteros, lagunas en la sierra principalmente (MAGAP, 2015).

La actividad acuícola inicia en el año de 1932 con la introducción de la trucha arco iris (*Oncorhyn chusmykiss*), y la trucha común o trucha marrón (*Salmo trutta*), desde America del Norte con la finalidad de la repoblación de los valles Andinos del Ecuador, posteriormente un estado de cambio hasta los inicios de los años setenta cuando inicio la industria camaronera consolido la industria acuícola fue así que a finales de los años noventa esta industria alcanzo una exportación de 252.985.907 libras, con 875.050.894 dólares. (Cámara Nacional de Acuicultura, 2006).

En Ecuador en la actualidad se desarrollan 213 centros de crianza que se localizan en las provincias de: Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Loja, Napo, Pichincha, Sucumbíos, y Tungurahua. Con una producción un total de 982.3 toneladas al año, lo cual representa un rubro de \$2'678.997. (Cámara Nacional de Acuicultura, 2006).

#### **1. Historia del cultivo de trucha en Ecuador**

En el año de 1928 se intenta la primera introducción de ovas de trucha al Ecuador no obstante luego de varios intentos fallidos, se logra llevar con éxito estatan anhelada introducción de esta especie, en el año de 1932 donde llega la primera importación a la ciudad de Guayaquil, este proceso estuvo a cargo del del Sr. Jorge Ubidia Betancourt quién fue el primer ecuatoriano que realizó estudios de piscicultura en Suiza. Entre los años 1928 y 1972 el programa de desarrollo de la

trucha estuvo a cargo del Ministerio de la Producción, la Dirección General de Pesca y el Club Nacional de Caza y Pesca del Ecuador, junto a la dirección del Sr. Ubidia. En el año 1976 el Instituto Nacional de Pesca construye la actual Estación Piscícola Arcoíris conocida como EPAI en el sector conocido como Chirimanchay en la provincia del Azuay (Imaki, A. 2003).

En el año de 1993 se establece la primera empresa de producción de trucha llamada Chittoa S.A. El mismo año la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) y el gobierno del Ecuador a través de la Subsecretaría de Pesca del Ministerio de Recursos Naturales y Turismo inician el proyecto de una estación piscícola de trucha para la producción de alevines en la parroquia Papallacta perteneciente a la provincia de Napo, la cual fuera inaugurada el año 1996 con el nombre de CENAPI (Centro Nacional de Piscicultura Interandina), que para el año 2000 cambia su nombre a CENIAC, (Centro de Investigaciones Acuícolas).

El CENIAC se constituye hasta la fecha actual como el centro productor de ovas de trucha, al realizar una investigación de caracterización del sector denominado El Cajas en la provincia del Azuay han identificado las medidas necesarias para el desarrollo de la trucha, reportando así que la actividad se desarrolla con eficiencia y manejo técnico y obteniendo así un valor positivo para su matriz de Impacto Ambiental (Romero, A. y Ponce, L. 2009).

En el año de 2006 el Ministerio de Industrias, Comercio, Integración y Pesca (MICIP), del Ecuador y el CENIAC realizan el primer censo piscícola, en el cual se determinó que en el Ecuador existen 213 piscícolas dedicadas al cultivo de trucha Arcoíris con una producción anual estimada de 982,30 Tn.

La provincia con mayor número de piscícola es la de Azuay con un total de 47 piscícolas con una producción anual de 190 toneladas. De acuerdo a los datos de la Inspectoría de acuicultura del Azuay de la Dirección General de Acuicultura, en el sector conocido como el corredor de El Cajas se encuentran localizados 12 criaderos de trucha (MICIP-CENIAC 2006).

## **2. Producción de truchas en Ecuador**

Aun no contando con cifras exactas de la producción de truchas en Ecuador para el año de 1998 la producción fue de 2500 Tn, en el mismo año 2633,88 Kg., destinadas al mercado externo hasta llegar al 2003 con de exportaciones de 343,36 Tn (MAGAP, 2015).

En la actualidad se destina el 90% de la producción al consumo local y apenas el 10% se exporta a países como Colombia, Perú y Venezuela, la producción y comercialización de esta especie se enfoca en un pez de 240-400g.

Para el año 2004 las cifras de exportación durante el primer trimestre alcanzaron los 391 Kilos netos, bajo la presentación de trucha fresca y congelada, con valores de 317,52 y 73,48 Kg., respectivamente. Siendo la primeramente mencionada la presentación más común. Para los años subsiguientes las exportaciones de trucha de acuerdo a la línea de proyección presentaría valores promedios cercanos a los 5000 Kg. /año (Idrovo, R. 2008). En Ecuador existen actualmente alrededor de 160 criaderos concentrados principalmente en la Región Sierra Norte y Sur (MICIP-CENIAC 2006).

De los cuales doce criaderos producen alrededor de 80-150 Tn/Año, aproximadamente 30 criaderos obtienen un promedio de 30 Tn/año y el resto son productores artesanales que consiguen producir menos de 5 Tn/año. La demanda se concentra en las ciudades de Quito (47%) y Cuenca (21%), sin embargo, existen interesantes perspectivas de exportación a Colombia y a los Estados Unidos (Imaki, A. 2003).

## **3. Desarrollo de la Actividad Piscícola en el Azuay**

El sector de El Cajas posee un gran potencial para el desarrollo de la actividad acuícola en especial, para la producción de truchas, junto a la iniciativa de introducir las especies de truchas antes mencionadas, que se promovió por instituciones públicas como asociaciones con el pasar del tiempo se formaron criaderos de esta especie, es así que en la actualidad la crianza de truchas se

desarrolla como una actividad productiva para los pobladores de la zona incentivada por la demanda de parte de restaurantes, hoteles y centros de abastos influenciadas por el incremento turístico en la zona (Acosta, R. et al. 2008).

En la década de los años noventa siete empresas de la región interandina produjeron aproximadamente 500 toneladas métricas de trucha viva y sus productos derivados. De igual manera en el sector de El Cajas se encuentra la estación "Dos Chorreras" que para el año 1997 alcanzó 15 Tn. De producción mensuales (Briones, B. 1994).

El Cajas por su localización han permitido que la trucha se desarrolle sin ninguna dificultad ya que esta zona se caracteriza por poseer agua es pura y la temperatura no sobrepasa los 10°C. La temperatura óptima es aquella que fluctúa entre los 6 y 7°C. (Cisneros, F. 2003).

En cuanto a los avances del sector son evidentes en la actualidad, los piscicultores han mejorado incrementar el contenido de proteína en la trucha en un 30 % ya que han desarrollado un alimento formulado de aceite, harina de pescado, proteínas y vitaminas, la especie predominante es la arco iris, que requiere temperaturas menores a los 10°C. Por ello los sitios claves son los páramos. Allí el Ministerio de Industrias solo produce ovas y alevines: ofrece 500,000 y 700,000 anuales, respectivamente (Barra y Luna, 2010).

## **B. TRUCHA (*Oncorhynchus mykiss*)**

La trucha específicamente trucha arcoíris es un pez del orden de los salmónidos su nombre científico *Oncorhynchus mykiss* es una especie óptica perteneciente a la La trucha es originaria de las costas del Pacífico de América del Norte, que debido a su fácil adaptación al cautiverio, su crianza ha sido ampliamente difundida casi en todo el mundo. Su distribución en América del Sur, va desde Argentina, Brasil, Bolivia Chile, Colombia, Ecuador, Perú hasta Venezuela (ALLTECH. 2001).

La trucha arcoíris proviene de América del Norte se reconoce por su color

característico en la zona del opérculo y su costado lateral que tiene una tonalidad violeta como la de un arcoíris de ahí su nombre, su color en la zona del lomo de tono verde oliva y con numerosos puntos negros en lomo hasta la mitad del cuerpo, (FAO, 2011).

La trucha (*Oncorhynchus mykiss*), es una de la especies más utilizadas con fines acuícolas en continentes de aguas frías y su producción se localiza en 15 países de America central y America del Sur, (FAO ,1994).

Un gran crecimiento del cultivo de esta especie se ha venido desarrollando en el continente americano, en la última década ha sido de 5,38 % anual, (FAO 2011) y sus perspectivas de crecimiento se consideran interesantes por el desarrollo de los mercados internos, la apertura de nuevos mercados internacionales para la trucha con valor agregado y la disponibilidad de recursos hídricos lóticos y lenticos adecuados para el desarrollo de la acuicultura de ésta especie, (FAO 2011).

Es una especie muy sensible a la contaminación del agua y es un pez territorial (vive en un área que defiende). Son carnívoros, se alimentan de larvas, insectos, peces pequeños, zooplancton. Se reproducen anualmente en determinada época del año, (FAO/WHO. 1996).

### **1. Distribución y habitat**

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), se caracteriza por ser una especie ictica de la familia Salomonidae, originaria de las costas del Pacifico de América del Norte que debido a su gran adaptación su producción se ha difundido en casi todo el mundo en América del Sur se encuentra distribuida en Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela y México (CEDEP, 2009).

La trucha es un pez que se desarrolla en agua dulce se encuentra distribuido de forma autóctona por el norte del océano Pacifico, desde Japón cruzando por el estrecho de Bering hasta llegar a la península de baja California, en Ecuador su distribución es en los valles interandinos El nombre de este pez deriva de la

peculiar coloración que posee, misma que varía en función del medio, de la talla, del sexo, del tipo de alimentación, y del grado de maduración sexual (García, A. y Calvario, O. 2003).

## **2. Características biológicas**

La principal característica de los salmónidos como es el caso de trucha (*Oncorhynchus mykiss*), se desarrollan en sistemas de agua fría y son de tipo “anádromo” que quiere decir que tienen la capacidad de pasar de agua dulce hacia agua salada y viceversa, según sea su necesidad o de acuerdo a su ciclo de vida, algunas de las truchas realizan una migración dentro de aguas continentales pero nunca pierden la capacidad de ingresar al agua salada si las circunstancias ambientales sobretodo la disponibilidad del alimento, así lo ameriten (Bastardo, H. et al .1988).

Algunas variaciones de especies de trucha migran desde tempranas edades a océano y desarrollan la mayor parte de su vida en el mar como es el caso de Steelhead y Sea Brown Trout). Generalmente se desarrollan en la zona estearina cercana al ingreso de los ríos en el mar.

Todas las variedades de trucha son omnívoras, lo que indica que su nutrición es muy amplia va desde peces pequeños hasta crustáceos medianos y grandes, insectos y en ocasiones se alimentan de roedores pequeños. Es un pez de gran resistencia física y alta capacidad de adaptación, existen cepas de arcoíris provenientes del oeste de Estados Unidos (Mc Cloud, Wytheville, Mount Lassen, Donaldson, y otras), (Bureau, D. y Hua, K. 2010).

No existe gran diferencia entre la trucha de aguas marinas con relación a las que se desarrollan en aguas dulces ya que comparten la misma genética, pero son de un fenotipo diferente especialmente adaptado para permanecer más tiempo en el mar pudiendo así permanecer más tiempo en el mar, ingresando al agua dulce en épocas de escasez de alimento y en el momento del desove en la etapa reproductiva (Bastardo, H. et al. 1988).

### 3. Biometría de la trucha

La trucha presenta las siguientes características.

#### a. Forma

La forma típica del cuerpo de la trucha es tipo fusiforme algo comprimida lateralmente y en el lado central de tipo quilla, lo que le proporciona una conformación acuodinámica, esto les permite el mínimo de resistencia rápido avance y cambio de dirección en el agua (Delgadillo, C. 2012).

#### b. Cabeza

Inicia en el hocico hasta que termina en opérculo, en la cabeza se localizan las cavidades branquiales, ojos y aberturas nasales (Delgadillo, C. 2012).

#### c. Tronco

Delgadillo, C. (2012), indica que empieza desde el borde posterior de opérculo hasta el ano, la parte superior del tronco se llama región dorsal y ventral como indica el (gráfico 1).

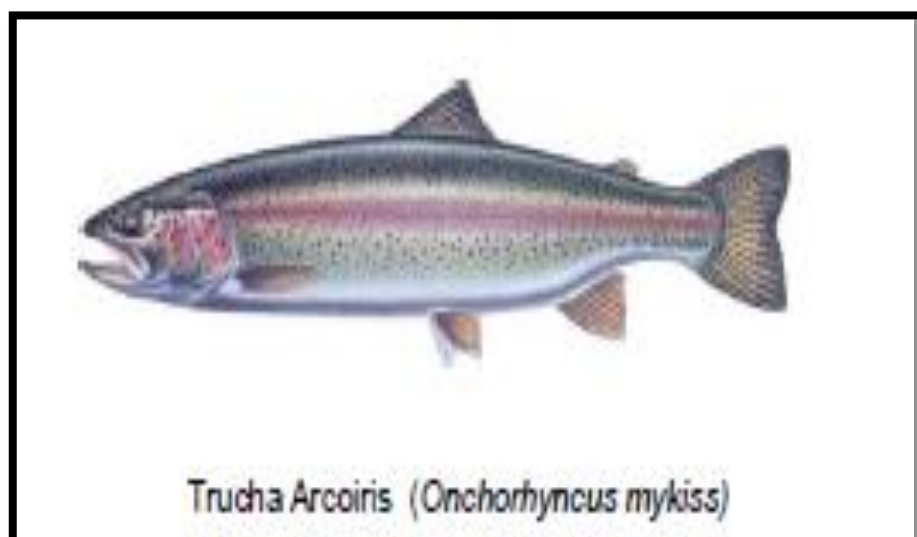


Gráfico 1. Biometría de la trucha.

#### **4. Tipos de crianza**

Existen tres sistemas de crianza para la trucha como son:

##### **a. Intensiva**

Este sistema se caracteriza por que los peces son alimentados a base de balanceados, son alimentos ricos en proteínas la mayoría de salmónidos no se pueden producir con éxito sin recurrir a métodos intensivos, utilizando alimentos basados en proteína de pescado (Mendoza, R. y Palomino, A. 2004).

##### **b. Semi intensiva**

Se caracteriza por ser un cultivar en ambientes naturales o artificiales, se utiliza alimentación suplementaria además de la alimentación natural, existe un mayor nivel de manejo y acondicionamiento del medio, este sistema solo resulta beneficioso para peces de tipo planctívoros, omnívoros o de alimentación mixta como es el caso de la trucha (Mendoza, R. y Palomino, A. 2004).

##### **c. Extensiva**

Este sistema va a depender de la disponibilidad de los alimentos en el medio, como son el plancton, detritos, organismos bentónicos y organismos en suspensión y sin la aportación de ningún alimento complementario (Mendoza, R. y Palomino, A. 2004).

#### **5. Ventajas de la crianza de trucha como cultivo**

La trucha arco iris presenta las siguientes ventajas como cultivo en especial para las comunidades alto andinas que se dedican a esta actividad (Morales, E. y Cáceres, J. 2006.):

- De gran adaptación en ambientes confinados y soporta grandes densidades.
- Asimila bien un alimento formulado y es un eficiente convertidor del alimento



- Es un pez doméstico y muy resistente a la manipulación.
- Se reproduce muy bien en cautiverio.
- Su carne posee gran contenido de proteína lo cual suministra una dieta Perfecta en la alimentación humana.
- En nuestro medio gran valor comercial.
- Buen mercado nacional e internacional.

## 6. Parámetros generales para el cultivo de trucha

Para el establecimiento de truchas y su crianza se debe tener en cuenta los siguientes parámetros que se detallan a continuación (Phillips, V. et al. 2010).

### a. **Recurso Hídrico**

El recurso hídrico es el más importante que se debe tener en cuenta ya que el recurso agua debe tener características adecuadas en cuanto a su cantidad (caudal), y calidad (factores físico – químicos y biológicos). Las propiedades físicas, como temperatura, pH, oxígeno, transparencia, turbidez, etc.

- **Temperatura:** Esta es una característica importante para la producción de truchas para lo cual influye sobre el crecimiento y desarrollo de las mismas, el rango óptimo para el engorde va de 11-15°C y en reproducción es de 8,12°C.
- **Transparencia:** se relaciona con la visibilidad a través de la columna de agua donde el enturbiamiento limita o reduce la actividad fotosintética, debido a que el paso de los rayos solares es limitada por organismos y materiales en suspensión para lo cual mediante el disco Sechi podemos determinar el grado de turbidez del agua.
- **Oxígeno disuelto:** la trucha son muy exigentes con respecto al oxígeno disuelto requerido en toda granja debido a las altas cargas por jaula, el oxígeno disuelto deberá mantenerse entre 7-9 ppm.
- **Potencial Hidrogeno (pH):** el agua esta disociada con iones hidrogeno y oxigeno de tal manera que podemos determinar el valor de pH por la cantidad de hidrogeno la trucha se desarrolla muy bien, en un pH de 7-9.

- **Dióxido de Carbono:** este resulta de la respiración de los peces y las plantas, así como de la descomposición de materia orgánica, para la producción de truchas se recomienda que la cantidad de CO<sub>2</sub> sobrepase las 6ppm.
- **Alcalinidad:** se relaciona con el contenido de sales de carbonato de calcio lo recomendable es de 150-180 ppm.
- **Dureza total:** la dureza total del agua va a depender de las concentraciones de sales de calcio y magnesio se recomienda aguas moderadamente duras es decir en rangos de 50-250 ppm.
- **Aspectos biológicos:** está representado por la flora y la fauna que existe en el medio acuático se debe determinar la presencia de animales y plantas más representativos como son el fito y zoo plancton.

En el cuadro 1, se muestran los valores de los parametros fisico-quimicos del agua necesaria para la produccion de truchas.

Cuadro 1. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS DEL AGUA NECESARIA PARA LA PRODUCCION DE TRUCHA.

