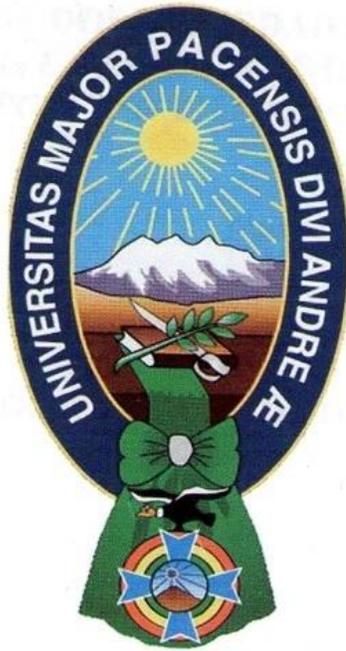


UNIVERSIDAD MAJOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EVALUACION DE DOS TIPOS DE ALIMENTOS EN ALEVINOS DE TRUCHA
ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*), EN ESTANQUES EN LA COMUNIDAD
PONGO B2, PROVINCIA INQUISIVI**

Beatriz Patzi Saire

LA PAZ - BOLIVIA

2013

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACION DE DOS TIPOS DE ALIMENTOS EN ALEVINOS DE TRUCHA
ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*), EN ESTANQUES EN LA COMUNIDAD
PONGO B2, PROVINCIA INQUISIVI**

*Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el Título
de Ingeniero Agrónomo*

Beatriz Patzi Saire

ASESOR:

Ing. M.Sc. Eddy Diego Gutiérrez Gonzales

Ing. Miguel Ángel Soria López

TRIBUNAL EXAMINADOR:

Dr. M.Sc. Marcelo Gantier Pacheco

Ing. M. Sc. Víctor Castañón Rivera

Ing. M. Sc. Héctor Cortez Quispe

Presidente Tribunal Examinador

APROBADA

2013

INDICE GENERAL

Contenido	Pagina
Índice general.....	i
Índice de cuadros.....	v
Índice de figuras.....	vi
Índice de anexos.....	vii
Dedicatoria.....	viii
Agradecimiento.....	ix
Resumen.....	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Origen y distribución geográfica.....	3
2.2 Introducción de la trucha arco iris en Bolivia.....	3
2.3 Características generales de la trucha.....	3
2.3.1 Descripción taxonómica.....	4
2.3.2 Características externas.....	4
2.3.3 Características internas.....	6
2.3.3.1 Aparato digestivo.....	6
2.4 Alimentación.....	9
2.4.1 Alimento natural.....	9
2.4.2 Alimento balanceado.....	9
2.4.2.1 Tipos de alimento balanceado.....	10

2.5	Requerimientos nutricionales de la trucha.....	14
2.5.1	Proteína.....	14
2.5.2	Lípidos.....	14
2.5.3	Carbohidratos.....	15
2.5.4	Vitaminas.....	15
2.5.5	Minerales.....	15
2.6	Calidad del agua.....	15
2.6.1	Parámetros físico-químicos del agua para la truchicultura.....	16
2.6.1.1	Temperatura.....	16
2.6.1.2	Transparencia.....	16
2.6.1.3	Oxígeno disuelto.....	16
2.6.1.4	Potencial de hidrogeno.....	17
2.6.1.5	Dióxido de carbono.....	18
2.6.1.6	Dureza total.....	18
2.7	Enfermedades.....	19
2.7.1	Síntomas que evidencian alguna enfermedad.....	19
2.7.1.1	Enfermedades no infecciosas.....	20
2.7.1.2	Enfermedades infecciosas.....	20
3.	LOCALIZACIÓN.....	22
3.1	Localización y Ubicación Geográfica.....	22
3.2	Materiales.....	23
3.2.1	Material biológico.....	23
3.2.2	Reactivos.....	23
3.2.3	Material de campo.....	23
3.2.4	Material de gabinete.....	24
3.3	Metodología.....	24
3.3.1	Dimensiones del estanque.....	24