PARÁMETRO	RANGO ÓPTIMO
Temperatura del agua	10 – 16°C
Oxígeno Disuelto	6,5 – 9 ppm
PH	6,5 – 8,5
CO <sub>2</sub>	< 7ppm
Alcalinidad	20 – 200 mg/lit CaCO <sub>3</sub>
Dureza	60 – 300 mg/lit CaCO <sub>3</sub>
NH <sub>3</sub>	No mayor de 0,02 mg/lit
H <sub>2</sub> S	Máximo aceptado de 0,002 mg/lit
Nitratos	No mayor de 100 mg/lit
Nitrógeno amoniacal	No mayor de 0,012 mg/lit
Fosfatos	Mayores de 500 mg/lit
Sulfatos	Mayor de 45 mg/l
Fierro	Menores de 0,1 mg/lit

Fuente: Phillips, V.et al. (2010).

## b. Terreno

Se debe asegurar un superficie de terreno suficiente preferible de una consistencia arcillosa, con la finalidad de evitar filtraciones y perdidas de líquido el terreno se debe localizar cerca de la fuente del agua debe poseer una pendiente de 2 a 3 % (Núñez, P. y Somoza, G. 2010).

## 7. Reproducción y Etapas de desarrollo de la trucha

Los machos de la trucha arcoíris se caracterizan por ser de mayor tamaño y durante la etapa de reproducción desarrollan dimorfismo sexual, la trucha tiene un ciclo reproductivo anual, los machos adquieren su madurez sexual alrededor de los 15 a 18 meses, en comparación que las hembras lo realizan de manera más tardía al redor de los dos años (Núñez, P. y Somoza, G. 2010).

Durante este proceso las truchas van sufriendo una serie de cambios en su aspecto, dentro de los más notorios son los que sufre el macho es el proceso de prolongación que sufre en el maxilar inferior y el otro es una ligera curvatura dorsal del cuerpo como indica el (gráfico 2).

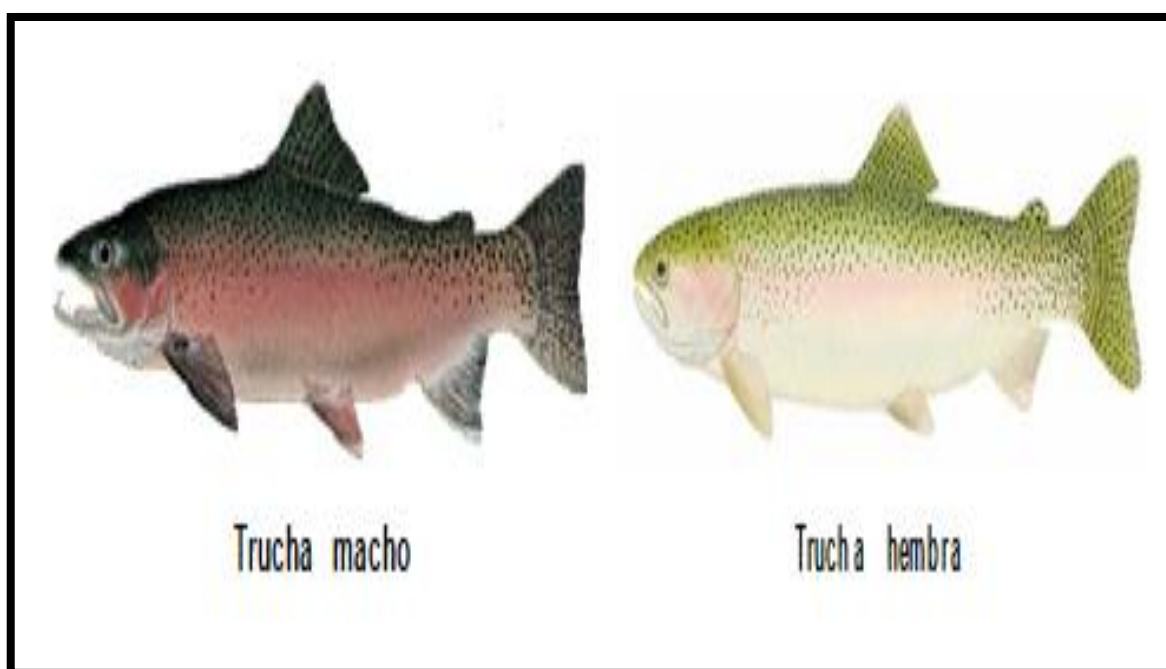


Gráfico 2. Diferenciación de trucha macho y hembra.

En el cuadro 2, se puede apreciar de manera más detallada la diferencia entre Trucha macho y hembra.

Cuadro 2. DIFERENCIACIÓN DE SEXOS.

CARACTERÍSTICAS	HEMBRA	MACHO
VIENTRE	Más abultado	Menos abultado
COLOR del CUERPO	Pálido	Irisado Marcado
CABEZA	Pequeña, no larga, mandíbula inferior ñata	Alargada, mandíbulas desiguales (inf.curva)
PORO UROGENITAL	Más prominente, redondo y rojizo	Menos prominente, alargado y pálido
PRODUCTO SEXUAL	Óvulos	Semen

Fuente: Núñez, P. Y Somoza, G. (2010).

La reproducción de las truchas con relación al de los salmónidos es sexual y externa, lo que nos indica que tanto hembra como macho depositan libremente en el agua sus (espermatozoides y óvulos), (Owaga, H. y Salazar, J. 1992).

En los ríos o arroyos, los óvulos procedentes de las hembras son depositados en el fondo en un nicho o nido previamente preparado por la hembra, donde inmediatamente después el macho deposita el esperma, dando lugar a la fecundación. Este proceso se le conoce como desove (Owaga, H. y Salazar, J. 1992).

En el ciclo biológico de la trucha arco iris se describen generalmente cinco etapas como se describe en el gráfico 3, de forma natural ya que de manera industrial se utilizan metros y equipos para recrear en lo más posible este proceso en la naturaleza y en lo posterior será descripta cada una de las etapas (Pérez Carrasco, L.et al. 1999).

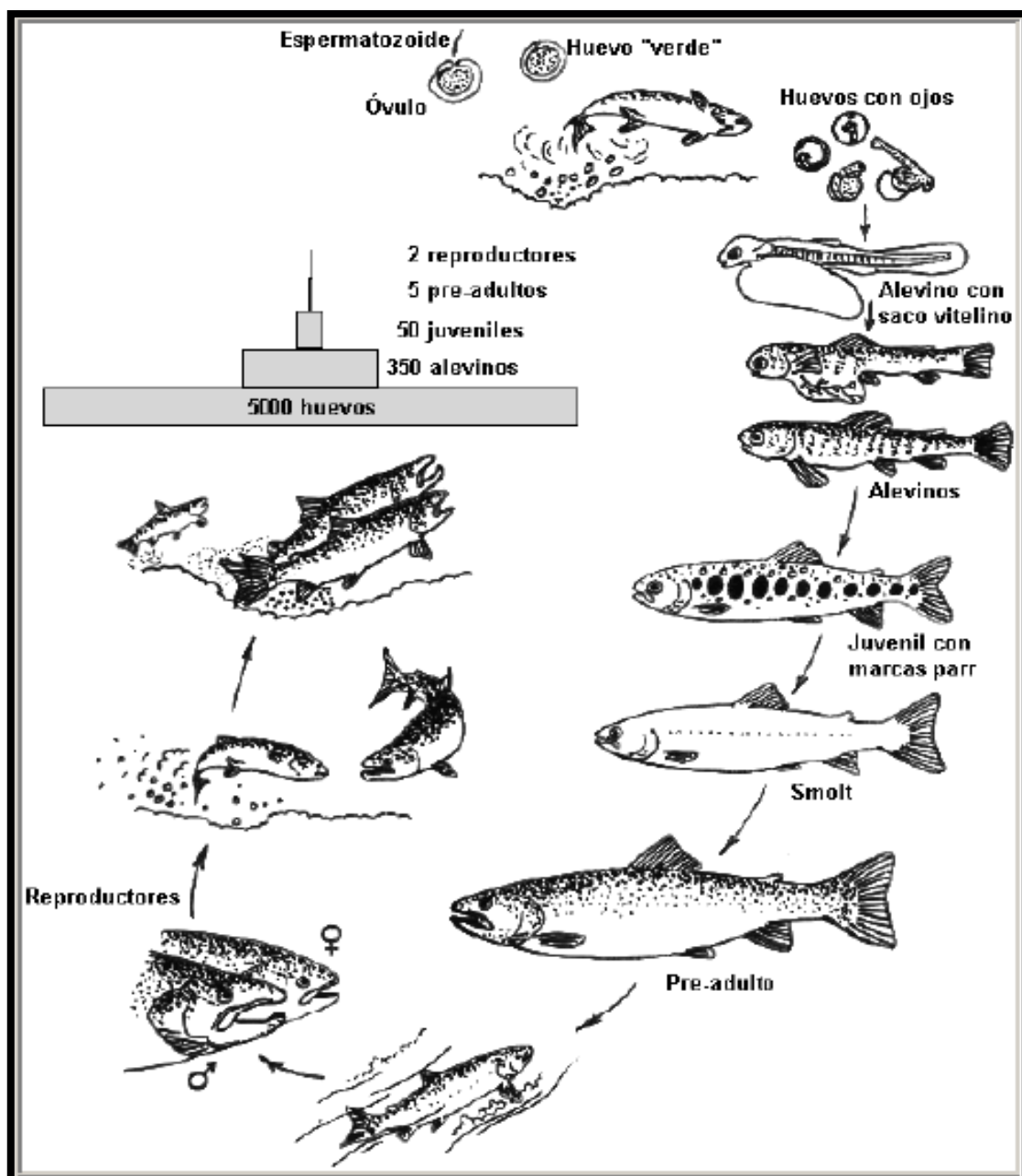


Gráfico 3. Los salmonídeos (Salmón Atlántico encerrado, Trucha marrón, Trucha de arroyo y Trucha arco iris) viven parte de sus vidas en un hábitat y luego emigran a otro hábitat Para crecer y reproducirse.

Se debe destacar que la reproducción de estas especies es cíclica es decir una vez al año como se indicó anteriormente y en una estación determinada (Blanco, M. 2004), menciona que el desove en la trucha arco iris se da en el periodo comprendido entre los meses de noviembre a febrero, pero que este fenómeno está condicionado a la influencia de las condiciones climáticas ambientales.

### **a. Etapa de huevo**

Una vez depositados los huevos por la hembra estos son muy susceptibles a varios factores tanto antes como después de eclosionar entre factores que pueden afectar es la temperatura, épocas de sequía, disminución del oxígeno y por depredadores, grandes saltos de agua provocados por caídas bruscas.

La duración del desarrollo de los embriones dependerá de la temperatura del agua la temperatura óptima se sitúa entre los 8 y 12 °C. A una temperatura de 10 °C la eclosión del alevín será a los 31 días, mientras que a 15,6 °C la eclosión será a los 19 días, comienzan a ser visibles los ojos debido a la transparencia del embrión. Los ojos son dos manchas redondeadas oscuras que resaltan en el tono naranja del resto del embrión. Este estadio se conoce como huevos con ojos o huevos embrionados. Al estadio anterior, es decir antes de verse los ojos, se lo denomina vulgarmente huevos verdes (Pineda, H. et al. 2003).

### **b. Etapa de alevín**

Una vez culminado el desarrollo embrionario el alevín eclosiona, y se alimenta de las reservas contenidas en su saco vitelino aproximadamente de 2-4 semanas, este tiempo dependerá de la temperatura. Una vez estas reservas han sido agotadas y el saco vitelino ha sido absorbido, el alevín se transforma en cría y asciende a la superficie; esta fase dura entre 14 y 20 días (Owaga, H. y Salazar, J. 1992).

Este proceso denominado también emergencia y es el inicio de una vida llena de peligros la emergencia es un momento crítico, en el cual la mortalidad suele ser bastante elevada.

Gradualmente los alevinos absorben por completo su saco vitelino y comienzan a tenerla forma típica de un salmónido. En este momento se los denomina alevinos. Si ellos sobreviven a estas etapas críticas de su vida, se alimentarán en el arroyo y luego comenzarán su viaje a un ambiente más grande. Los alevinos generalmente se ubican cerca de las correderas, algunos pueden ubicarse a

mayor profundidad en los pozones. En los pozones donde existen refugios, tienden a ubicarse en mayor profundidad (Rios, J. y Ubidia, W. 2014).

### **c. Etapa de cría**

En esta fase empiezan a desarrollarse un poco más y nadar de manera libre, y alimentarse por sí mismos, con el paso del tiempo crecen y sobreviven, las crías continúan su desarrollo, cuyo ritmo depende de una serie de factores, tales como la duración del día, la temperatura y la abundancia de alimento (Rios, J. y Ubidia, W. 2014).

### **d. Etapa de juvenil**

En esta fase los peces empiezan ya a presentar características adultas es decir ya tienen hábitos propios de su especie, como ser activos y nadar contra la corriente, atrapar sus presas para alimentarse, haciéndolo con pequeños peces de otras especies, ranas, etc. Se diferencian de los adultos porque aún no han madurado sexualmente (Rios, J. y Ubidia, W. 2014).

En algunas especies de salmónidos que deben migrar sufren una serie de modificaciones (sobre todo en las especies que deben prepararse para ingresar al agua salada del mar), a este cambio se le denomina como moltificación. La moltificación implica también un cambio en la coloración desde las manchas para un color plateado (Owaga, H. y Salazar, J. 1992).

Esta coloración los ayuda a mimetizarse en el nuevo ambiente. Durante el proceso de moltificación se produce la memorización del ambiente de nacimiento a través de un aprendizaje rápido, durable e irreversible de las características olfatorias del mismo. Gracias a esta memorización (denominada en inglés imprinting) pueden retornar cuando son adultos para reproducirse (Owaga, H. y Salazar, J. 1992).

Los pequeños smolts se enfrentan de inmediato a los peligros de su viaje río abajo. Las represas demoran la migración de los salmónidos, porque no pueden

encontrar la corriente detrás de la represa y al llegar a los lagos artificiales se desorientan (Owaga, H. y Salazar, J. 1992).

Al desorientarse son sumamente vulnerables a los depredadores. También el bajo nivel de agua en los arroyos, y ríos los expone a peligros adicionales por parte de los depredadores como algunas aves, mamíferos, y peces más grandes. Aproximadamente el 90% de los salmónidos nacidos nunca llegan al nuevo ambiente (Owaga, H. y Salazar, J. 1992).

#### **e. Etapa adulto**

Si las condiciones físicas del hábitat son óptimas una gran parte de truchas madurara entre los 15 y 18 meses de edad pero la mayoría alcanza su madurez, después de dos meses, al ocurrir su maduración las truchas cambian de coloración y adquieren los colores característicos de su especie.

En la naturaleza al llegar la madurez sexual los peces deben comenzar su viaje de regreso orientados por las corrientes que los conducen a sus lugares propios de nacimiento esta migración en algunos salmónidos es de grandes distancias, y deben atravesar varios obstáculos, sin embargo una pareja siempre llega para desovar lo cual asegura que se mantenga una población de salmónidos activa.

### **8. Parámetros necesarios para las diferentes etapas de desarrollo de la Trucha**

Se debe considerar los siguientes parámetros al momento del manejo de las diferentes etapas de desarrollo de la trucha arcoíris

#### **a. Agua**

El agua es uno de los parámetros fundamental en el desarrollo de las diferentes etapas de la trucha, el agua se considera el más importante elemento a considerar en sistemas de cultivo en cualquiera de sus modalidades, semi-intensiva, intensiva o super-intensiva, ya que los requerimientos del líquido es



bastante alta, puesto que aporta oxígeno a la trucha, así como se encarga de eliminar los desechos del metabolismo, y por su composición y variabilidad físico-química condiciona los niveles de producción. La etapa biológica en la que se encuentre la trucha determina las condiciones físicas, químicas y biológicas de calidad del agua (cuadro 3).

Por ello es importante el control y flujo del agua principalmente en sistemas intensivos donde se suministra gran cantidad de alimento balanceado (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. 2002).

Cuadro 3. CANTIDAD DE AGUA REQUERIDA EN DIFERENTES ETAPAS DE VIDA.

	L/min
Incubación	0,5 litros/min/1000 huevos
0 a 3 meses	1 a 3 litros/ min/ 1000 alevines
Trucha 4 a 7cm	4 a 8 litros/ min/ 1000 peces
Trucha de 7 a 10 cm	20 litros/ min/ 1000 peces
Trucha de 10 a 30 cm	4. litros/ min/ 1000 peces/kg de trucha

Fuente: FAO. (1994).

## b. Temperatura

La FAO. (2001), manifiesta que la trucha en condiciones naturales, es un pez que puede vivir en aguas comprendidas entre 0° y 25°C, sin embargo, tenemos que decir que los límites industriales, entre los cuales su crecimiento y desarrollo son adecuados para estos fines corresponde a 9° C como límite inferior a 17°C, la temperatura adecuada para la trucha arco iris en producción cárnica, en la que su función fisiológica se realiza de forma óptima es de 15° C, las temperaturas industriales de desove, incubación de huevos se encuentran comprendidas entre 6 y 12 ° C. como indica el (cuadro 4).

Cuadro 4. TEMPERATURA DEL AGUA.

Temperatura del agua °C	Talla en cm en el lapso de			
	60 días	90 días	120 días	150 días
0,5	3,5	3	3,5-4	5
6	3	3,5	4,5	5,5
10	3,3-5	4,5	5-7	5,9
12	4	6	8	10
15	5		9	11

Fuente: FAO. (2001).

#### a. Oxígeno disuelto

La cantidad de oxígeno disuelto en el agua para los peces es esencial, el conocimiento de los miligramos disueltos de este elemento por tal razón es necesario en la entrada de los estanques, ya que nos va a fijar la cantidad de peces que va a contener un caudal de agua conocido (l/s, número de litros por segundo).