3.3.2	Desinfección de los estanques.....	24
3.3.3	Llenado de agua a los estanques.....	25
3.3.4	Distribución de los alevinos.....	25
3.4	Análisis de agua.....	26
3.4.1	Análisis de oxígeno disuelto.....	26
3.4.2	Medición de pH.....	26
3.4.3	Medición de temperatura.....	26
3.5	Alimento.....	27
3.5.1	Alimento balanceado.....	27
3.5.1.1	Cantidad de alimento.....	27
3.5.1.2	Periodo de alimentación.....	28
3.5.1.3	Frecuencia de alimentación.....	28
3.6	Control de crecimiento.....	28
3.7	Sanidad y limpieza.....	29
3.8	Evaluación estadística.....	30
3.9	Variables de respuesta.....	31
3.9.1	Crecimiento.....	31
3.9.1.1	Peso.....	31
3.9.1.2	Longitud.....	31
3.9.2	Ganancia absoluta de peso.....	31
3.9.3	Conversión alimenticia.....	31
3.9.4	Factor de condición.....	32
3.9.5	Mortalidad.....	32

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1 Parámetros físico - químicos del agua.....	33
4.1.1 Temperatura.....	33
4.1.2 Comportamiento del potencial de hidrogeno pH.....	34
4.1.3 Contenido de oxigeno disuelto.....	35
4.2 Crecimiento.....	36
4.2.1 Peso promedio de los alevinos por tipo de alimento.....	36
4.2.1.1 Análisis de regresión y correlación simple para el peso de los alimentos Naltech y Purina.....	38
4.2.2 Variación de la longitud corporal.....	39
4.2.2.1 Regresión cuadrática para longitud para tipos de alimentos (cm).....	41
4.3 Ganancia absoluta de peso.....	41
4.4 Conversión alimenticia.....	43
4.5 Factor de condición.....	46
4.6 Mortandad.....	48
4.7 Análisis económico parcial.....	49
4.7.1 Relación Beneficio Costo.....	49
5. CONCLUSIONES.....	52
6. RECOMENDACIONES.....	54
7. LITERATURA CITADA.....	56
8. ANEXOS.....	59

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Ingredientes del alimento balanceado.....	10
Cuadro 2. Tipo de alimento y tamaño.....	13
Cuadro 3. Valores de Oxígeno disuelto para la trucha.....	17
Cuadro 4. Niveles de pH del agua para crianza de truchas “Arco Iris”.....	18
Cuadro 5. Factor de condición para peces.....	32
Cuadro 6. Prueba de “t”, comparación de medias para el peso por el tipo de alimento.....	36
Cuadro 7. Prueba de “t” para comparación de medias para la longitud de Naltech y Purina (cm).....	39
Cuadro 8. Prueba de “t” de comparación de medias para la ganancia absoluta de peso según el tipo de alimento.....	42
Cuadro 9. Prueba de “t” para comparación de medias para la conversión alimenticia.....	44
Cuadro 10. Prueba de “t” para medias de dos muestras emparejadas.....	46
Cuadro 11. Mortalidad registrada de los alevinos.....	48
Cuadro 12. Relación Beneficio Costo.....	49
Cuadro 13. Análisis económico de Beneficio Costo.....	50

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Partes externas de la trucha.....	6
Figura 2. Presentación del alimento balanceado.....	11
Figura 3. Maquinaria que elabora el alimento extruido pelletizado.....	12
Figura 4. Proceso de elaboración del alimento extruido.....	12
Figura 5. Ubicación geográfica de Pongo B2.....	22
Figura 6. Vista Panorámica del lugar de estudio	23
Figura 7. Llenado de agua a los estanques.....	25
Figura 8. Alevinos de trucha Arco Iris.....	26
Figura 9. Cálculo y pesaje de la cantidad de alimento	27
Figura 10. Suministro del alimento.....	28
Figura 11. Toma de medidas morfométricas utilizadas	29
Figura 12. Limpieza de los estanques.....	30
Figura 13. Comportamiento de la Temperatura media del agua (°C).....	33
Figura 14. Comportamiento del pH en la evaluación.....	34
Figura 15. Contenido de Oxígeno disuelto en el Agua.....	35

Figura 16. Peso promedio de los alevinos por tipo de alimento.....	37
Figura 17. Curvas de crecimiento del peso en función al tiempo de estudio....	38
Figura 18. Longitud de alevinos por tipo de alimentos (cm).....	40
Figura 19. Regresión y Correlación simple para Naltech y Purina longitud (cm).....	41
Figura 20. Ganancia Absoluta de Peso.....	43
Figura 21. Conversión Alimenticia de los alevinos por el tipo de alimento.....	45
Figura 22 Factor de condición de alevinos según tipo de alimentos.....	47
Figura 23. Mortandad de los alevinos.....	48
Figura 24. Porcentaje de mortalidad por el tipo de alimento.....	49

INDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Formulación de ingredientes para los dos tipos de alimento.....	60
Anexo 2. Tabla de alimentación – elaborado por Leitritz (1960).....	62
Anexo 3. Datos promedio de los dos tipos de alimento registrados durante la Investigación.....	63
Anexo 4. Calculo de la Ganancia Absoluta de Peso promedio.....	63
Anexo 5. Calculo de la Conversión Alimenticia promedio de los alevinos de trucha.....	64
Anexo 6. Calculo del Factor de Condición promedio para los alevinos de Trucha.....	64
Anexo 7. Costos parciales de producción.....	65
Anexo 8. Desinfección de los estanques con hipoclorito de sodio.	66
Anexo 9. Llenado de agua a los estanques.....	66
Anexo 10. Conteo y verificado del ingreso de sedimentos a los estanques.....	67
Anexo 11. Selección de los reproductores.....	67
Anexo 12. Extracción de sedimentos de las tuberías de salida del agua.....	68
Anexo 13. Tratamiento de truchas enfermas.....	68

Con todo cariño dedicado a:

*Sincero agradecimiento a DIOS padre celestial, por darme
La vida para vivir con mis seres queridos, a mí
padre Lucio Patzi Patty y Josefina Saire Apaza,
quienes me apoyaron con moral y sacrificio amor
incondicionalmente y económico en mi formación
personal y profesional.*

A mi hijito querido Jarold Oliver Maydana Patzi.

*A mi querida familia por apoyarme en momentos de
Dificultad y por compartir siempre su confianza, amor
todo moral que me brindaron incondicionalmente, mis
hermanas Maria Luisa, Ninoska, Monica y mis
hermanos Iver, Jose Luis, Diego Ariel, quienes me
incentivaron siempre, a mis tios Natalio y Felipe.*

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a las siguientes instituciones y personas que directamente o indirectamente incidieron en la culminación de la tesis de grado.

- *A la Universidad Mayor de San Andrés a la Facultad de Agronomía por haberme acogido y formado en sus aulas durante los años de estudio y el plantel docente por los conocimientos impartidos durante mi carrera universitaria.*
- *La fundación Latinoamericana Fortaleza por haberme permitido realizar mi tesis con el proyecto introducción y comercialización de la trucha en estanques Municipio de Quime.*
- *A la Honorable Alcaldía Municipal de Quime que con su apoyo constante en la supervisión y refaccionamiento de los estanques hicieron posible la culminación del trabajo en campo.*
- *Agradecer infinitamente a mis asesores Ing. M.Sc. Eddy Diego Gutiérrez Gonzales y Ing. Miguel Ángel Soria López, quienes supieron apoyar incondicionalmente, desde la idea inicial con sus sugerencias he recibido su valiosa orientación teórica y metodológica, así como el asesoramiento, sugerencias, revisión y corrección en la realización y redacción.*
- *A los tribunales revisores Dr.M.Sc. Marcelo Gantier Pacheco, Ing. M. Sc. Víctor Castañón Rivera y Ing. M.Sc. Héctor Cortez Quispe que con sus sugerencias participaron en la elaboración del presente trabajo de investigación.*
- *Un agradecimiento muy especial al Ingeniero Pesquero de la UNA-PUNO, Ing.Mg.Sc. Jose David Velezvia Diaz, el cual me apoyo con sus conocimientos.*
- *A mis compañeros de la universidad Javier Yana, Rafael Vacarreza, Betza Calle Tuco, Irene Ramírez y su esposo René, Ángela Amachuy, Rosmery Aruquipa, Marina Alvino, Juana Quispe, Sócrates a todos ellos por su apoyo incondicional y persistente para que culminase mi trabajo de tesis.*
- *A los hermanos de la comunidad de Pongo B2, que me apoyaron en la realización de la tesis en campo brindándome vivienda y comida.*

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titula “Evaluación de dos tipos de alimentos en alevinos de Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*), en estanques en la comunidad Pongo B2, Provincia Inquisivi”, se lo realizó en estanques circulares de concreto hechos por la propia comunidad y con apoyo del Gobierno Municipal de Quime, ubicado en la Provincia Inquisivi del Departamento de La Paz.

El análisis estadístico empleado fue: Comparación de medias de t-student y análisis de correlación y regresión lineal donde se midieron los índices zootécnicos (peso, longitud, ganancia absoluta de peso, conversión alimenticia y factor de condición).

Se introdujo 1000 alevinos de trucha en cada estanque en el cual se les proporcionó un diferente tipo de alimento (Naltech y Purina) tales alimentos fueron adquiridos del Perú.

Durante el tiempo de evaluación se registro los parámetros físico-químicos del agua (temperatura, pH y oxígeno disuelto), que al final del experimento se llegó a la conclusión de que los parámetros están óptimos para la crianza de truchas en comparación a otros estudios realizados tanto en el Perú como en el C.I.D.A.B.

Las pruebas de “t” determinaron que no existe diferencia significativa para las variables peso y longitud, confirmando que los dos alimentos son similares en calidad nutricional.

De las variables registradas se observó en los datos finales que los dos alimentos tienen el mismo efecto en el crecimiento, el aprovechamiento de alimento y la estabilidad corporal de los alevinos.

La ganancia absoluta de peso dio valores de 5.89 g para Naltech y 5.45 g para Purina en promedio hasta el final del estudio.

La conversión alimenticia en los estadios primarios primer alevinaje, segundo alevinaje, los pecesillos alcanzan conversiones alimenticias muy altas (el índice es menor a la unidad), lo que da a entender que los alevinos lo poco que comen

pero de alta calidad proteica lo asimilan al máximo. Para Naltech con un valor de 0.48 y 0.51 para Purina.

La condición de los alevinos esta en su condición de gordura dentro de los parámetros de aceptabilidad, Naltech 1.74 y Purina 1.792, el alimento es eficientemente aceptado para su estabilidad corporal.

En relación Beneficio/Costo con la prueba hecha con, los dos alimentos los dos son económicamente rentables puesto que se recupera lo invertido mas 0.86 bs para Purina y 0.84 bs para Naltech.

Se llegó a determinar que los dos tipos de alimento no varían mucho en precios, la diferencia en costos es debido al diferente análisis nutricional en el cual cada empresa (Aquatech con Naltech y Purina con Truchina) adiciona en la formulación de los alimentos, la presentación de los alimentos dependen del estado de desarrollo de la trucha.

Se registro la mortandad de los alevinos para cada alimento donde se obtuvo 12.50% de mortalidad para el alimento Purina y 11.90% para el alimento Naltech.

1. INTRODUCCION

La trucha fue introducida a Bolivia entre 1947 a 1955, la cual se ha adaptado a condiciones del Lago Titicaca y sus alrededores y desde ese momento se viene estudiando su comportamiento, junto con otros peces comestibles aptos para desarrollarse y vivir en aguas frías.

La trucha por su naturaleza alimenticia es carnívora y voraz, que en cautiverio puede cambiar fácilmente su régimen alimenticio, aceptando alimentos secos concentrados en forma de granos o pellets.

Existen empresas de alimento balanceado en Bolivia que preparan diferentes raciones para animales domésticos criados en granjas como son las truchas, pero el alimento tiene deficiencias porque no está formulado en base a las exigencias de la trucha y esta presenta una alta conversión alimenticia, es por esta razón que los criadores del Lago Titicaca adquieren el alimento del vecino país del Perú.

Mendoza (2007), menciona que el éxito de nuestra producción de truchas depende de la eficiencia en el cultivo, principalmente del manejo del alimento y técnicas de alimentación considerando la calidad y cantidad del alimento suministrado.

Por otra parte, Morales (2003), indica que la alimentación de las truchas en estanques es importante porque depende de este que las truchas se vean satisfechas en sus necesidades nutricionales y fisiológicas para el crecimiento, desarrollo y conservación alimenticia.

En el presente trabajo se evaluó estos dos tipos de alimentos con el fin de minimizar el tiempo de producción debido a que existen alimentos deficientes en el mercado en calidad, almacenaje y otros. Además alarga el tiempo de producción por tener una conversión alimenticia alta.