Estos dos parámetros van a ser fundamental en el estudio preliminar para la puesta en marcha en una piscifactoría (Morales, E. y Cáceres, J. 2006).

Con valores inferiores a 5,5 y 5 mg/l de oxígeno las truchas tienen una gran dificultad para extraer, por así decirlo el oxígeno del agua y transportarlo a través de las branquias al torrente circulatorio, el oxígeno del aire representa el 21 por 100 del volumen total del agua y el 35% de oxígeno está presente en los gases disueltos y esto dependerá de factores físicos, biológicos y químicos a continuación se exponen los requerimientos de oxígeno disuelto en el agua en el (FAO, 2001), detallándose en el (cuadro 5).

Cuadro 5. REQUERIMIENTOS DE OXIGENO DISUELTOS EN AGUA.

CANTIDAD	REPRESENTACIÓN
8,9 mg/litro	optimo
6,5-7 mg/litro	Aceptable
5 mg/litro	Critico
4 mg/litro	Respiración anhelante
3 mg/litro	Insuficiente mortal
1,5 mg/ litro	Rápidamente mortal

Fuente: Morales, E. y Cáceres, J. (2006).

### c. Amonio

La actividad acuícola como otras explotaciones generan productos orgánicos debido al metabolismo de los peces, uno de ellos es el  $\text{NH}_3$  que en grandes niveles es toxico entre otros compuestos nitrogenados nitrogenados están los nitritos, que dependiendo de la cantidad de calcio en el agua pueden llegar a ser tóxicos, no así los nitratos que se los considera poco (Morales, E. y Cáceres, J. 2006).

Las presencias amoniacales son productos de la excreción de los peces y se encuentran en dos estados Amonio ionizado ( $\text{NH}_4^+$ ), y amonio no ionizado o amoníaco libre ( $\text{NH}_3$ ). Siendo el amonio libre sumamente tóxico que inclusive a concentraciones de 0,015 ppm, esto causa lesiones en las branquias y un crecimiento lento y alteraciones en el metabolismo se debe tomar en cuenta que los nitritos también son productos de la oxidación del amoniaco, y a concentraciones superiores a los 0,55 ppm también resultan tóxicos para la trucha (Morales, E. y Cáceres, J. 2006).

#### **d. Turbidez**

La turbidez es proporcionada por la materia en suspensión en el agua de carácter mineral u orgánico, este grado de turbidez va a variar de acuerdo a la naturaleza, tamaño y sobre todo a la cantidad de partículas en suspensión (Delgadillo, C. 2012).

Una turbidez originada por el plancton es necesaria en acuicultura este parámetro puede ser medido mediante el disco sechi que es una estructura de 30cm, con cuadros pintados de manera alternada entre blanco y negro el cual tiene una cuerda calibrada y tiene un peso en el lado opuesto, para que se pueda hundir fácilmente en el agua sin perder la horizontalidad.

Cuando la turbiedad es en mayor proporción esta afectara el ingreso de los rayos solares al estanque lo cual se traducirá como baja actividad fotosintética de fitoplancton y su producción de oxígeno, (Delgadillo, C. 2012).

#### **e. Color**

Se da por la interacción que existe entre los rayos de luz y las partículas en suspensión, las aguas incoloras en días soleados toman una tonalidad azul, la mayoría de florecimientos del fitoplancton tiende a ocurrir en aguas de coloración verdosa, (Delgadillo, C. 2012).

#### **f. Calidad microbiológica del Agua**

La trucha es un pez muy sensible al ataque de microorganismos patógenos en pH de 6-9 y con temperaturas superiores a los 20 ° C, una correcta actividad de los microorganismos intervendrá en diversas transformaciones, (Delgadillo, C. 2012).

Las bacterias presentes en el agua pueden ser de dos tipos, las nativas cuyo hábitat es el agua y se pueden desarrollar solo allí, y las bacterias procedentes de otros biotipos, especialmente provenientes de la tierra o del aire. El contenido bacteriano es variable y depende de varios factores como el tipo de agua, la

concentración de sales inorgánicas, y sustancias orgánicas, enturbiamiento, iluminación y la temperatura. En sistemas acuáticos continentales la diversidad de bacterias presentes en el agua es muy amplia. En general en ríos la carga bacteriana es alta, donde se encuentran bacterias del género *Azobacter*, *Nitrosomas*, *Nitrobacter*, además de este tipo de bacterias y también pueden existir bacterias típicas de aguas residuales como *Escherichia coli*, y las denominadas coliformes, *Salmonellas*, y estreptococos fecales, (Carnevia, D.*et al.* 2009).

#### **g. Densidad de la población**

Para determinar la densidad se debe realizar un cálculo y se debe utilizar una media de partida y máximo aprovechamiento, el número de truchas de 200 g que es posible colocar en un metro cuadrado a una temperatura de 10 °C se recomienda densidades de 20-2Kg/m<sup>2</sup>. Esta densidad de peces es muy adecuada, especialmente para aquellos piscicultores que aún no tienen gran experiencia en el cultivo de trucha y no quieren correr riesgos (Nuñez, P. y Somoza, G. 2010).

Se debe clasificar a los peces por tamaño esto permitirá utilizar un mismo tamaño de gránulo de alimento en el estanque, y conocer a su vez, el peso de los distintos lotes obtenidos procedentes del estanque original. Es conveniente realizar la separación cuando existen en el estanque tres o cuatro tamaños bien definidos, y cuando la carga acumulada en el estanque está en los niveles de máxima aceptabilidad (Nuñez, P. y Somoza, G. 2010).

Se debe tomar en cuenta para la crianza de truchas, se debe diseñar y construir estanques de manera adecuada, se puede emplear cualquier forma y tamaño de estanques, sin embargo, una adecuada distribución de estanques para cada etapa biológica permitirá una crianza periódica, rotativa de alevines, juveniles, pre comerciales, comerciales y reproductores, y a la vez posibilitará el uso racional del agua (Nuñez, P. y Somoza, G. 2010). El cuadro 6, indica la cantidad de peces a establecerse de acuerdo a las diferentes etapas de vida de la trucha.

Cuadro 6. DENSIDADES Y CARGAS DE ESTABULACIÓN.

Etapa	Talla (m)	Peso (gr.)	Densidad (Nº de peces)	Carga (Kg/m <sup>2</sup> )	Caudal (Lt./seg.01pez)	Caudal (Lt./min.10,000 peces)
Alevinos	3	0,303	10000	1,3	0,2	8
	4	0,271	3000-5000	1,3-2,4	0,2	16
	5	1,406	2500	2,5	0,2	30
	6	2,512	1500	4	0,2	40
	8	5,966	1000	6,2	0,2	90
	10	11,44	600	7,2	0,25	105
Juveniles	12	19,58	400	8	0,25	265
	14	31,27	300	9,4	0,25	415
	16	46	260	9,6	0,25	580
Adultos	16	65,8	160	10,6	0,3	800
	20	90,6	125	12	0,3	1150
	22	120	100	12,5	0,3	1450
	24	155,7	60	12,8	0,3	1740
	26	197,9	65	13,3	0,3	2075
Reproductores	De acuerdo a la edad del pez		04-10	15-20		

Fuente: Núñez, P. y Somoza, G. (2010).

## 9. Alimentación

La alimentación es un factor muy importante que se debe tomar en cuenta y se debe suministrar un alimento que debe cubrir las necesidades de los peces que deben contener los nutrimentos necesarios como son proteínas, hidratos de carbono, grasas, minerales, fibras y vitaminas, la formulación de alimento y cantidad de alimentación diaria se hace de acuerdo a los requerimientos del pez basándose en diferentes parámetros como tamaño, peso y estadio sexual del animal, para estimar la cantidad a suministrar el alimento se debe tener en cuenta la temperatura del agua, estadio del pez, biomasa total por estanque. Hay que tener en cuenta que la calidad y rendimiento del alimento se puede medir a través

del índice de conversión alimenticia (Cho, Y.y Bureau, D 1991), como indica el (cuadro 7).

Cuadro 7. NUTRICIÓN DE LA TRUCHA EN SUS DIFERENTES ETAPAS.

Nutriente	Alevines/Cría	Juveniles	Adultos	Reproductores
Proteína	45 – 50 %	40 – 45 %	35 – 40 %	40 %
Carbohidratos	9 – 12 %			
Lípidos	12 – 16 %	10 – 16 %	10 – 16	
Minerales	P (0,45-0,8%); Mg (0,05-0,07%); Zn (15-30 ppm); Mn (2,4-13 ppm); Cu (3-5 ppm); Co (0,1ppm); Se (0,25 ppm)			
Vitaminas (por Kg de alimento balanceado)	Vitamina A: 2,500 – 3,500; Vitamina D: 2,400 – 3,000; Vitamina E: 30 – 100; Vitamina K3: 10 – 15; Vitamina C: 100 – 300; Tiamina: 10; Riboflavina: 20; Piridoxina: 10; Biotina: 0,1 – 0,4; Ácido nicotínico: 150; Ácido pantoténico: 40 – 60; Ácido fólico: 5, Arginina: 4,0; Histidina: 1,8; Isoleucina: 2,8; Leucina: 5;			
Aminoácidos (g de aminoácido por cada 100)	Lisina: 6; Metionina + Cistina: 3,3; Fenilalanina + Tirosina: 6; Treonina: 4,1; Triptófano: 0,6; Valina: 3,6			

Fuente: Cho, Y. y Bureau, D. (1991).

### a. Calidad del alimento

Los alimentos que son comercializados en el mercado son de tipo extruido y peletizado, estos alimentos deberán proporcionar valores altos de proteína y aún más en las primeras etapas de vida, se deberá incluir alimentos con pigmentantes para dar color al musculo (López, J. 1984), como indica el (cuadro 8).

Cuadro 8. CALIDAD DE ALIMENTO POR ETAPA.

Estadio	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Ceniza	Humedad
Alevines	55 – 50	13 – 15	18,5 – 14,5	10 – 9	10 – 6
Juveniles	48 – 45	13 – 15	20	7	10
Engorde	48 – 45	13 – 15	23,5	8	7,5
Mayor deshuesado	42 – 40	13 – 15	23,5	8	7,5
Mayor filete	42 – 40	13 – 15	23,5	8	7,5

Fuente: Leitritz, E., Y Lewis, R. (1980).

### b. Selección del alimento y Alimentación de los peces

La alimentación de los peces dependerá del peso época del año carga del estanque, de la forma y modo de alimentar, la forma del alimento varía de acuerdo al peso unitario de la trucha ya que lo recomendable es que el alimento sea de acuerdo al tamaño de la boca del pez, (Palma, A., Figueroa, R., Ruiz, V., Araya, E. y Berríos, P. 2002).

A medida que el pez crece se debe de cambiar el tamaño del alimento, este cambio no debe de ser brusco sino en forma paulatina, es decir se puede agregar el nuevo tamaño de alimento en un 25 % de la ración diaria, aumentando este porcentaje cada 2 a 3 días, logrando un cambio total (100 %), luego de una semana o semana y media, esto se debe porque aunque se haya seleccionado el estanque, siempre existirá aquellos peces que tengan un crecimiento lento o se prefieran un tipo de grano menor (Palma, A., Figueroa, R., Ruiz, V., Araya, E. y Berríos, P. 2002), como indica el (cuadro 9).



Cuadro 9. TIPO Y TAMAÑO DE ALIMENTO PARA TRUCHA ARCO IRIS.

Tipo de Alimento	Granulometría (mm)	Peso de la trucha (g)	Dimensión de la trucha (cm)	Ración por día (kg)
Migaja gruesa.8	2,00- 3,00	4,8-10	06-10	8
Engorda 3/32.7	2.4	10,8-27	1013	6
Engorda 1/8	3,2	27,7-62.38	13-17	4
Engorda 5/32	4,0	62,38-168	17-24	4
Engorda 3/16	4,8	168-465	24-30	2

Fuente: Palma, A., Figueroa, R., Ruiz, V., Araya, E. y Berríos, P. (2002).

### c. Tasa de alimentación

Se refiere a la ración diaria a suministrar de alimento a los peces esta tasa varia con la temperatura del agua, el tamaño de los peces y alimentos, (Palma, A.et al. 2002).

### d. Frecuencia de alimentación

La frecuencia de alimentación es decir las cantidades que se da de comer, debe ser mayor para los primeros estadios ay menor para estadios mayores, (Palma, A. et al. 2002, como muestra el (cuadro 10).

## 10. Enfermedades y medidas de control

Para tener éxito en una explotación piscícola radicara en tres factores

Cuadro 10. FRECUENCIAS DE ALIMENTACIÓN EN FUNCIÓN AL ESTADIO.

Estadio	Nº de veces al día
Alevines 1, 2 y 3	Como mínimo de 6 a 8 veces, mayor frecuencia
Juveniles 1 y 2.	Como mínimo de 5 a 6 veces al día. (Cada hora).
Engorde 1 y 2	Como mínimo de 3 a 4 veces al día. (Cada 1,5).
Estadios Mayores (Deshuesado, filete, ahumado)	Como mínimo a intervalos de 2 a 2 ½ horas. (Para tiempos de trabajo calculados en función 8 horas).

Fuente: Palma, A. et al. (2002).

importantes como son: prevención, tratamiento y control de cuadros patológicos estos guardan una estrecha relación con la calidad del agua y la nutrición del pez. Es necesario mantener un control permanente de los peces u otras especies de organismos acuáticos que se introducen en los estanques, (Carnevia, D. et al. 2009).

#### a. Enfermedades virales

Son tres la principales enfermedades causadas por virus en trucha denominadas Necrosis Pancreática Infecciosa (NPI), Necrosis Hematopoyética Infecciosa (NHI) y Septicemia Hemorrágica viral (SHV). Estas enfermedades atacan severamente a truchas en estados jóvenes con una mortalidad de 90%, la NHI y SHV afectan a truchas mayores, esto se puede transmitir por huevos contaminados, solamente el NPI es de transmisión de tipo vertical, (Carnevia, D. et al. 2009).

## **b. Enfermedades bacterianas**

En cuanto a las enfermedades de la trucha del tipo bacteriano se clasifican en sistémica aguda; sistémica crónica; sistémica cutánea. Se caracterizan por compartir signos clínicos similares por lo que necesitan de un laboratorio para especificar. Las enfermedades dentro de cada grupo también comparten métodos comunes de tratamiento y prevención, lo que reduce la necesidad de identificar específicamente al patógeno, (Carnevia, D. et al. 2009).

## **c. Enfermedades micóticas (Hongos)**

Son dos las enfermedades del tipo micótico que afectan a la trucha arco iris. La saprolegniosis, enfermedad cutánea, y el ictiofonus, enfermedad sistémica, cuyos agentes causales son denominados saprofitos; esto quiere decir que pueden vivir libres en la naturaleza, un método simple para combatir la saprolegnia, es sumergir a los peces enfermos en una solución de agua con sal (0,5%), tres veces por semana, (Carnevia, D. et al. 2009).

## **d. Enfermedades de protozoarios**

Existen una gran variedad de protozoarios que son capaces de afectar a la trucha arco iris, la mayoría son de tipo oportunista externo, que proporcionan al pez algunos malestares como la pérdida del potencial de crecimiento. El principal protozooario parasítico externo que afecta a la trucha arco iris es el *Ichthyophthirius multifiliis*. Los cuadros causados por este organismo tienen que tratarse repetidamente con agua con formalina para acabar por completo con la población del patógeno (Carnevia, D. et al. 2009).

## **C. PROMOTORES DE CRECIMIENTO**

El balanceado que es suministrado a los peces constituye una mezcla de diferentes ingredientes para proporcionar los nutrimentos necesarios para su desarrollo, considerando que la alimentación representa la mayor parte de inversión por lo que se buscan alternativas que mejoren los ingresos por lo que la

inclusión de promotores de crecimiento se vuelve cada día más en una actividad más rentable y económica (Killen, J. 1994).

Es así que la incorporación de promotores de crecimiento en la dieta permite mejorar, la eficiencia alimenticia lo cual optimiza los costos de producción, favorecen el crecimiento y mantienen un equilibrio de la flora del tracto gastrointestinal, limitando la producción de toxinas, lo cual facilita la absorción de los nutrientes del alimento (Killen, J. 1994).

## **1. Promotores de crecimiento utilizados en la nutrición animal**

La mayoría de promotores de crecimiento son utilizados con varias finalidades como son un crecimiento rápido, mejorar el sabor u otras características la principal prevenir ciertas enfermedades, y aumentar la eficiencia de producción de los animales. El rango de aditivos utilizados con estos fines es muy amplio como se podrá apreciar en la siguiente lista ya que bajo este término se incluye a algunos suplementos (vitaminas, provitaminas, minerales, etc.), sustancias auxiliares (antioxidantes, emulsionantes, saborizantes, etc.), agentes para prevenir enfermedades (coccidiostáticos y otras sustancias medicamentosas) y agentes promotores del crecimiento (antibióticos, probióticos, enzimas, etc.).

Dentro del grupo de los aditivos antibióticos están aquellos que se utilizan como promotores del crecimiento de los animales, y que también son denominados 'modificadores digestivos.

## **2. Categorías de aditivos que pueden utilizarse**

- Antibióticos.
- Sustancias antioxidantes.
- Sustancias aromáticas y saborizantes.
- Coccidiostáticos y otras sustancias medicamentosas.
- Emulsionantes, estabilizantes, espesantes y gelificantes.

- Colorantes incluidos los pigmentos.
- Conservantes.
- Vitaminas, provitaminas y otras sustancias de efecto análogo.

### **3. Químicamente bien definidas**

- Oligoelementos.
- Agentes ligantes, antiaglomerantes y coagulantes.
- Reguladores de la acidez.
- Enzimas.
- Microorganismos.
- Ligantes de radionucleidos.