En este contexto, se planteo la investigación alimentando a las truchas con balanceado, considerando que los comunarios cuentan con estanques ya instalados y el agua que circula por estos es la unión de varias vertientes claras y son libres de contaminantes mineralógicos.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

- Evaluar dos tipos de alimentos en alevinos de trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*), en estanques en la comunidad Pongo B2 Provincia Inquisivi.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Evaluar los índices zootécnicos de la trucha (*Oncorhynchus mykiss*)
.
- Evaluar los parámetros físico – químicos del agua
- Determinar los costos parciales de producción.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Origen y distribución geográfica

La trucha tiene origen en el hemisferio norte de Estados Unidos y Canadá desde ahí muchos países aproximadamente desde 1900 llevaron para su cultivo (Morales, 2003).

La trucha es un pez del orden de los salmónidos (familia salmonidae) cuyo nombre científico es *Oncorhynchus mykiss*, nombre revalidado desde el año 1996 (antes se conocía como salmo gairdneri), precisamente por su origen en las zonas del pacifico en norte América. Posteriormente esta especie se introdujo a Europa, Asia, Australia y América del Sur (Klauer, 2004).

La Piscicultura de la trucha o "truchicultura" ha tenido excelentes resultados, pues mediante las siembras realizadas por las estaciones de pesquería, se ha fomentado su propagación natural en lagos, lagunas y ríos. Abasteciendo para consumo humano y aprovechando su gran valor nutritivo (Camacho y Vásquez, 2000).

2.2 Introducción de la Trucha Arco Iris en Bolivia

La acuicultura en el Lago Titicaca, se inició por los años 1939 – 1940, con la introducción de cinco salmónidos, de los cuales la trucha Arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), es objeto de la piscicultura en jaulas flotantes (Atencio, 2011).

En el Lago Titicaca la trucha encontró un medio muy propicio para su desarrollo, llegando a desplazar a otras especies como el suche y pejerrey, constituyendo una fuente alimenticia para la población de la ribera y de los centros urbanos de la zona. Sin embargo la pesca indiscriminada afectó el desarrollo de la especie produciéndose un paulatino decrecimiento de la población, causando problema a los pescadores como el desempleo, falta de ingresos y alimentos (Vergara, 2001).

El cultivo de la Trucha Arco iris en jaulas en el Lago Titicaca en Bolivia comienza en la décadas, intensificándose desde que el Gobierno Japonés a través de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) que apoyo en la región altiplánica a la difusión del cultivo de la trucha, tanto con la disponibilidad de

alevinos, asistencia técnica y capacitación, mediante la cual muchos productores directa o indirectamente conocieron las ideas básicas de esta actividad (Morales, 2003).

En el año 1948, se llevó a cabo la introducción de la trucha al criadero de Pongo, La Paz, desde la República de Chile y a partir de entonces se viene desarrollando la siembra de la trucha (Ogawa y Claros, 1993).

Los ríos ideales para la trucha Arco iris son, en especial, los de alta montaña, de aguas limpias transparentes y muy frescas. De corrientes no muy rápidas y tumultuosas, con pequeñas cascadas (Castañón, 1998).

2.3 Características generales de la trucha

2.3.1 Descripción Taxonómica

La trucha Arco Iris pertenece a:

Phylum:	Chordata
Sub Phylum:	Vertebrata
Orden:	Salmoniformes
Sub Orden:	Salmonoidei
Familia:	Salmonidae
Super clase:	Gnathostomata
Clase:	Osteichthyes
Sub Clase:	Actinopterygii
Género:	Oncorhynchus
Especie:	mykiss

Fuente: Palomino (2004)

2.3.2 Características externas

La trucha Arco Iris "*Oncorhynchus mykiss*", es la especie de los salmónidos que más se adapta a las aguas de la región, y cuyo ciclo biológico se puede controlar

en cautiverio. Es un pez de cuerpo fusiforme, cubierto de escamas y mucus; el dorso es de color azulado y los flancos laterales de color plateado iridiscente. La parte ventral es de color blanco cremoso. Tanto en el dorso como en los flancos, presenta manchas negras y marrones. El macho se diferencia de la hembra por tener el cuerpo más alargado, la cabeza triangular y la mandíbula inferior más prominente que la mandíbula superior, en cambio la hembra tiene el cuerpo más ensanchado y cabeza redonda (Bastardo y Bianchi, 2007).

Esta especie se caracteriza por tener el cuerpo cubierto con finas escamas y de forma fusiforme (forma de huso), ligeramente aplanada lateralmente. Posee una banda lateral rosada iridiscente que se hace más vistosa en la época de la reproducción. La denominación de trucha arco iris se debe a la presencia de una franja de colores de diferentes tonalidades, con predominio de una franja rojiza sobre la línea lateral en ambos lados del cuerpo. Se distingue de otras especies por presentar una aleta adiposa en la parte posterior del dorso (Mendoza, 2007).