### **4. Los antibióticos promotores del crecimiento**

Los antibióticos son uno de los más utilizados en la alimentación animal según la Federación Europea para la Salud Animal, en 1999 los animales de granja de la Unión Europea consumieron 4.700 toneladas de antibióticos, cifra que representó el 35 % del total de antibióticos utilizados. De estos antibióticos, 786 toneladas (un 6 % del total) se utilizaron como aditivos promotores del crecimiento. Sin embargo, la cantidad de APC disminuyó más de un 50 % desde 1997, año en el que se consumieron 1600 toneladas (un 15 % del total), (Medina, J. 1993).

Los antibióticos ocasionan modificaciones del sistema digestivo y metabólico de los animales, esto se traduce como aumento de eficiencia y una rápida ganancia de peso y en algunos procesos modifica la excreción de nitrógeno, estos también disminuyen la flora de patógenos aumentan la absorción de ciertos elementos como vitaminas entre otros.

## 5. Alternativas a los aditivos antibióticos promotores del crecimiento

En muchos de los casos al incluir estos productos en las dietas de los animales se obtienen beneficios sin embargo dejan residuos para el consumidor lo cual ha condenado su uso, lo cual ha llevado a establecer un mejor manejo para los animales para evitar el uso de estos productos y tomar en cuenta las siguientes recomendaciones, (Medina, J. 1993).

- prevenir o reducir el estrés a través de estrictos controles de la higiene de los animales, de la calidad de los alimentos que reciben y de las condiciones medioambientales en las que se crían.
- optimizar la nutrición de los animales, de forma que se mejore su estado inmunológico y se eviten cambios bruscos en las condiciones alimenticias.
- erradicar en la medida de lo posible algunas enfermedades.
- seleccionar genéticamente animales resistentes a enfermedades.
- En cuanto a las sustancias alternativas, destacan como principales opciones los probióticos y prebióticos, los ácidos orgánicos, las enzimas y los extractos vegetales.

### a. **Probióticos y prebióticos**

Bajo este término se incluyen una serie de cultivos de varias especies microbianas que al ser administrados, provocan efectos beneficiosos en los animales modifican la flora del tracto digestivo de los animales las bacterias que se utilizan para este tipo de cultivos son: *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Bacillus*, aunque también se utilizan levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) y hongos (*Aspergillus oryzae*), (Medina, J. 1993).

No se conocen con certeza el mecanismo de acción de los probióticos lo que se supone es que estos impiden que organismos como (p.e. *Salmonella*, *E. coli*), colonizen el tracto digestivo o al menos reducen su concentración, el resultado de animales que reciben este tipo de alimento tienen un mejor estado sanitario que se puede traducir en una mejora del crecimiento (Cho, Y. y Bureau, D. 1991).

Los probióticos como tales son alimentos seguros para los animales su inconveniente es la falta de consistencia de la actividad y sus altos costos de 20-30% en comparación con los antibióticos.

Con relación a los prebióticos estos estimulan la producción de microorganismos benéficos en el organismo animal e impiden la adhesión de microorganismos patógenos, las sustancias más utilizadas son los oligosacáridos, por ejemplo, se ha observado que los fructo-oligosacáridos favorecen el crecimiento de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* en el ciego de las aves y aumentan así su ritmo de crecimiento, pero no se ha observado este efecto en los cerdos (Cho, Y. y Bureau, D. 1991).

#### **b. Ácidos orgánicos**

En cuanto a la utilización de estos productos tanto ácidos orgánicos como inorgánicos se utiliza en la alimentación de lechones, conejos y aves permite acelerar su crecimiento en los últimos años se ha incluido la utilización de ácidos orgánicos (fórmico, láctico, acético, propiónico, cítrico, málico y fumárico) y de sus sales frente a los ácidos inorgánicos, debido a su mayor poder acidificante.

Estos productos están dentro de la lista de productos permitidos y en todas las especies, se consideran sustancias seguras ya que no abandonan el tracto digestivos de los animales y no dejan residuos, el único inconveniente que presenta es que de acuerdo a la especie su dosificación aumentara y al incrementar la dosis hace que los alimentos pierdan su palatabilidad (Cho, Y. y Bureau, D. 1991).

#### **c. Enzimas**

Las enzimas se caracterizan por ser proteínas que catalizan reacciones bioquímicas, estos al ser utilizados en la nutrición animal actúan en el sistema digestivo y realizan funciones de eliminar factores anti nutritivos de los alimentos, aumentar la digestibilidad de determinados nutrientes, complementar la actividad de las enzimas endógenas de los animales y reducir la excreción de ciertos

compuestos (p.e., fósforo y nitrógeno). monogástricos son:  $\beta$ -glucanasa, xilanas,  $\alpha$ -amilasa,  $\alpha$ -galactosidasa, fitasa, celulasas y proteasas. Los preparados enzimáticos resultan especialmente eficaces en el caso de las aves, en las que se han descrito mejoras de su crecimiento (entre un 2 y 6 % en broilers alimentados con granos de cereales) y del índice de conversión (entre un 2 y 4 %), (Cho, Y. y Bureau, D. 1991).

#### **d. Extractos vegetales**

La inclusión de plantas y hierbas en la alimentación de animales en la actualidad es una alternativa más natural como son el anís, tomillo, apio, pimienta, jengibre, etc. estos contienen aceites esenciales que proporcionan propiedades aromáticas en varias investigaciones esto contribuyen a la ganancia de peso diaria, en algunas ocasiones al utilizar cítricos pueden influir en los rendimientos productivos de los animales, sin embargo en cantidades altas pueden ser tóxicos para el consumo animal, (Cho, Y. y Bureau, D. 1991).

#### **D. JENGIBRE (*Zingiber officinale*)**

El jengibre cuyo nombre científico es *Zingiber officinale*, es originaria de Asia se caracteriza por ser una planta perenne que alcanza 60 hasta los 120 cm y con 45cm de ancho, presenta tallos engrosados o rizomas enterrados en la tierra de color amarillo-verdoso y aproximadamente 7 cm de largo. Hojas verde claro, estrechas, en forma de cintas de 30 cm de largo por 2-3 cm de ancho, (Alhomidan, A. 2005).

##### **1. Características del jengibre**

El jengibre se caracteriza por sus hojas estrechas con pequeñas flores amarillas y de tonos violetas su raíz o rizoma de forma nudosa, dura puede medir hasta 2cm su raíz para ser almacenada debe almacenarse deben cosecharse a los seis meses, se los lava y se los deja secar, es un tubérculo en forma de mano de ahí su nombre de rizoma de color cenizo por fuera y blanco amarillento por dentro, planta herbácea perenne de rizoma grueso, carnoso, nudoso. Tallos simples.



Hojas lanceoladas, oblongas, dispuestas a lo largo del tallo en dos líneas paralelas. Flores sésiles, amarillas y labios purpúreos, reunidas en una espiga densa al extremo del tallo. Fruto seco y bulboso, (Alhomidan, A. 2005).

## **2. Partes que se utilizan**

La parte que se utiliza de esta especie es su raíz pelada crece de manera horizontal en el suelo y su ramificación es en un solo plano, el consumo de la raíz puede ser en polvo, confitada entre otros para el consumo humano la dosis recomendada es de 250 a 1000 miligramos diarios. Su uso es bastante extenso y se recomienda ir probando la preparación para sentir el sabor que queremos obtener (Alhomidan, A. 2005).

## **3. Principios activos**

Dentro los principios activos del jengibre encontramos aceites volátiles en un porcentaje de 0,25-3,3% con monoterpenos como el geranial (citral a), neral (citral b) y sesquiterpenos (30 %-70 %); sustancias desabor picante (4-7,5 %) con fenilalcanonoles como el 6-gingerol y el 6-shogaol, zingibaína y zingerona (Akoachere, T. *et al.* 2002).

Son muchas las propiedades farmacológicas del jengibre, en pocas plantas se han analizado e identificado gran cantidades componentes activos distintitos, se han registrado muchas propiedades farmacológicas en el jengibre *Zingiber officinale*, (Akoachere, T. *et al.* 2002).

Desde épocas pasadas se constatan su diferentes usos en trabajos realizados en investigaciones de salud humana ya que disminuyen la presencia de varios estados patógenos, ejemplos de sus impresionantes propiedades farmacológicas: incremento de la absorción de sustancias como vitaminas y minerales (hasta un 200 %) incremento de la disponibilidad biológica de principios activos protección de la mucosa gastrointestinal reforzamiento de mecanismos de defensa efecto inhibitorio de úlceras prevención de náusea por mareos de viaje prevención de náusea postoperatoria carminativo, espasmolítico colerético, colagogo efecto

protector de las células del hígado, antihepatotóxico entre otras, (Akoachere, T. *et al.* 2002).

#### **4. Composición química**

En su composición química contiene aceite esencial (0,5 a 3 %) que contiene derivados terpénicos; resma (5 a 8%); principios amargos cetónicos y fenólicos (zingeron, gingerol, shogaol) y otras sustancias, (Akoachere, T. *et al.* 2002).

- Ácidos: alfa-linolénico, linoleico, ascórbico, aspártico, cáprico, caprílico, gadoleico, glutamínico, mirístico, oleico, oxálico.
- Aceites esenciales: citral, citronelal, limoneno, canfeno, beta-bisaboleno, beta-cariofileno, beta-bisabolol, alfa-farneseno, alfacadineno, alfa-cadinol, beta-felandreno, beta-pineno, beta-sesquifelandreno, gama-eudesmol.
- Aminoácidos: arginina, asparagina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, niacina, treonina, triptófano, tirosina, valina.
- Minerales: aluminio, boro, cromo, cobalto, manganeso, fósforo, silicio, zinc.

#### **5. Propiedades del jengibre comprobadas científicamente**

De acuerdo a investigaciones realizadas se puede decir que el jengibre tiene las siguientes propiedades que han sido documentadas (6)-gingerol y (6)-shogaol suprimen las contracciones gástricas. El rizoma fresco o seco suprime la secreción gástrica y reduce el vómito. Los gingeroles y los shogaoles tienen efecto sedante, antipirético, analgésico e hipotensor y reducen la actividad intestinal. Son hepatoprotectores siendo más activos los jingeroles que los shogaoles, (Akoachere, T. *et al.* 2002).

#### **6. Mecanismo de acción**

En el año de 1879 científicos identificaron los primeros principios del jengibre, descubrieron los fenilalcanonoles, con el 6-gingerol y el 6-shogaol. El gingerol del jengibre fresco se transforma en shogaol al secar y calentar el rizoma. Esta transformación de componentes activos abre la puerta a una impresionante

variedad de posibilidades terapéuticas. El gingerol estimula la función hepática y el shogaol tiene actividad sobre todo analgésica y antiinflamatoria. El polvo de jengibre tiene un efecto 10 veces más fuerte que el jengibre fresco, con más componentes biológicamente activos y nutrientes, (Alhomidan, A. 2005).

## **7. Investigaciones realizadas con jengibre**

Debido a los múltiples beneficios del jengibre se han realizado varias investigaciones en animales de interés zotécnicos obteniendo los siguientes resultados.

En una investigación realizada evaluación de los parámetros de crecimiento y supervivencia de alevines de trucha (*oncorhynchus mykiss*), con dietas enriquecidas con tres aceites esenciales; jengibre (*zingiber officinale*), cúrcuma (*curcuma longa*) y hierba luisa (*cymbopogon citratus*). Al incluir estos aceites se obtuvieron mejores pesos de la trucha así como mejores longitudes destacando el jengibre, al igual que disminuyen la mortalidad con respecto a la longitud se puede apreciar que al iniciar el tratamiento con una longitud de 4,56cm y al finalizar después de ocho semanas se obtuvo una longitud de 10,75 cm, con respecto a la ganancia de peso con la utilización del aceite de jengibre se obtuvieron los mejores resultados al iniciar 1,5 g y al finalizar 12,96g de igual manera se reportó una disminución de agentes patógenos (Rios, J. y Ubidia, W. 2014).

En un investigación realiza en pollos broilers para se realizó la evaluación del aceite esencial de orégano (*origanum vulgare*) y extracto deshidratado de jengibre (*zingiber officinale*), como potenciales promotores de crecimiento, en ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en 4 tratamiento y 4 repeticiones ,se obtuvieron muestras de intestino e hígado de cuatro aves por tratamiento el día 14 y dos por tratamiento el día 42 del ensayo para determinar posibles alteraciones histológicas por intoxicación y para determinar la histomorfometría de yeyuno. Los tratamientos fueron: APC, Bacitracina disalicilato metileno (1 kg/Tn de alimento) y sulfato de colistina 8% (0.25 kg/Tn); SPC, sin promotor de crecimiento; AEO, aceite esencial de orégano (1 kg/Tn); y JD,

jengibre deshidratado (10 kg/Tn). No hubo diferencias estadísticas en peso, consumo de alimento ni conversión alimenticia entre grupos experimentales. Las vellosidades del grupo AEO presentaron una ligera aunque no significativa mayor longitud de vellosidades intestinales. (Shiva, C. 2012).

Ferrer, S. (2010), Se evaluó el insumo concentrado en alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), en reemplazo de 15 y 30% de harina de pescado, en el comportamiento productivo de la trucha arco iris, tomando en cuenta el consumo de alimento, la ganancia de peso, la conversión alimenticia y la sobrevivencia. El estudio se realizó en las instalaciones del Centro de Producción Piscícola de Vinchos, situado en el distrito de Canchayllo, perteneciente a la SAIS "Tupac Amaru". La elaboración del alimento balanceado se realizó en la Planta de Alimentos Balanceados del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos en la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se utilizaron 22,500 alevines de truchas, de peso promedio 1,42g y 5,12cm, y se distribuyeron al azar en 9 unidades experimentales en grupos de 7,500 alevines durante 60 días. En el análisis de variancia (ANVA), realizado no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en biomasa final, incremento de biomasa, consumo de alimento y sobrevivencia. En cuanto a longitud final (5,12) y conversión alimenticia (1,17), si mostraron diferencias estadísticas respecto al control, resultando más eficientes los peces alimentados con la dieta control. Con la incorporación del 15% y 30% del concentrado nutricional "ANIPROT" en los alimentos para alevines de trucha, en reemplazo parcial de la harina de pescado, se obtiene resultados similares a los encontrados con la dieta control en cuanto incremento de biomasa, consumo de alimento (17,01 kg) y sobrevivencia (98,91).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se desarrolló en el sector dos Chorreras km 21 vía Cajas de la provincia de Azuay, al noroccidente de Cuenca vía Sayausi, Molleturo. La misma que tuvo una duración de 60 días.

#### 1. Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas del sitio que se ejecutó en la investigación se detallan en el (cuadro 11).

Cuadro 11. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL SECTOR DOS CHORRERAS VÍA CAJAS KM 21 DE LA PROVINCIA DE AZUAY.

.PARÁMETRO	PROMEDIO
Altitud, msnm	3,000 – 4,500
Temperatura, °C	2,5 – 29
Humedad relativa, %	74
Precipitación, mm	724,5

Fuente: Romero. L. (2015).

#### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En la realización de la presente investigación se utilizó *Zingiber officinale* (Jengibre), como promotor crecimiento en la alimentación de alevines. Se contó con 5000 alevines, que estarán sometidos a los niveles de 0,2; 0,4 y 0,6 % de harina de jengibre, evaluado frente a tratamiento testigo; además de que cada repetición tuvo un tamaño de unidad experimental de 250 alevines con 5 repeticiones por tratamiento.

## **C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES**

### **1 Animales**

- 5000 alevines.

### **2 Materiales**

- Mallas.
- Balanceado.
- Registros.
- Medicamentos.
- Cepillos.
- Coladores.
- Harina de jengibre.
- Materiales de escritorio.

### **3 Equipos**

- Papel peachimetro.
- Termómetro de agua.
- Balanza.
- Cámara fotográfica.
- Calculadora.
- Programa para el cálculo estadístico.

### **4 Instalaciones**

- Estanques de piscicultura.
- Laboratorio de bromatología para la elaboración de la harina de Jengibre.
- Laboratorios de Saneamiento del GADC.

## D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se utilizó tres niveles de (*Zingiber officinale*), como promotor de crecimiento (0,2; 0,4; 0,6%), frente a un testigo; con 5 repeticiones por cada tratamiento, los cuales se analizaron bajo un diseño completamente al azar que se ajusta al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$ : Valor estimado de la variable

$\mu$  : Media general

$\alpha_i$  : Efecto de los niveles de *Zingiber officinale* (0,2, 0,4 0,6 %)

$\epsilon_{ij}$  : Error Experimental

### 1. Esquema de experimento

El esquema del experimento de muestra en el (cuadro 12).

Cuadro 12. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamiento	Código	T.U.E	Rep	Animal/Trat
Testigo	T0	250	5	1250
0,2% de harina de Jengibre.	T1	250	5	1250
0,4% de harina de jengibre	T2	250	5	1250
0,6% de harina de jengibre	T3	250	5	1250
<b>TOTAL</b>				<b>5000</b>

TUE: Tamaño de la unidad Experimental (250 Alevines).

## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

### **1. Productivos**

- Peso inicial (g).
- Peso final (g).
- Ganancia de peso (g).
- Consumos totales de alimento.
- Conversión alimenticia.
- Mortalidad (%).
- Tamaño de crecimiento inicial (cm).
- Tamaño de crecimiento final (cm).

### **2. Parámetros Físicos Químicos**

- Temperatura.
- Concentración de nitrato.
- Concentración de nitrito.
- Oxígeno disuelto.
- pH.

### **3. Económico**

- Beneficio costo.

## **F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA**

Los datos fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

Análisis de varianza (ADEVA), con el esquema (cuadro 13).

Separación de medias por el método del rango múltiple de Tukey a los niveles de significancia de  $p \leq 0,05$  y  $p \leq 0,01$ .

Análisis de la regresión y correlación.