La denominación de Trucha Arco Iris se debe a la presencia de una franja rojiza sobre la línea lateral en ambos lados del cuerpo. Esta franja de color rojiza es notoria, especialmente en los machos en la época de desove. La presencia del mencionado color en las líneas laterales y carne se debe al pigmento (Astaxantina) que contienen alimentos de origen Crustáceo que asimila la Trucha Arco Iris (Hamamitsu, 2002).

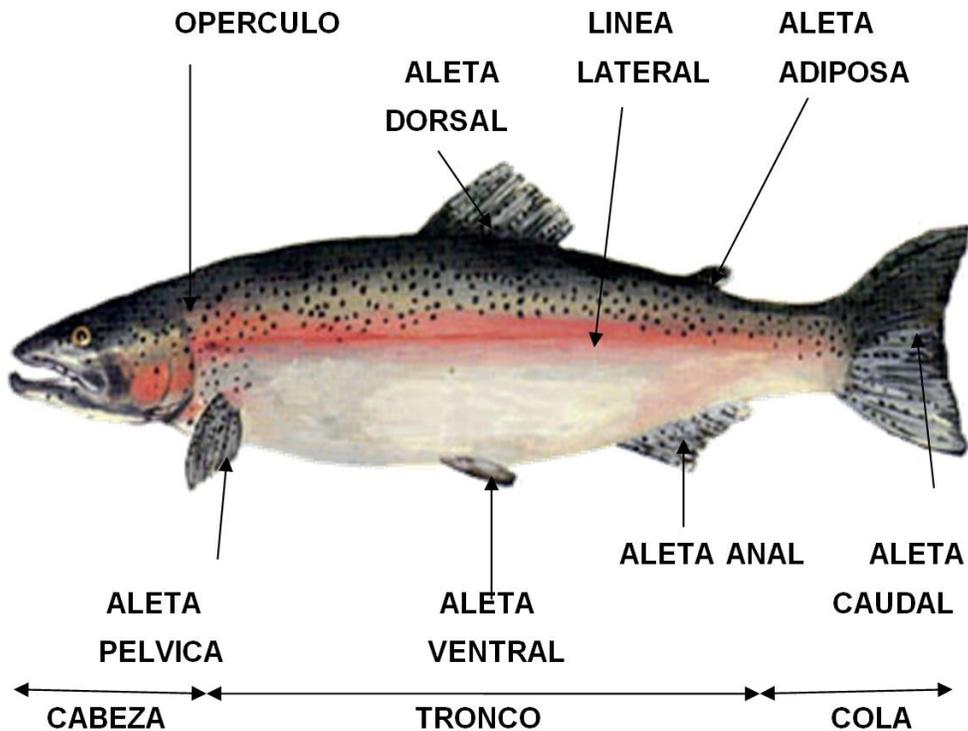


Figura 1. Partes externas de la trucha

Se puede observar las partes externas de la trucha (figura 1):

- Dos aletas dorsales, la segunda no posee radios (aleta adiposa).
- Presenta aletas ventrales en posición abdominal.
- Una aleta caudal de borde recto o casi recto.
- Aletas sin radios osificados ni transformados en espinas punzantes
- Boca grande, el maxilar sobrepasa el borde posterior del ojo
- Sin barbillas, cuerpo cubiertos con escamas pequeñas (Palomino, 2004).

2.3.3 Características internas

2.3.3.1 Aparato digestivo. La trucha Arco Iris tiene hábitos alimenticios carnívoros por tanto su tracto digestivo es corto. La digestión de alimentos de origen animal es más fácil que los de origen vegetal (por sus paredes resistentes).

El tracto digestivo consta de boca, faringe, con hendiduras branquiales, esófago, estomago ciegos pilóricos intestino y ano (Galindo, 2003).

Boca: La cavidad bucal esta compartida por los aparatos respiratorio y digestivo, su función digestiva se limita a seleccionar, aprender y dirigir el alimento hacia el estomago.

Esófago: Es corto, recto y musculoso, se inicia en la boca y termina en las cardias.