Cuadro 13. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	19
Tratamientos	3
Error	16

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 1. Extracción de harina de Jengibre

Para la extracción de harina de jengibre se realizó el picado del jengibre, luego se procedió a pesar jengibre fresco, posteriormente se colocó en la estufa durante 5 días para respectivo deshidratación, se pesó el jengibre deshidratado en una balanza electrónica y se elabora la molienda del jengibre para la extracción de la harina, todo este proceso se lo realizó con el uso del Laboratorio Bromatológico de la Facultad De Ciencias Pecuarias perteneciente a la ESPOCH.

### 2. Descripción del experimento

- Se tomó muestras para un previo análisis físico y químicos del agua.
- Desinfección y lavado completo de las piscinas que se utilizaron en el presente ensayo.
- Selección de los alevines de la fase II *Oncorhynchus mykiss* (truchas arco iris).

- Suministro de las dietas balanceadas en función:

T0: balanceado normal.

T1: alevines alimentados con concentrado y harina de jengibre al 0,2%.

T2 alevines alimentados con concentrado y harina de jengibre al 0,4%.

T3 alevines alimentados con concentrado y harina de jengibre al 0,6%.

- Se midió el peso, incremento de pesos, tamaño de crecimiento, consumos de alimento, porcentaje de mortalidad.

## H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

### 1. Peso inicial y final (g)

Para determinar el peso inicial y final, se aplicó la siguiente formula y se expresó en g.

$$\text{Peso inicial ó final} = \frac{N^{\circ} \text{ de la población} \times \text{peso promedio}}{\text{Biomasa en gramos}}$$

### 2. Ganancia de peso (g)

Para la variable ganancia de peso se aplicó la siguiente formula y se expresó en g:

$$\text{Ganancia de Peso} = \text{peso final} - \text{peso inicial}$$

### 3. Consumos total de alimento

Según Gondoy, M. (2002), para estimar cuantos kg de alimento se debe suministrar a un estanque se tiene las siguientes consideraciones:

- Temperatura del agua.
- La tasa de alimentación que viene a ser el 1 % de la biomasa de un estanque.
- Estadio del pez (talla y peso).
- Promedio de pece/kg, por lo que se demuestra en el cuadro 14, la tabla de alimentación por estadio.

Cuadro 14. TASA DE ALIMENTACIÓN.

ESTADIO	DIETA	TASA DE ALIMENTO
Alevinos inicial	Inicio	9 %
Alevinos	Inicio	7 -9 %
Juveniles	Crecimiento	3 - 7 %
Comerciales	Engorde	2 – 2,3 %
Reproductores	Acabado	1,5 %

Fuente: Gondoy, M. (2002).

#### 4. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia CA es la relación que existe entre consumo de alimento de materia seca y la ganancia peso final.

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento, g}}{\text{Ganancia de peso, g}}$$

#### 5. Mortalidad, %

Para la toma de datos de la mortalidad se llevó un registro de alevines muertos diarios por piscinas, hasta que finalizó la investigación.

$$\% \text{ de Mortalidad} = (\text{Peces vivos} - \text{peces muertos}) \times 100$$

#### 6. Tamaño de crecimiento inicial y final (cm)

Se midió con una regla en cm, la longitud de los alevines al azar de cada piscinas y se obtuvo un promedio de tamaño inicial y al finalizar el trabajo investigativo.

#### 7. Temperatura

Para medir la temperatura se utilizó un termómetro de agua Mercurio, se realizó 3 muestreos de temperatura durante el día, en la mañana, medio día, y tarde y

semanalmente se fueron obteniendo los promedios.

## **8. Análisis físico químico del agua**

Se determinó el contenido de pH, nitritos, nitratos, oxígeno disuelto que fueron realizados en el laboratorio de saneamiento de GAD de cuenca de la provincia del Azuay.

## **9. Beneficio costo**

El análisis económico se determinó mediante el indicador económico Beneficio/Costo, según la aplicación de las dietas por tratamiento.

$$B/C = \frac{\text{Ingresos totales (dólares)}}{\text{egresos totales(dólares)}}$$

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### **A. COMPORTAMIENTO BIOLÓGICO DE LOS ALEVINES EVALUADOS EN LA FASE II, POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE JENGIBRE EN LA DIETA DIARIA**

###### **1. Pesos inicial**

El peso inicial de los alevines fue homogéneo al inicio de la investigación, mostrando pesos de 0,73 para el tratamiento del 0,6 %; seguido por un peso de 0,70 g para las unidades experimentales que se les adicionara el 0,2 y 0,4 % de harina de jengibre, ilustrados en el cuadro 15, datos que guarda relación con los reportados por Gambini, K. (2004), para su investigación inicia con pesos promedios de 0,70 g en los alevines que recibirán diferentes dosis de promotor de crecimiento orgánica en la fase II de la truchas arco iris.

###### **2. Peso final**

Determinando el peso final de los alevines evaluados en la fase II, registraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), entre los niveles de jengibre, siendo el de mayor peso final el tratamiento T3, con 4,10 g; descendiendo a un peso promedio de 3,94 g para la adición del 0,4% de harina de jengibre y posteriormente los menores pesos finales fueron de 3,78 y 3,70 g para los tratamientos del 0,2 % y del grupo control, con un intervalo entre medias de  $\pm 0,04$  g.

Asumiendo de esta manera que al incrementar los niveles de jengibre en la dieta de los alevines mejoran el peso final, quizás esto se deba a lo comentado por Pakrashi, A. (2003), que el jengibre posee una enzima proteolítica llamada zingibaína que puede descomponer las proteínas para mejorar el sistema digestivo, la motilidad gastrointestinal, la acción de la vesícula biliar, protege al hígado contra las toxinas y se utiliza tradicionalmente para el tratamiento de dolor de estómago, vómitos, indigestión y artritis, también se ha investigado por su actividad gastroprotectora y anti-ulcerosa, al ser un aditamento que mejoran los

Cuadro 15. COMPORTAMIENTO BIOLÓGICO DE LOS ALEVINES EVALUADOS EN LA FASE II, POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE JENGIBRE EN LA DIETA DIARIA.

Variable	NIVELES DE JENGIBRE ,%				E.E.	PROB.	SIG.
	0	0,2	0,4	0,6			
Peso Inicial (g)	0,70	0,70	0,71	0,73			
Peso Final (g)	3,70 C	3,78 c	3,94 B	4,10 a	0,04	<0,0001	**
Ganancia de Peso (g)	3,00 C	3,08 c	3,23 B	3,37 a	0,04	<0,0001	**
Tamaño Inicial (cm)	2,67 A	2,67 a	2,67 A	2,51 a	0,09	0,5420	ns
Tamaño Final (cm)	5,55 C	5,91 b	6,01 B	6,18 a	0,04	<0,0001	**
Consumos total de alimento	3,35 A	3,41 a	3,47 A	3,47 a	0,07	0,5583	ns
Conversión Alimenticia	1,12 A	1,11 a	1,07 Ab	1,03 b	0,02	0,0105	*
Mortalidad (%)	8,50 A	8,43 a	7,94 A	7,94 a	0,22	0,0974	ns

E.E.: Error Estándar.

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

problemas gastrointestinales ayudan a la mejor asimilación de nutriente lo que se ve reflejado en los parámetros productivos como lo es en este caso el jengibre.

Zegarra, O. (2003), menciona que al suministrar tres promotores de crecimiento, en los alevines alcanzo un peso de 3,64 g; Gambini, K. (2004), al alimentar a los alevines de trucha con la inclusión de un promotor de crecimiento a base de mananos oligosacáridos, selenio orgánico, cromo orgánico y extracto de *Yucca schidigera* (SP604), con el 0,25% de este promotor alcanza su mayor peso al finalizar la investigación de 3,83g; Robles, P. (2004), al utilizar el 0,4% de harina de maca en el concentrado diario para los alevines de *Oncorhynchus mykiss*, obtuvo su mayor peso final de 4,03 g a los 70 días de investigación; siendo estos datos inferiores a los de la presente investigación posiblemente esto se deba a que una de las propiedades del jengibre es mejorar la digestibilidad y absorción de los alimentos lo que es corroborado por Suarez, R. (2011), que el extracto de jengibre mantiene los músculos intestinales a tono con el mantenimiento de los músculos intestinales a tono, esta acción facilita el transporte de sustancias a través de la zona digestiva, aminorando la irritación a las paredes intestinales.

Pomiano, Ch. (2000), al alimentar alevines con tres niveles de levaduras de cerveza en las dietas de las truchas arco iris alcanzó su mayor peso final 4,17g; siendo datos superiores a los de la presente investigación quizás esto se deba a la influencia de las condiciones ambientales donde se desarrolló la investigación además de la calidad de los alevines manejados en los ensayos.

En el análisis de regresión para la variable peso final de los alevines ilustrado en gráfico 4, nos muestra una línea de tendencia lineal altamente significativa ( $P < 0,01$ ), observándose que inicia con un intercepto de 3,67 g, y a medida que se incrementa los niveles de jengibre en la alimentación de los alevines estos se ven afectados positivamente con un incremento de peso final de 0,6882 g, con un coeficiente de determinación de 81,25 %, y con un coeficiente de correlación de 0,9013. Para lo cual se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Peso final, g} = 3,6741 + 0,6882(\text{NJ}).$$

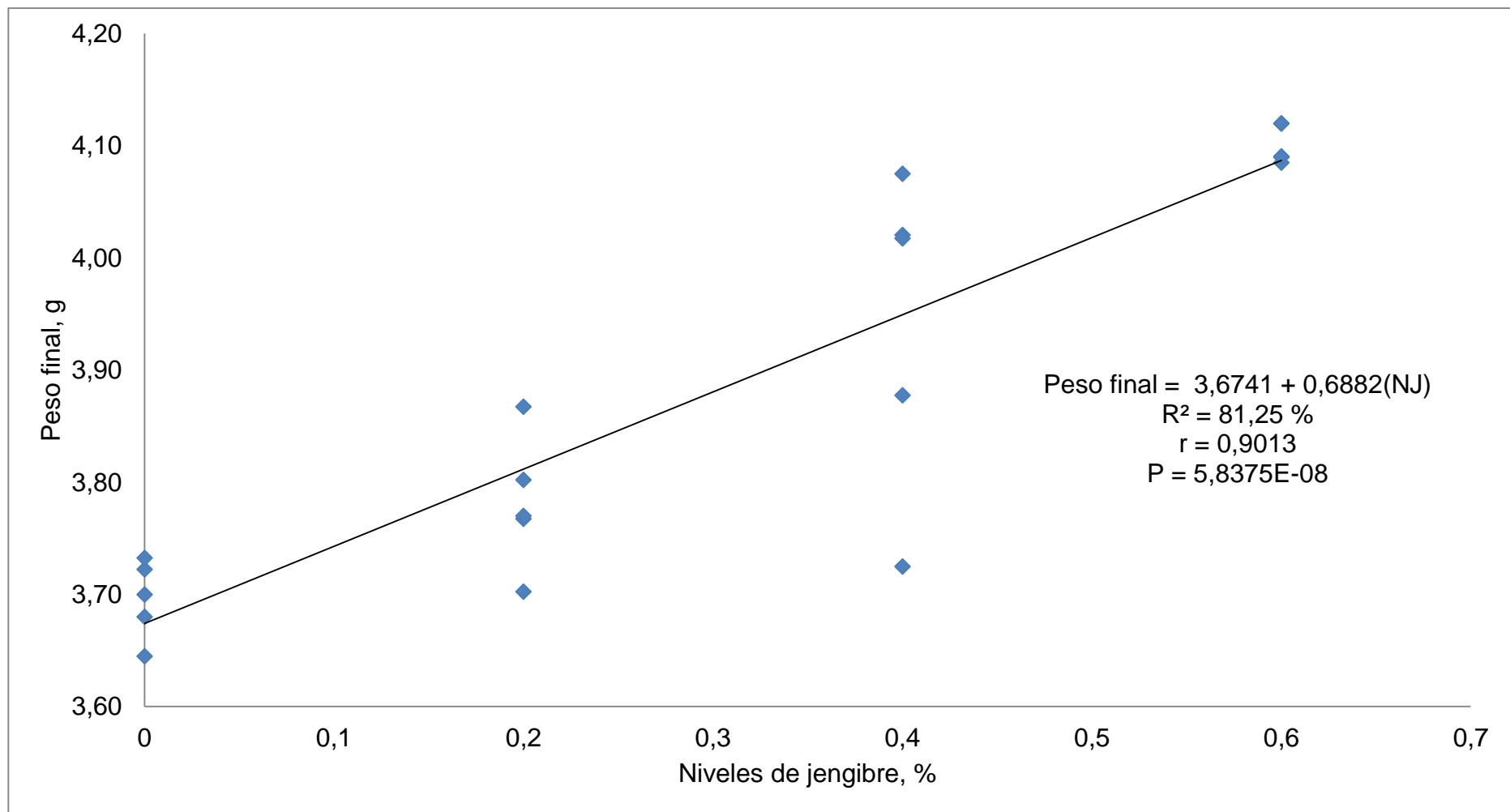


Gráfico 4. Análisis de regresión para la variable peso final, por el efecto de diferentes niveles de jengibre utilizados en la alimentación de alevines de truchas arco iris.



### 3. Ganancia de pesos

En la variable de la ganancia de peso de los alevines de *Oncorhynchus mykiss*, reportaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), al emplear los diferentes niveles de jengibre, encontrándose la mayor ganancia de peso con la aplicación del 0,6% de harina de jengibre/kg de alimento (T3), con 3,37 g, seguido del tratamiento con el 0,4 % de harina de jengibre/ kg de alimento (T2), con una media de 3,23 g de incremento de peso, mientras que las menores ganancias de peso fueron al alimentar a los alevines con 0,2 y 0% de harina de jengibre, con incrementos de 3,08 y 3,00 g, en su orden, con un error estándar de  $\pm 0,04$  g.

Lo que determina que el mejor nivel fue el 0,6% de jengibre es decir que los niveles de jengibre influyen efectivamente sobre la ganancia de peso a lo que asevera Quispe, M. (2011), que la utilización de harinas, extractos o aceites de jengibre puede producir aumentos de la ganancia diaria, porque estimula la digestión aumentando la secreción y actividad enzimática gástrica y pancreática e intestinal y mejorando la capacidad de retención del nitrógeno.

Ferrer, S. (2010), que al utilizar el 30% de Aniprot (concentrado nutricional reemplazante de la harina de pescado), se observó un incremento de peso de 3,39 g; guardan relación con los datos reportados en la siguiente investigación aduciendo a que la harina de jengibre tiene altos contenidos de aceites y ácidos grasos (omegas 3 y 6), que van de 0,5 al 3 %, siendo así un alimento de alta calidad y con propiedades terapéuticas y controladoras de la flora intestinal. Álvarez, L. (2004)

Zegarra, O. (2003), indica que el promotor flavofosfolipol (antibiótico promotor de crecimiento), logró su mayor ganancia de peso de 2,69 g, dato que es inferior al de la presente investigación; mencionando así que la harina de jengibre es efectivo contra el crecimiento de los parásitos, *Escherichia Coli*, *Protus Vulgaris*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* y *streptococcus viridans*, ayudando al desdoblamiento y asimilación de nutrientes, (Obando, Y. 2009).

Gambini, K. (2004), al utilizar diferentes niveles de SP604 (mananos oligosacáridos, selenio orgánico, cromo orgánico y extracto de *Yucca schidigera*), alcanzó 3,7 g. mejorando la ganancia de peso en relación de los datos ya mencionados anteriormente; posiblemente esto se deba a que el uso de SP604 (mananos oligosacáridos, selenio orgánico, cromo orgánico y extracto de *Yucca schidigera*), en dietas para alevines de trucha arco iris mejora el incremento de peso, biomasa, talla, la conversión alimenticia y la supervivencia, además de la consideración de factores como condiciones climáticas y temperaturas de manejo de las piscinas, (Galecio, F. 2004).

En la regresión para la variable ganancia de peso, que se muestra en el gráfico 5, reporta una línea de tendencia lineal positiva altamente significativa ( $P \leq 0,01$ ), iniciando con un intercepto de 2,97 g y a medida que se adiciona los diferentes niveles de harina de jengibre en la dieta diaria para los alevines incrementa el peso en 0,6382 g, los mismos que se encuentran en dependencia de los niveles en 77,99 %, mientras que el 22,01% depende de factores externos a la investigación, con un  $r =$  de 0,8831 que demuestra una correlación alta.

Para lo cual se aplicó la siguiente ecuación de regresión.

$$\text{Ganancia de peso, kg} = 2,9771 + 0,6382(\text{NJ})$$

#### **4. Tamaño inicial**

En el análisis de la varianza de la variable tamaño inicial de los alevines durante el ensayo, no presentan diferencias estadísticas significativas ( $P \geq 0,05$ ), por efecto de las dietas con la inclusión de los diferentes niveles de harina de jengibre, reportando que los tratamientos T0, T1, T2 (0; 0,2 y 0,4 %), iniciaron con una tamaño de los alevines de 2,67 cm, mientras que la longitud de los alevines en el tratamiento T3 (0,6 %), fue de 2,51 cm y con intervalos entre medias de  $\pm 0,1$ .