Estomago: Tiene la forma de saco muy extensible sigmoide cubierto de numerosos pliegues con paredes musculares muy desarrolladas. La trucha posee ciegos pilóricos que se encuentran en la región de la válvula pilórica del intestino anterior. El estómago típico suele tener forma sigmoidea (más pronunciada en carnívoros) con un saco ciego, más o menos largo, dirigido caudalmente. El interior se puede dividir en tres regiones (cardias, fundus y porción pilórica). La mucosa determina numerosos pliegues y es rica en glándulas secretoras de mucus, pepsina y ácido clorhídrico (González y Mateo, 2002).

Faringe: La faringe actúa fundamentalmente como filtro evitando que pasen las partículas del agua a los delicados filamentos branquiales, participando de este acto también los rastrillos branquiales (Mancini, 2002).

Intestino

Las enzimas desdoblan las grasas, proteínas y azúcares que luego de atravesar la pared intestinal son llevados al hígado. El resto de alimentos como fibras, restos de caracoles, etc., se evacuan junto con las heces. El largo del intestino es variable, siendo corto en los depredadores y muy largo en los fitófagos.

El alimento utilizado en la forma de alimento balanceado comercial tiene una alta cantidad de proteína (en algunos casos superior al 40%) y una alta cantidad de energía (dada principalmente por lípidos). En general un coeficiente de conversión bueno es de alrededor de 1,2 - 1,4:1. El exceso de grasa es utilizado como energía y se almacena principalmente en músculo. El tiempo que tarde en recorrer el alimento el tubo digestivo puede variar desde unas pocas horas hasta días, dependiendo de los distintos procesos metabólicos que están dados

principalmente por la temperatura, ya que a mayor temperatura se aceleran (Mancini, 2002).

Hígado

Es la principal fábrica del organismo interviniendo en distintos procesos metabólicos. Es blando, de color pardo rojizo y muy voluminoso, presentando en ocasiones de color rosa – crema, situación que no siempre indica un cuadro patológico. El hígado suele sufrir de infiltración grasa debido a ingestión de alimentos en mal estado o en casos de sobrealimentación.

La vesícula biliar está bien desarrollada. El colédoco vierte en la primera porción del intestino delgado la bilis, que emulsiona las grasas para que sean fácilmente atacadas por las lipasas pancreáticas. Por su parte el páncreas segrega amilasas, tripsina y quimiotripsina. El conducto pancreático vierte casi siempre en el colédoco (Mancini, 2002).

Páncreas: Generalmente se encuentra formando nódulos de disposición variable. En ciertas especies se localiza de forma difusa alrededor del intestino, entremezclado con la grasa mesentérica. En salmónidos los nódulos del páncreas se disponen diseminados entre la grasa del mesenterio que fija los ciegos pilóricos. Existe un conducto pancreático que normalmente se une al biliar antes de desembocar en el intestino craneal (Galindo, 2003).

La principal descomposición del alimento tiene lugar en el intestino pequeño donde se segregan una amplia variedad de enzimas digestivas (jugo pancreático) y de sustancias auxiliares (bilis). Además, también se producen enzimas digestivas en la pared intestinal. Las fuertes contracciones que se producen a lo largo del intestino provocan que el alimento que se encuentra parcialmente descompuesto se mezcle bien con los fluidos digestivos y se produce un tránsito de vuelta en el intestino a medida que se va haciendo la digestión del alimento (Manual para la producción de truchas en jaulas flotantes, 2009).

Cuando las temperaturas del agua son más bajas, el proceso digestivo es más lento, pero no necesariamente menos efectivo. Sin embargo, un bajo nivel de oxígeno en el agua puede tener un efecto negativo en la digestión (González y Mateo, 2002).

2.4 Alimentación

La acuicultura, la alimentación es un aspecto importante para el éxito del cultivo. El desarrollo de dietas requiere de conocimiento sobre la fisiología de cada especie, los hábitos alimenticios de cada una de ellas y la relación energía-proteína, con la finalidad de determinar qué tipo de formulación del alimento que necesita. Esta dieta debe de cumplir con los requerimientos nutricionales del organismo (tanto en energía y en tipos de nutrientes), para garantizar que estos pueden crecer hasta la talla o peso de venta, en el menor tiempo posible y al más bajo costo (Garcia y Calvario, 2003).