#### **5. Tamaño final**

Para el tamaño final, de los alevines alimentados con concentrado más el uso de

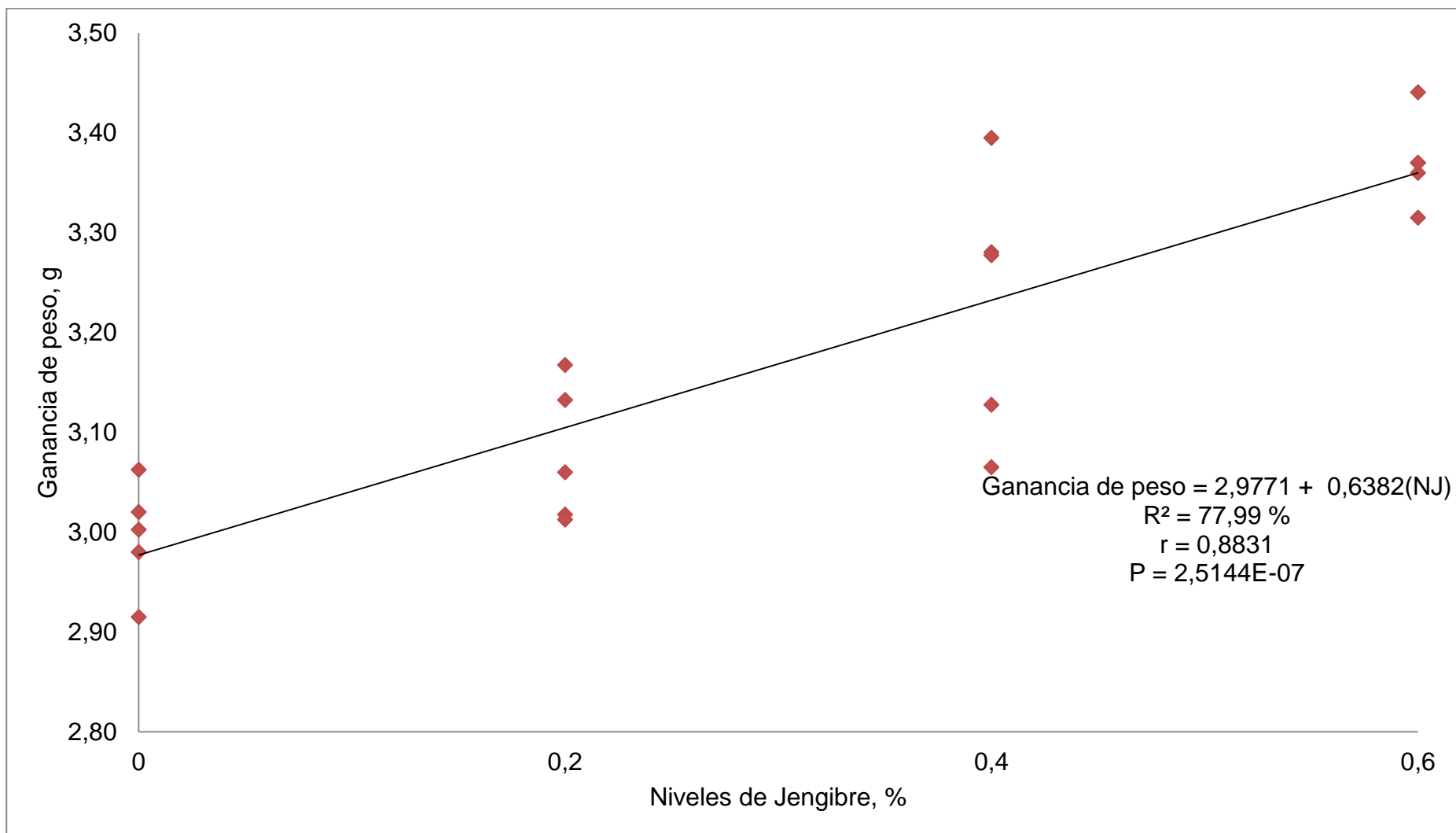


Grafico 5. Análisis de regresión para la variable Ganancia de peso, por el efecto de diferentes niveles de jengibre utilizados en la alimentación de alevines de truchas arco iris.

diferentes niveles de jengibre, presentando diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), siendo la mayor longitud con el T3 (0,6 %), de 6,18 cm, descendiendo 6,01 y 5,91 en el tratamiento T2 y T1 (0,4 y 0,2 %), para finalmente ubicarse el tratamiento control con el menor tamaño de 5,55 cm, con un error estándar de  $\pm 0,04$ .

Datos que al ser comparados con los señalados por Ferrer, S. (2010), ostenta que al aplicar Aniprot (concentrado nutricional reemplazante de la harina de pescado), en dietas alimenticias en la etapa de alevineje, mejora el crecimiento con el nivel 0,2 % con 8,94 cm, datos superiores a los logrados en la presente investigación que fue de 6,18 cm, posiblemente esto se deba a que el Aniprot al ser un reemplazante la harina de pescado en los concentrados es una materia prima con altos contenidos de aceites grasas y omegas 3, que mejoran y aceleran las funciones metabólicas de los peces.

Bustamante, P. (2009), menciona que al utilizar el extracto de levadura en dietas de alevines en fase II con 4%, logra obtener mayor longitud de tamaño con 6,05 cm, guardando relación con la utilización del jengibre con 6,15 cm; posiblemente esto se deba a que las levaduras y la harina de jengibre se caracterizan por un elevado contenido de proteínas y son la fuente principal de vitaminas del complejo B en la naturaleza y contienen minerales de importancia metabólica como el Ca, Mg, Mn, Cr, Se, por lo que pueden ser incorporadas a los sistemas de alimentos para su fortalecimiento nutricional, (Rambla, O. et al. 2007).

Al finalizar la investigación Galecio, F. (2004), alcanzo que el promotor de crecimiento SP604 (mananos oligosacáridos, selenio orgánico, cromo orgánico y extracto de *Yucca schidigera*), demuestra que el mejor nivel fue con 0,25% con 4,8 cm, datos que al contrastar con los de la presente investigación son inferiores a lo que podemos acotar que el usos del jengibre mejora el crecimiento de los alevines, previniendo la presencia de hongos, y bacterias patógenos que puede repercutir en los parámetros productivos.

La regresión para la variable tamaño final, presento una línea de tendencia lineal positiva altamente significativa ( $P \leq 0,01$ ), por lo tanto a medida que incrementa los

niveles de jengibre de 0 a 0,6 %, incrementa el tamaño del animal en 0,99 cm, iniciando con un intercepto de 5,61 cm, con un coeficiente de determinación de 81,14 %, y con un coeficiente de correlación de 0,90, detallado en el (gráfico 6).

Para lo cual se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Tamaño final, cm} = 5,6158 + 0,992(\text{NJ})$$

## **6. Consumo total de alimento**

Al evaluar el consumo total de alimento en los alevines, se observó que los tratamientos, no registraron diferencias significativas entre las medias ( $P \geq 0,05$ ), reportando el mayor consumo numéricamente en el tratamiento con el uso del 0,6 y 0,4 %, con un consumo promedio de 3,47g, posteriormente tratamiento 0,2 % alcanzó un consumo de 3,41 g, y finalmente se manifiesta que el de menor consumo en las dietas suministradas con jengibre fue en las unidades experimentales de tratamiento testigos, con 3,35 g, con una variación entre las media  $\pm 0,07$ .

## **7. Conversión alimenticia**

Al realizar la conversión alimenticia en los alevines en fase II, por efecto de los diferentes niveles de harina de jengibre en las dietas diarias, registraron diferencias estadísticas significativas ( $P \geq 0,01$ ), mostrando mayor eficiencia con la aplicación del 0,6 % (T3), con 1,03, incrementándose a 1,07 con el empleo del nivel 0,2 % (T2), mientras que las conversiones alimenticias menos eficientes fueron al utilizar niveles de 0,2 y 0 % de harina de jengibre con medias de 1,11 y 1,12, respectivamente, con una desviación estándar de  $\pm 0,05$ .

Chaupis, R. (2006), evaluando la conversión alimenticia por efecto de la adición de las enzimas digestivas alcanzó con el nivel 0,3% una conversión de 1,45 puntos, Ferrer, S. (2010), manifiesta que al utilizar Aniprot (concentrado nutricional reemplazante de la harina de pescado), presenta la menor conversión alimenticia con el tratamiento al 15% con 1,17; superando a los niveles del

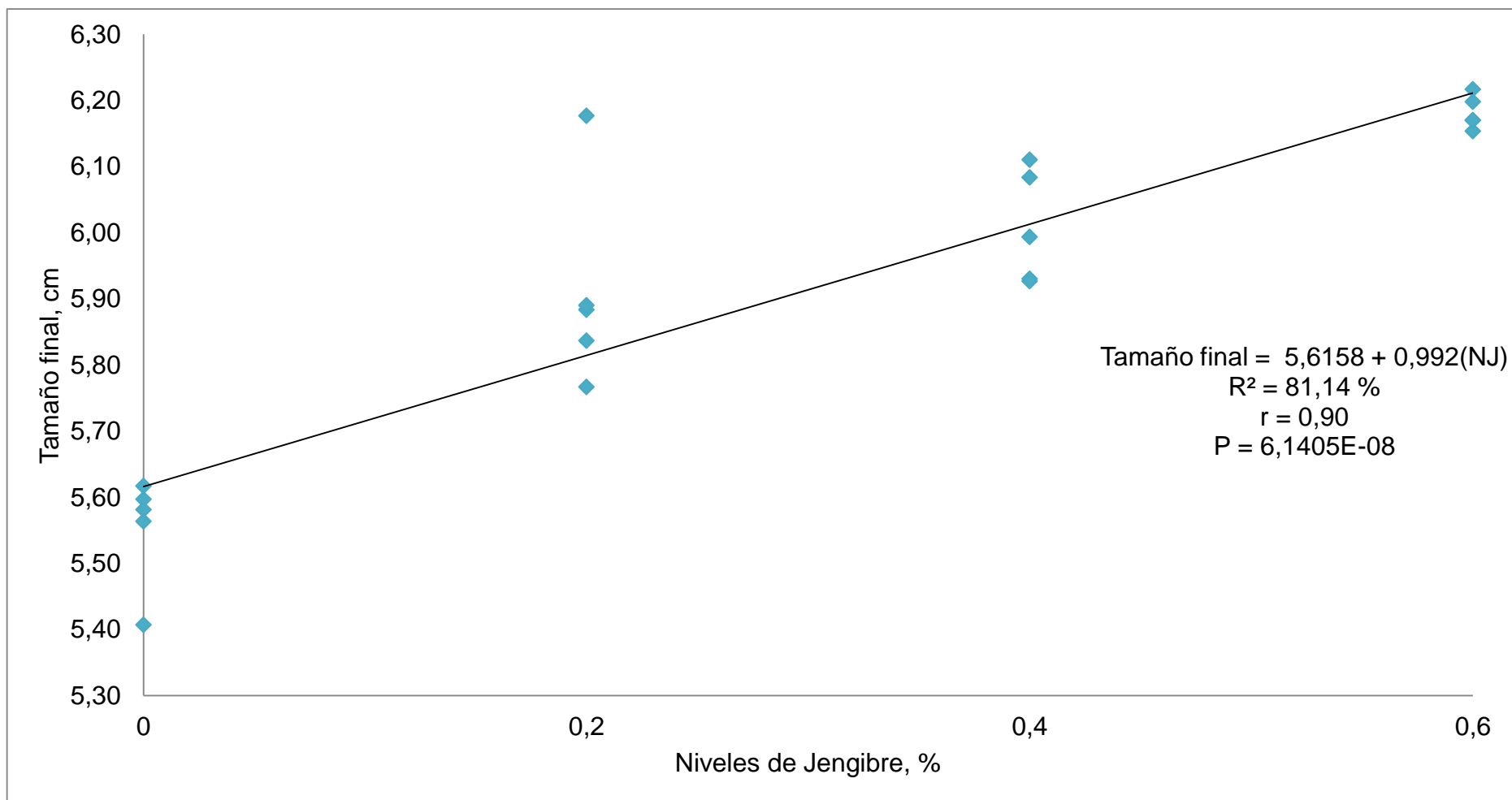


Grafico 6. Análisis de regresión para la variable tamaño final, por el efecto de diferentes niveles de jengibre utilizados en la alimentación de alevines de truchas arco iris.

jengibre de 0,6% con 1,03; posiblemente esto se vea reflejado a que el jengibre al ser un promotor de crecimiento a más de incrementar flora intestinal produce enzimas digestivas que son imprescindibles tanto para la digestión de los macro nutrientes como para la absorción de las vitaminas liposolubles. Una buena digestión aumenta la disponibilidad biológica de los nutrientes, mejora la tolerancia de los alimentos e inhibe la formación de toxinas y otras sustancias desfavorables del tracto digestivo. (Ehren, J. 2009).

Gambini, K. (2004), al usar los mananos oligosacáridos como promotor orgánico en truchas de crecimiento demostraron una conversión de 0,95; Robles, P. (2004), el estudio realizado con la harina de maca demostró que su conversión alimenticia fue 0,88; siendo datos inferiores a los de la presente investigación considerando que los y manonas oligosaridos, han sido utilizados desde hace más de una década como aditivos naturales en la alimentación, ayudan a la protección de las Trucha Arcoiris contra los patógenos de aguas frías.,. La harina de maca contiene aminoácidos, carbohidratos, minerales (calcio, fosforo, zinc, magnesio) vitaminas: B1, F.2, C y E. Ésta actúa en el hipotálamo y las glándulas suprarrenales, por lo que regula los niveles hormonales y tiene un efecto energético, es nutritiva y energética, ofreciendo a su vez sustancias que regulan y estimulan el organismo.

La regresión para la variable conversión alimenticia que se ilustra en el gráfico 7, muestra una línea de tendencia lineal negativa altamente positiva ( $P < 0,01$ ), con un grado de dependencia de 45,42 %, que a medida que se incrementa los niveles de harina de jengibre se disminuye la conversión alimenticia en 0,1482 puntos iniciando con un intercepto de 1,12 puntos, con un coeficiente de correlación de 0,6739. Para lo que se aplicó la siguiente ecuación.

$$\text{Conversión alimenticia} = 1,1268 - 0,1482(NJ)$$

## **8. Mortalidad**

Al calcular el porcentaje de mortalidad se observó que no existen diferencias significativas entre las medias ( $P \leq 0,05$ ), indicando el mayor incremento de

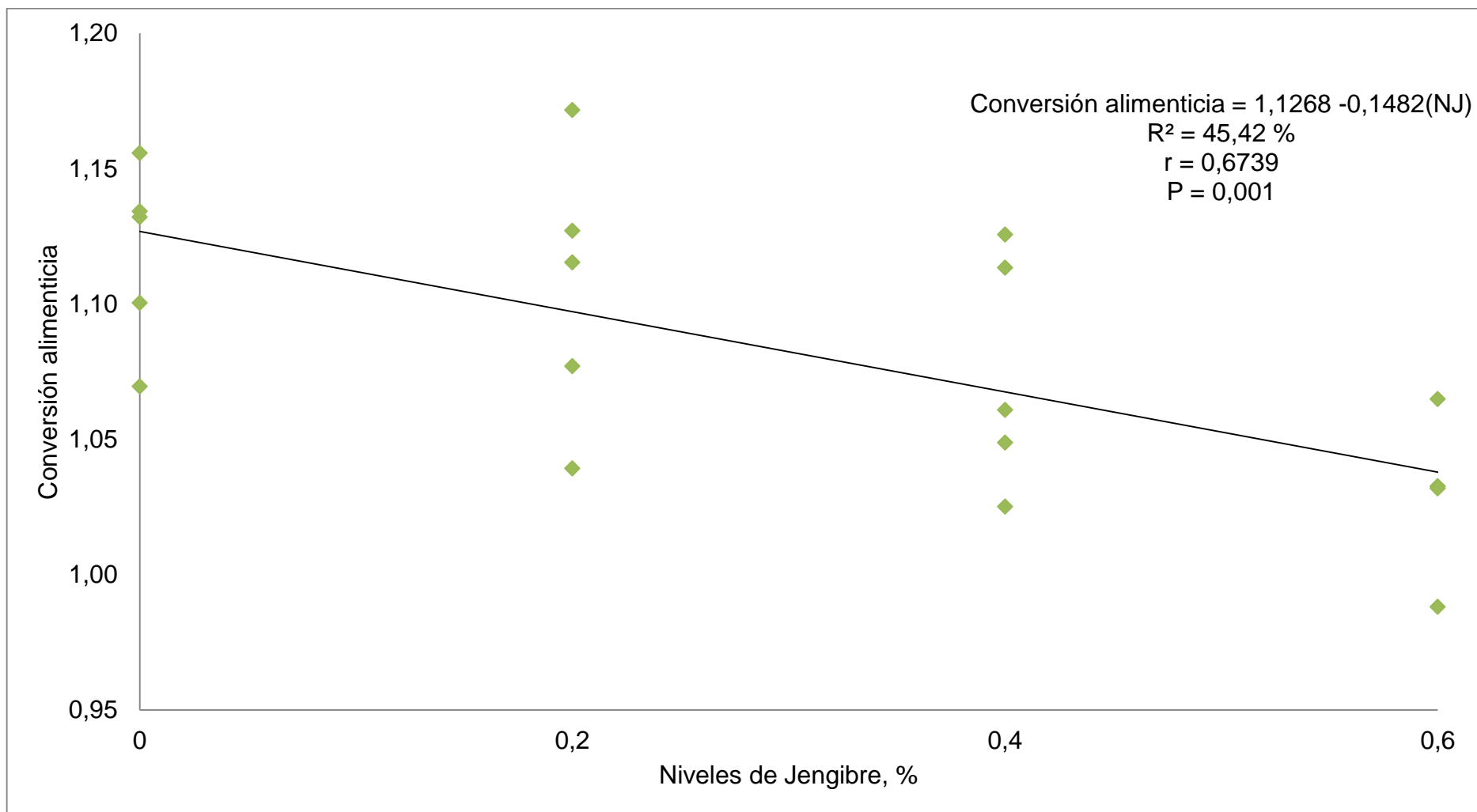


Grafico 7. Análisis de regresión para la variable conversión alimenticia, por el efecto de diferentes niveles de jengibre utilizados en la alimentación de alevines de truchas arco iris.



mortalidad en el T0 y T1 con 8,50 y 8,40% y se considera a los tratamientos T2, T3 con (8,10%), de menor mortalidad, durante la investigación, y a su vez con un error de  $\pm 0,25$ .

Asumiendo que con niveles sobre 0,4 % de harina de jengibre mejora las condiciones de salud y productivas para el desarrollo de los alevines, considerando que una de las propiedades del jengibre es reducir el impacto bacteriano principalmente la presencia de coccidia, a lo que sustenta Suqui, X. (2013), que el jengibre posee polifenol tiene beneficios, dentro de los cuales se puede citar el destruir protozoos patogénicos, además actúa como estimulante en la digestión, el peristaltismo y el tono de la musculatura intestinal, así mantiene el equilibrio microbiano debido a sus principios activos.

Por su parte Llontop, C. (2009), al probar la levadura en la alimentación de los alevines se demostró un promedio de mortalidad con 94% por su parte estudios realizados con el jengibre demostraron resultados similares con el 94% de mortalidad, esto se debe a que los promotores de crecimiento no afectan negativamente en el organismo del animal, más bien ayuda a su digestibilidad protege a la flora intestinal, impidiendo la propagación de algunas enfermedades. Vergara, V. (2010), nos indica que el porcentaje de sobrevivencia al aplicar el Aniprot (concentrado nutricional reemplazante de la harina de pescado) con 15% el índice de mortalidad es mínima con el 99%; es preciso mencionar que las dietas de jengibre con 0,6% con 8,50 en referencia a lo anterior la mortalidad es más alto, es conveniente utilizar el Aniprot (concentrado nutricional reemplazante de la harina de pescado) por lo que no presenta ninguna toxicidad en las dietas alimenticias de los alevines

## **B. ANÁLISIS DE AGUA DE LAS PISCINAS EXPERIMENTALES**

### **1. Temperatura**

Las temperaturas semanales se resumen en el cuadro 16, durante el transcurso del experimento.

Cuadro 16. TEMPERATURAS DE LAS PISCINAS DE CRIA DE ALEVINAJE.

SEMANAS	MEDIA	MÍNIMA	MÁXIMO
1	11	12	10
2	10	9	10
3	14	12	16
4	13	10	15
5	12	11	13
6	11,5	9	14
7	10	8	12
8	9,5	8	11
PROEDIO	11,25		

Fuente: Pesca Deportiva Reina Del Cisne. (2016).

Evaluando las temperaturas semanales se observó T° mínima con 8°C y máxima con 16°C con un promedio de 11,25°C el mismo que se encontraron en las piscinas de los alevines, demostrando que al utilizar el jengibre como promotor de crecimiento no existe alteraciones en las temperaturas del agua, ya que la FAO. (2009), que para el óptimo crecimiento de los alevines de la trucha arco iris ocurren en una gama más estrecha (9 -14 °C), corroborado por. Ghezzi, P. (2014), menciona que a temperaturas de un rango de 1 - 3 existe mortalidad y temperaturas de 4 - 8 presentan un crecimiento lento, las condiciones óptimas para el crecimiento va de 9 - 14 C°, y mayores a 15 - 17C° la velocidad de crecimiento disminuye, y por ende superiores a 18 - 20 causan estrés bajo contenido de oxígeno disuelto.

Según. Masser, P. et al. (1999), a optimas temperaturas el crecimiento de peces es rápida, convierten el alimento eficientemente, y son relativamente más eficiente a varias enfermedades. Además sustenta Blanco, C. (2004), que la trucha en condiciones naturales el pez que puede vivir en aguas comprendidas entre 0 a 25 °C sin embargo, tenemos que decir que los límites entre los cuales su crecimiento y desarrollo son los correctos, corresponden a 9 °C como límite inferior y a 17 °C como límite superior. Los límites inferiores de temperatura tiene menor importancia en cuanto a patologías se refiere y si lo tienen en términos

económicos, pues la actividad de la trucha decrece, no tiene apetito y el índice de crecimiento es mínimo. Mientras que en límites superiores la trucha baja su porcentaje de supervivencia y mayor gasto de energía por defensa del medio hasta llegar a la muerte.

## **2. Análisis químico y del agua**

Los análisis químicos del agua antes y después del experimento se detallan a continuación en el (cuadro 17).

Cuadro 17. ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA, EN LAS PISCINAS DE ALEVINAJE.

PARÁMETROS	ANTES	DESPUÉS
Nitratos, mgN/l	0,07	0,06
Nitritos, mgN/l	< 0,002	< 0,002
Oxígeno Disuelto mg/l	7,25	7,4
PH	6,65	7,7

Fuente: Laboratorio de saneamiento. GADC. (2016).

### **a. Nitratos, mg/l**

Al iniciar la investigación los nitratos obtenidos fueron de 0,07mg/lit y al finalizar el ensayo disminuyó a 0,06 mg/lit, lo que no afecta en el agua al utilizar el jengibre

Lenntech, B. (2016), indica que los niveles de nitrato de entre 0 y 40 ppm son generalmente seguros para los peces, mientras que valores superiores a 80 puede ser tóxico, ya que la concentración del amoníaco afecta el crecimiento, longitud, ganancia de peso, consumo alimenticio, conversión alimenticia en la trucha arco iris.

Blanco, C. (2004), menciona que los nitratos tienen escasa toxicidad para los peces, pero en situaciones anaeróbicas o pobres en oxígeno pueden sufrir un proceso de denitrificación y dar origen a los nitritos que afectan directamente a los parámetros productivos del pez.

#### **b. Nitritos, mg/l**

En el análisis de agua realizado al inicio del trabajo de campo el contenido de nitratos con  $< 0,002$  mg/l, demostrando que en el transcurso de la investigación no presenta alteraciones del agua, por lo que podemos mencionar que no demuestra toxicidad.

Lenntech, B. (2016), indica que los niveles de nitrito superiores a 0,75 ppm en el agua pueden provocar stress en peces y menores de 5 ppm pueden ser tóxicos, causando mortalidades variables en los alevines, retardo del crecimiento parcial o completo, o una alteración funcional.

Los nitritos son compuestos solubles en el agua y resultan de la oxidación del amoníaco con el concurso de ciertas bacterias del substrato, existen en las aguas contaminadas y ofrecen una gran toxicidad para los peces por lo que las aguas que lo contengan deben ser rechazadas para la piscicultura, mitigando pérdidas para el productor por los efectos anteriormente mencionados, dicho por Blanco, C. (2004).

#### **c. Oxígeno Disuelto mg/l**

El oxígeno disuelto en el inicio de la investigación presentó un contenido de 7,25 mg/l y al finalizar el trabajo de campo aumentó a 7,4 mg/l, por tanto estos resultados demuestran ser aceptables en la crianza de los alevines.

Belga, G. (2011), menciona que los requerimientos de oxígeno disuelto favorables para la crianza de alevines van de 8-9 mg/l como óptimos, de 6,5 - 7 son aceptables, valores bajos de 5; 4; 3 mg/l son críticos, en cuanto a la disponibilidad de Oxígeno limita la actividad y crecimiento del animal acuático, y

concentraciones prolongadas a bajas concentraciones de oxígeno reducen el consumo de alimento y crecimiento y son susceptibles a infecciones y enfermedades y a niveles muy bajos causan mortalidades.

Indica Blanco, C. (2004), que las truchas tienen unas exigencias bastante estrictas frente a este factor, que ya por sí tiene carácter limitante para la práctica industrial de este cultivo. Se asume que cuando la concentración de oxígeno es menor a 5 mg/l, encuentran una dificultad para extraerlo del agua, originándose problemas vitales que repercuten económicamente en la explotación; la recomendación de los técnicos es que la concentración de oxígeno en el agua de salida de un estanque de cultivo no debe tener menos de 5,5 mg/l como margen de seguridad biológica.

#### **d. pH**

Resultados obtenidos al inicio de la investigación demuestran resultados 6,65 y al finalizar el estudio se determinaron con un valor de 7,7 del potencial de hidrogeno por lo cual se encuentran en una escala neutra, denominados óptimos para el crecimiento de alevines de truchas arco iris.

Belga, G. (2011), sugiere que para la cría de la trucha arco iris los valores deseables del pH deben estar en un rango de 6,5 a 9 ya que son los más apropiados para la producción, con valores inferiores a 6,5 o mayores a 9,5 la reproducción disminuye, con un pH por debajo de 4 se presenta la muerte ácida de los peces, y por arriba de 11 la muerte alcalina.

En las explotaciones intensivas se puede observar variaciones de pH debido al reciclaje de agua, es por eso que el dióxido de carbono procedente de las respiraciones de los peces contribuyen a una acidificación que puede agravar la situación sanitaria al sufrir los efectos de la concentración de amoníaco total, pues en medios ácidos el proceso de transformación de amoníaco en otros productos no tóxicos, como los nitritos se reduce considerablemente. Por otra parte, el dióxido de carbono disuelto en el agua en estado libre es competitivo con el oxígeno que respira los peces, pudiéndose dar que aguas muy recicladas y

debidamente oxigenadas, los peces no consigan el oxígeno necesario para el metabolismo y desempeño de las funciones vitales, mencionado por Yasuo, S. *et al.* (2002).

### **C. ANALISIS ECONOMICO, POR LA UTILIZACIÓN DEL JENGIBRE COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN LA ALIMENTACIÓN DE ALEVINES DE LA FASE II DE LA TRUCHA ARCO IRIS**

#### **1. Beneficio/costo**

En cuanto a la relación Beneficio/costo en alevines de truchas arco iris, que fueron experimentados con diferentes niveles de jengibre, se logró el mejor beneficio costo con la utilización de 0,6% de harina de jengibre/kg de alimento (T3) de 1,90 USD, lo que significa que por cada dólar gastado durante la investigación de los alevines en la fase II, se obtiene un beneficio neto de 0,90 USD, lo que indica una rentabilidad del 90%; seguidos por los tratamientos 0,4 ,0,2% de harina de jengibre, que se encontraron disponibles en la dieta con un B/C de 1,88 y 186 USD, y por último el menor beneficio costo fue en el tratamiento testigo (T0) con un 1,85 USD, (cuadro 18).

Cuadros 18. ANÁLISIS ECONÓMICOS AL UTILIZAR EL JENGIBRE COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN LOS ALEVINES DE FASE II TRUCHAS ARCO IRIS.

		Niveles de harina de Jengibre (%)			
		0	0,2	0,4	0,6
Número de animales		1250	1250	1250	1250
Costo animales	1	125	125	125	125
Costo alimento:					
Consumo de Concentrado + jengibre	2	16,35	14,92	14,46	13,20
Vitaminas	3	0,50	0,50	0,50	0,50
Sanidad	4	0,5	0,5	0,5	0,5
Mano de obra	5	12,5	12,5	12,5	12,5
<b>TOTAL EGRESOS</b>		<b>154,85</b>	<b>153,42</b>	<b>152,96</b>	<b>151,70</b>
Venta de alevines	6	285,94	286,00	287,19	287,53
<b>TOTAL INGRESOS</b>		<b>285,94</b>	<b>286,00</b>	<b>287,19</b>	<b>287,53</b>
<b>BENEFICIO/COSTO</b>		<b>1,85</b>	<b>1,86</b>	<b>1,88</b>	<b>1,90</b>

1: \$/0,09 cada alevín.

3: \$/ 0,025 por piscina

4: \$/ 0,025 por piscina

5: \$/ 50 por las 20 horas

6: \$/ 0,25 por dedino

3: Costo balanceado según nivel de jengibre:

0 %: \$2,4 cada kg de ms.

0,2% : \$2,5 cada kg de ms.

0,4%: \$2,6 cada kg de ms.

0,6 %: \$2,7 cada kg de ms.

## V. CONCLUSIONES

1. Evaluando los parámetros productivos de los alevines en fase II, con la inclusión del 0,6 % de jengibre en la dieta diaria de los animales, se obtuvo los mayores rendimientos productivos para peso final de 4,10 g; ganancia de peso de 3,37 g, tamaño final de 6,18 cm, una eficiente conversión alimenticia de 1,03 y una baja mortalidad de alevines del 7,94 %.
2. Evaluando la calidad de agua de las piscinas para alevines al inicio y finalización del trabajo experimental se consiguió una temperatura promedio de 11,25 °C, para el contenido de nitratos de 0,07 a 0,06 mgN/l; nitritos < 0,002; oxígeno disuelto de 7,25 incrementándose a 7,4 mg/l y finalmente el pH de 6,65 a 7,7.
3. Al determinar el análisis económico se identificó que el mejor índice de beneficios costos fue de 1,90 USD en el tratamiento T3 en los alevines de la fase II con la alimentación de los diferentes niveles de jengibre, demostrándose que por cada dólar invertido se obtuvo 0,90 centavos con una rentabilidad de 90%.



## **VI. RECOMENDACIONES**

- Utilizar promotores de crecimiento orgánico en la alimentación de los alevines de la fase II de las truchas arco iris, considerando el mejor nivel con el 0,6% de harina de jengibre, incrementando así los parámetros reproductivos. Disminuyendo los costos de alimentación
- Realizar otras investigaciones en las otras fases o estadios fisiológicos de las truchas arco iris, por sus propiedades naturales que favorecen en el desarrollo de los animales, ya que ayuda a la buena digestibilidad, protege su flora intestinal, y sustituye a los productos químicos.
- Socializar la información obtenida en la presente investigación a nivel de Granjas semi-intensivas e intensivas recomendando la utilización de Promotores de crecimiento naturales para mejorar los rendimientos durante las etapas de crecimiento y engorde y reproductoras de truchas arco iris.

## VII. LITERATURA CITADA

- 1 ALDANA, H. 2006. Producción Pecuaria. Tercera Edición. Editorial Acribia. pp. 127-129. ISBN 958-9271-59-6.
- 2 ACOSTA, R., RÍOS, B., RIERADEWALL, M. Y PRAT, N. 2008. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, Madrid 28 (1): pp. 35-64.
- 3 AKOACHERE, TK., NDIP, RN., CHENWI, EB., NDIP, L.M., NJOCK, TE., ANONG, DN. 2002. Antibacterial effect of *Zingiber officinale* and *Garcinia kola* on respiratory tract pathogens. *East Afr Med J* 74. pp. 588-592.
- 4 ALHOMIDAN, A. 2005. Efficacy of using different sources and levels of *Allium cepa*, *Allium Sativum* and *Zingiber officinale* on broiler chicks performance. *Saudi J Biol Sci* 12. pp. 96-102.
- 5 ALLTECH. 2001. Acuicultura. Línea de productos para acuicultura. Publicaciones Kentucky USA.
- 6 BARRA Y LUNA 2010 El Cultivo de Trucha en el Ecuador. Infoacua Subsecretaría de Acuicultura. Guayaquil Vol. 2 N05 pp. 4-6.
- 7 BASTARDO, H., COCHÉ, Z., Y ALVARADO, H. 1988. Manual técnico para el cultivo de truchas en Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Venezuela. pp. 94-96
- 8 BELGA, G. 2011. MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN ACUÍCOLA EN EL CULTIVO DE TRUCHA ARCO IRIS.
- 9 BLANCO, M. 2004. La Trucha: cría industrial. 2 da edición. Ed Mundi- Prensa. Madrid, España, disponible en:  
  
[http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S0301732X2001000200004&scrypt=sci\\_arttext](http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S0301732X2001000200004&scrypt=sci_arttext).

- 10 BRIONES, B. 1994. La crianza de truchas en estanques. Fondo Ecuatoriano Populorum Progressio, regional Latacunga pp. 12.
- 11 BUREAU, D. Y HUA, K. 2010. Toward effective nutritional management of waste outputs in aquaculture, with particular reference to salmonid aquaculture operations. *Aquaculture Research* (41) pp. 777-792.
- 12 BUSTAMANTE, P. 2009. "EFECTO EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN ALEVINES DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*) CON EXTRACTO DE LEVADURA EN LA DIETA".
- 13 CARNEVIA, D., PERRETTA, A., LETAMENDÍA, M., DELGADO, G. 2009. "Manual de prevención de enfermedades en organismos acuáticos de cultivo". Facultad de Veterinaria (UDELAR)- DINARA- Proyecto FAO UTF/URU/025/URU. v. 200, pp. 62.
- 14 CHAUPIS, R. 2006. "EFECTO DE LA ADICIÓN DE CUATRO NIVELES DE ENZIMAS DIGESTIVAS EN DIETAS DE CRECIMIENTO PARA TRUCHAS ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*)".
- 15 CHO, Y.Y BUREAU, D. 1991 Bioenergética en la formulación de dietas y estándares de alimentación para la acuicultura de salmónidos: Principios, métodos y aplicaciones. Fish Nutrition Research Laboratory, Guelph, Ontario, Canadá. *Avances en Nutrición Acuícola III*, pp. 33- 64.
- 16 CISNEROS, F. 2003. Manejo de Cuencas Hídricas en el Ecuador. In: *Experiencias del Programa de agua y suelo, de la Universidad de Cuenca*. Ayón H. Y Puchacela A. Ed. Espol, Guayaquil, pp. 48-50.
- 17 CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION 2002. Joint FAO/WHO Food Standards Program. Codex Committee on fish and Fishery Products. 23, 24 Y 25 sessions.
- 18 DELGADILLO MAYTA, C. 2012. La Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus Mykiss*) En Lagunas Tropicales Altoandinas de los Departamentos de La Paz, Potosí Y Cochabamba (Bolivia): Situación Actual y Recomendaciones para un Aprovechamiento Efectivo. Universidad Mayor De San Simón.,

Cochapamba – Bolivia.

- 19 EHREN J, MORO'N B, MARTIN E. A. 2009. Food-Grade Enzyme Preparation with Modest Gluten Detoxification Properties. PLoS ONE 4(7):e6313. doi:10.1371/journal.pone.0006313.
- 20 FAO. 1994. Las pesquerías de aguas continentales frías en América Latina. COPESCAL Documento ocasional N0 7. Roma, pp. 1, 10-14.
- 21 FAO, 2008. “El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008”. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. ISBN 978-92-5-306029-0.
- 22 FAO, 2012. Programa de información de especies acuáticas. *Oncorhynchus mykiss*. Programa de información de especies acuáticas. Texto de Cowx, I. G. In: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO.
- 23 FAO, 2011. Desarrollo de la acuicultura. Enfoque ecosistémico a la acuicultura. FAO Orientaciones Técnicas para la pesca responsable. Roma No 5, Supl. 4. 60 sp.
- 24 FAO, 2001. Aquaculture Development. 1. Good Aquaculture Feed Manufacturing Practice. FAO Technical Guide for Responsible Fisheries No. 5, Suppl. 1. 47 pp.
- 25 FAO. 2009. *Oncorhynchus mykiss*. In Cultured aquatic species fact sheets. Text by Cowx, I. G. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New. CD-ROM (multilingual).  
  
[ftp://ftp.fao.org/Fi/CDrom/aquaculture/I1129m/file/es/es\\_rainbowtrout.htm](ftp://ftp.fao.org/Fi/CDrom/aquaculture/I1129m/file/es/es_rainbowtrout.htm)
- 26 FAO/WHO. 1996. Draft principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment.
- 27 Ferrer, S., Percy Bustamante G. y Víctor Vergara R. 2010. EVALUACIÓN DEL CONCENTRADO NUTRICIONAL ANIPROT (CONCENTRADO NUTRICIONAL REEMPLAZANTE DE LA HARINA DE PESCADO) EN DIETAS DE ALEVINES DE LA TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus*

mykiss).

- 28 GARCÍA, A. Y CALVARIO, O. 2003. "Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Trucha para la Inocuidad Alimentaria". CIAD, A.C.
- 29 GAMBINI, k. 2004. EVALUACIÓN DEL PROMOTOR DE CRECIMIENTO ORGÁNICO SP6041 EN DIETAS DE ALEVINES DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*).
- 30 GHEZZI, P. 2014. Ministerio de agricultura. Crianza de Manual de Trucha en Ambientes Convencionales. Disponible en: [http://www.fondepes.gob.pe/src/manuales/MANUAL\\_TRUCHA.pdf](http://www.fondepes.gob.pe/src/manuales/MANUAL_TRUCHA.pdf).
- 31 GONDOY, M. 2002. La Truchicultura. Primera reimpresión producciones GAMA. 2002. Ayacucho-Perú. pp: 9-14.
- 32 IDROVO, R., 2008. Estadística Productiva de la Trucha en Ecuador según Censo Piscícola año 2006. Revista ACUIESPE 2008. 6-9.
- 33 IMAKI, A., 2003. Manual de Manejo y Crianza de Trucha arco iris. Quito: GD.
- 34 KILLEN, J. 1994. 4ta Ronda Latinoamericana en Biotecnología. Oligosacáridos mananos: polimeros naturales que poseen impactos significativos en la microflora gastrointestinal y en el sistema inmune. Lima, Perú.
- 35 LEITRITZ, E., Y LEWIS, R. 1980. Cultivo de trucha y salmón (Métodos de pesca), Cal. Fish bull. 164-197.
- 36 LENNTECH B. 2016. All rights reserved nitritos y nitratos disponible en: <http://www.lenntech.es/services/services.htm>
- 37 LOPEZ-ÁLVAREZ, J. V. 1984. Observaciones sobre la alimentación natural de la trucha común (*Salmo trutta fario* L.) en algunos ríos de la Cuenca del Duero. Limnetica.
- 38 LLONTOP, V. (2009). "EFECTO EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO

EN ALEVINES DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*) CON  
EXTRACTO DE LEVADURA EN LA DIETA.

- 39 MAGAP. 2015. Programa de piscicultura, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador. Recuperado de: <http://www.agricultura.gob.ec/>. (Consultado: noviembre, 2015.).
- 40 MASSER, M.P. J. RAKOCY AND T.M. LOSORDO. 1999. Recirculating aquaculture tank production systems: Management of recirculating systems. Southern Regional Aquaculture Center Pub. SRAC-452.
- 41 MEDINA, J. 1993. AQUILA II. Problemas en la cuantificación de residuos y antibióticos en tejidos de peces. 241,245pp.
- 42 MENDOZA, R. Y PALOMINO, A. 2004. "Manual de Cultivo de Trucha Arco Iris en jaulas flotantes", Fondo Nacional de Desarrollo pesquero y Agencia Española de cooperación Internacional, Lima Perú.
- 43 MICIP-CENIAC 2006. Primer censo criaderos piscícolas de trucha Arcoíris. Ministerio de Industrias Comercialización y Pesca del Ecuador.
- 44 MORALES, E. Y CÁCERES, J. 2006. "Alcances para la producción de trucha en jaulas artesanales". Redes Sostenibles para la Seguridad alimentaria CARE PERU. Huancane Puno.
- 45 NUÑEZ, P. Y SOMOZA, G. 2010 Guía de Buenas Prácticas de Producción Acuícola para Trucha Arco iris. Dirección Nacional de Sanidad Animal, SENASA, PAFIS. Agencia de Desarrollo Económico del Neuquen, Buenos Aires pp.15-21.
- 46 OWAGA, H. Y SALAZAR, J. 1992. Reproducción de trucha arco iris. Centro de Desarrollo Piscícola y Enseñanza Técnica del Altiplano "Tiquina-Pongo". 35 pp.
- 47 PALMA, A., FIGUEROA, R., RUIZ, V., ARAYA, E. Y BERRÍOS, P. 2002 Composición de la dieta de *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792) (Pisces: Salmonidae) en un sistema fluvial de baja intervención

- antrópica: Estero Nonguen, VIII región, Chile. *Gayana*, 66 (2): 129 – 139.
- 48 PAKRASHI, A. 2003, “Ginger; a versátil healing herb”, New Delhi, India, pp. 20 – 30.
- 49 PÉREZ CARRASCO, L., PENMAN, D., Y BROMAGE, N. 1999. Parámetros Morfométricos de Interés Comercial en Trucha Arcoiris Triploide, *Oncorhynchus mykiss*. Escocia: University of Stirling.
- 50 PHILLIPS, V., TSCHIDA, R., HERNANDEZ, M. AQUINO MARTÍNEZ, G. 2010. Manual básico para El cultivo de Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). <http://www.uwsp.edu/cnr/gem/MANUAL%20BASICO%20PARA%20EL%20CULTIVO%20DE%20TRUCHA%20ARCO%20IRIS-1.pdf>.
- 51 PINEDA, H., JARAMILLO, J., ECHEVERRI, D., Y OLIVERA, M. 2003. Triploidía en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*): posibilidades en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 17(1), 45-52.
- 52 POMIANO, CH. 2000. EVALUACIÓN DE LA ADICIÓN DE TRES NIVELES DE LEVADURA DE CERVEZA SECA (*Saccharomyces cerevisiae*) PARA DIETAS DE INICIO EN TRUCHAS ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*)”.
- 53 RAMBLA, O. MIGUEL A.; CABELLO BALBÍN, AGUSTÍN J. 2007. Procesamiento de levadura para la obtención de derivados. Diferentes alternativas ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. XLI, núm. 1, pp. 2-11 Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar Ciudad de La Habana, Cuba. Disponible en la página, 7.
- 54 RIOS, J. Y UBIDIA, W. 2014. Evaluación de los parámetros de crecimiento y supervivencia de alevines de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) con dietas enriquecidas con tres aceites esenciales; jengibre (*Zingiber officinale*), cúrcuma (*Curcuma longa*) y hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) (Tesis de grado) UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO, Quito, Ecuador. 102 pp.

- 55 ROMERO Y PONCE 2009 Caracterización y propuesta técnica de la acuicultura en el sector de El Cajas, Provincia del Azuay. Tesis de grado, Espol, Guayaquil pp.68-70,82.
- 56 SHIVA, C., BERNAL, S., SAUVAIN, M., CALDAS, J., KALINOWSKI, J., FALCÓN, N. ROJAS, R. 2012. Evaluación del aceite esencial de orégano (*origanum vulgare*) y extracto deshidratado de jengibre (*zingiber officinale*) como potenciales promotores de crecimiento en pollos de engorde. *Rev Inv Vet Perú*; 23 (2): 160-170.
- 57 SUAREZ, R. (2011). Propiedades del Jengibre. <http://www.salud180.com/nutrición-y-ejercicio/10-propiedades-del-jengibre>.
- 58 SUQUI, X. (2013), "Evaluación De Los Efectos Productivos Al Implementar Un Coccidiostato Natural *Zingiber Officinale* (Jengibre) En La Producción De Pollos Broilers".pp. 23.
- 59 VÁSQUEZ, O. 2001. EXTRACION Y CARACTERIZACION DEL ACEITE ESENCIAL DE JENGIBRE (*zingiber officinale*).
- 60 YASUO, S., YOSHIMURA, T., BARTELL, P.A., IIGO, M., MAKINO, E., OKABAYASHI, N., EBIHARA, S. (2002) Effect of melatonin administration on *qPer2*, *qPer3*, and *qClock* gene expression in the suprachiasmatic nucleus of Japanese quail. *Eur. J. Neurosci.* 16:1541-1546.
- 61 ZEGARRA, O. 2003. "EVALUACIÓN DE TRES PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN ALIMENTO BALANCEADO PARA ALEVINES DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*) Y SU EFECTO EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO".



# **ANEXOS**

Anexo 1. Peso inicial (gr), por efecto de los diferentes niveles de jengibre como promotor de crecimiento en alimentación de los alevines, en la fase II.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Jengibre	REPETICIONES					SUMA
	I	II	III	IV	V	
0	0,73	0,70	0,68	0,72	0,67	3,5
0,2	0,66	0,74	0,75	0,74	0,68	3,57
0,4	0,75	0,69	0,70	0,71	0,67	3,52
0,6	0,73	0,75	0,62	0,77	0,65	3,52

## ADEVA

F.VAR	G.L	S.CUAD	S.CMEDIO	FISHER			E.E	PROB
				CAL	0,05	0,01		
TOTAL	19,00	0,0305						
NIVELES DE JENGIBRE	3	0,0005	0,000178	0,09524	3,24	5,29	0,019352	0,96
ERROR	16,00	0,0300	0,001873					
C.V%			6,133578					
MEDIA			0,71					

## SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

NIVELES DE JENGIBRE	MEDIA	TUKEY
0	0,70	a
0,2	0,71	a
0,4	0,70	a
0,6	0,70	a

Anexo 2. Peso final (gr), por efecto de los diferentes niveles de jengibre como promotor de crecimiento en alimentación de los alevines, en la fase

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Jengibre	REPETICIONES					SUMA
	I	II	III	IV	V	
0	3,65	3,68	3,70	3,72	3,73	18,48
0,2	3,77	3,70	3,87	3,77	3,80	18,91
0,4	3,73	4,02	3,88	4,02	4,08	19,72
0,6	4,09	4,12	4,12	4,09	4,09	20,51

## ADEVA

F.VAR	G.L	S.CUAD	S.CMEDIO	FISHER			E.E	PROB
				CAL	0,05	0,01		
TOTAL	19,00	0,58						
NIVELES DE JENGIBRE	3,00	0,48	0,16	25,36	3,24	5,29	0,04	0,0000
ERROR	16,00	0,10	0,01					
C.V%			2,05					
MEDIA			3,88					

## SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

NIVELES DE JENGIBRE	MEDIA	TUKEY
0	3,70	c
0,2	3,78	c
0,4	3,94	b
0,6	4,10	a

Anexo 3. Ganancia de peso (gr), por efecto de los diferentes niveles de jengibre como promotor de crecimiento en alimentación de los alevines, en la fase

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Jengibre	REPETICIONES					SUMA
	I	II	III	IV	V	
0	2,92	2,98	3,02	3,00	3,06	14,98
0,2	3,02	3,01	3,17	3,06	3,13	15,39
0,4	3,07	3,28	3,13	3,28	3,40	16,146
0,6	3,36	3,37	3,37	3,32	3,44	16,856

### ADEVA

F.VAR	G.L	S.CUAD	S.CMEDIO	FISHER			E.E	PROB
				CAL	0,05	0,01		
TOTAL	19,00	0,52						
NIVELES DE JENGIBRE	3,00	0,41	0,14	20,24	3,24	5,29	0,04	0,0000
ERROR	16,00	0,11	0,01					
C.V%			2,60					
MEDIA			3,17					

### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

NIVELES DE JENGIBRE	MEDIA	TUKEY
0	3,00	c
0,2	3,08	c
0,4	3,23	b
0,6	3,37	a

Anexo 4. Tamaño inicial (cm), por efecto de los diferentes niveles de jengibre como promotor de crecimiento en alimentación de los alevines, en la fase

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Jengibre	REPETICIONES					SUMA
	I	II	III	IV	V	
0	2,57	2,81	2,91	2,45	2,61	13,35
0,2	2,57	2,81	2,91	2,45	2,61	13,35
0,4	2,57	2,81	2,91	2,45	2,61	13,35
0,6	2,14	2,69	2,69	2,69	2,34	12,556

## ADEVA

F.VAR	G.L	S.CUAD	S.CMEDIO	FISHER			E.E	PROB
				CAL	0,05	0,01		
TOTAL	19,00	0,78						
NIVELES DE JENGIBRE	3,00	0,09	0,03	0,74	3,24	5,29	0,09	0,54
ERROR	16,00	0,68	0,04					
C.V%			7,85					
MEDIA			2,63					

## SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

NIVELES DE JENGIBRE	MEDIA	TUKEY
0	2,67	a
0,2	2,67	a
0,4	2,67	a
0,6	2,51	a

Anexo 5. Tamaño final (cm), por efecto de los diferentes niveles de jengibre como promotor de crecimiento en alimentación de los alevines, en la fase II.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Jengibre	REPETICIONES					SUMA
	I	II	III	IV	V	
0	5,60	5,58	5,56	5,62	5,41	27,764
0,2	5,88	5,77	6,18	5,89	5,84	29,553
0,4	5,99	6,11	5,93	5,93	6,08	30,043
0,6	6,15	6,17	6,17	6,20	6,22	30,908

## ADEVA

F.VAR	G.L	S.CUAD	S.CMEDIO	FISHER			E.E	PROB
				CAL	0,05	0,01		
TOTAL	19,00	1,21						
NIVELES DE JENGIBRE	3,00	1,05	0,35	35,62	3,24	5,29	0,04	0,00
ERROR	16,00	0,16	0,01					
C.V%			1,68					
MEDIA			5,91					

## SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

NIVELES DE JENGIBRE	MEDIA	TUKEY
0	5,55	c
0,2	5,91	b
0,4	6,01	b
0,6	6,18	a

Anexo 6. Consumo total (gr), por efecto de los diferentes niveles de jengibre como promotor de crecimiento en alimentación de los alevines, en la fase II.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Jengibre	REPETICIONES					SUMA
	I	II	III	IV	V	
0	3,30	3,38	3,23	3,47	3,37	16,75
0,2	3,25	3,36	3,57	3,18	3,67	17,03
0,4	3,45	3,48	3,28	3,36	3,78	17,35
0,6	3,32	3,48	3,48	3,53	3,55	17,36

## ADEVA

F.VAR	G.L	S.CUAD	S.CMEDIO	FISHER			E.E	PROB
				CAL	0,05	0,01		
TOTAL	19,00	0,44						
NIVELES DE JENGIBRE	3,00	0,05	0,02	0,71	3,24	5,29	0,07	0,56
ERROR	16,00	0,38	0,02					
C.V%			4,53					
MEDIA			3,42					

## SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

NIVELES DE JENGIBRE	MEDIA	TUKEY
0	3,35	a
0,2	3,41	a
0,4	3,47	a
0,6	3,47	a

Anexo 7. Conversión alimenticia (gr), por efecto de los diferentes niveles de jengibre como promotor de crecimiento en alimentación de los alevines, en la fase II.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Jengibre	REPETICIONES					SUMA
	I	II	III	IV	V	
0	1,13	1,13	1,07	1,16	1,10	5,592
0,2	1,08	1,12	1,13	1,04	1,17	5,5304
0,4	1,13	1,06	1,05	1,03	1,11	5,3738
0,6	0,99	1,03	1,03	1,06	1,03	5,1501

## ADEVA

F.VAR	G.L	S.CUAD	S.CMEDIO	FISHER				E.E	PROB
				CAL	0,05	0,01			
TOTAL	19,00	0,05							
NIVELES DE JENGIBRE	3,00	0,02	0,01	4,95	3,24	5,29	0,02	0,01	
ERROR	16,00	0,03	0,00						
C.V%			3,66						
MEDIA			1,08						

## SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

NIVELES DE JENGIBRE	MEDIA	TUKEY
0	1,12	a
0,2	1,11	a
0,4	1,07	ab
0,6	1,03	b



Anexo 8. Mortalidad (%), por efecto de los diferentes niveles de jengibre como promotor de crecimiento en alimentación de los alevines, en la fase II.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Jengibre	REPETICIONES					SUMA
	I	II	III	IV	V	
0	9.15	8.40	8.00	8.56	8.40	42.51
0,2	8.40	8.00	8.40	8.80	8.80	42.4
0,4	8.00	8.10	8.00	7.20	9.20	40.5
0,6	8.56	7.20	8.80	7.80	7.60	39.96

## ADEVA

F.VAR	G.L	S.CUAD	S.CMEDIO	FISHER			E.E	PROB
				CAL	0.05	0.01		
	19.00	6.00						
NIVELES DE JENGIBRE	3.00	1.02	0.34	1.09	3.24	5.29	0.25	0.38
ERROR	16.00	4.98	0.31					
C.V%			6.75					
MEDIA			8.27					

## SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

NIVELES DE JENGIBRE	MEDIA	TUKEY
0	8.50	a
0,2	8.48	a
0,4	8.10	a
0,6	7.99	a