La trucha necesita energía para crecer y desarrollarse normalmente. Esta energía la obtiene de nutrientes como las proteínas (para crecer) de los lípidos y carbohidratos (para mantenerse) así mismo necesita complementar con otros elementos vitales como son las vitaminas y los minerales (Klauer, 2004).

2.4.1 Alimento natural

La trucha es un pez de hábito carnívoro y se alimenta en la naturaleza de presas vivas, como insectos en estado larvario, moluscos, crustáceos, gusanos, renacuajos y peces pequeños. Su aparato digestivo (muy corto) está preparado para el aprovechamiento de proteínas animales y solo pueden digerir y aprovechar una variedad muy limitada de productos vegetales (Mendoza, 2007).

2.4.2 Alimento balanceado

La técnica correcta de alimentar consiste en asociar las diferentes clases de alimentos de que disponemos para integrar una ración capaz de cubrir las necesidades nutritivas de los animales, de tal modo que el alimento integrado en el conjunto de una ración y no aisladamente es capaz de asegurar la vida. Observemos, finalmente, que el valor de un alimento depende de los restantes constituyentes de la ración, que pone de manifiesto la noción equilibrio alimenticio (Quispe, 2003).

Los alimentos balanceados son elaborados para animales, de tal manera que cumplan con los requerimientos nutricionales de estos. Así, la materia prima

utilizada en la formula de la dieta alimenticia es transformada en alimento, lo que a su vez contribuye a uno de los factores más importantes para la producción de animales (alrededor de un 50 % de los costos de producción se deben a la alimentación) (Tacon y Cruz, 1999).

El alimento balanceado para la trucha básicamente debe contener los siguientes ingredientes:

Cuadro 1. Ingredientes del Alimento Balanceado

Ingredientes	Sustitución
Proteína	Harina de pescado
Grasa	Aceite de soya
Carbohidratos	Harina de soya
Colorante	Químicos
Vitaminas	Premix vitamínico

Fuente: Morales (2003)

2.4.2.1 Tipos de alimento Balanceado

Según Rondón (2007), menciona que puedes alimentarlos con alimento balanceado (figura 2); Existen dos tipos de alimento balanceado.



Figura 2. Presentación del alimento balanceado

- Pelletizado (pellet normal)
- Extruido (pellet sufre un proceso de cocción)

Los tipos de alimento a utilizarse en el cultivo son de acuerdo al estadio como son:

- Inicio I para alevinos.
- Crecimiento I para juveniles.
- Crecimiento II para juveniles.
- Acabado simple II para engorde

El alimento tiene que tener un estricto sistema de control de calidad de los Ingredientes alimenticios y procesos que aseguran la calidad del producto final. Existen dos tipos y diferentes tamaños del alimento, en relación a la fase de crecimiento de la trucha (cuadro 2).



Figura 3. Maquinaria que elabora el alimento extruido pelletizado



Figura 4. Proceso de elaboración del alimento extruido

Cuadro 2. Tipo de Alimento y Tamaño

Tipo de alimento	Pelletizado tradicional	Extrusionado
Digestibilidad de proteínas y carbohidratos	menor	mayor
Estabilidad en el agua	menor	mayor
Flotabilidad	nula	Controlable durante la fabricación
Capacidad de adición de grasa	Limitada (15%)	Muy elevada (40%)
Textura	Mas rugosa	Mas blanda
Producción de polvo (finos)	elevada	nula
Necesidad de aglomerantes	si	no
Precio	Mas bajo	Mas alto

Fuente: Favre (2010)

Galindo (2003), indica que la extrusión de alimentos es un proceso en el que un material (grano, harina o subproducto) es forzado a fluir (figura 3 y figura 4), bajo una o más de una variedad de condiciones de mezclado, calentamiento y cizallamiento, a través de una placa/boquilla diseñada para dar forma o expandir los ingredientes.

Las ventajas del proceso de extrusión son:

- Esterilización, el calor y la presión producida por el extrusor es utilizado para la destrucción de bacterias, mohos y levaduras.
- Cocción, los alimentos son cocinados a altas temperaturas en corto tiempo, aumenta su digestibilidad reduce los anti nutrientes y aumenta la palatabilidad.

- Expansión, la continua presión, cocimiento y la salida repentina salida de la presión permite la gelatinización.

2.5 Requerimientos nutricionales de la trucha

La trucha necesita energía para crecer y desarrollarse normalmente. Esta energía la obtiene de nutrientes como las proteínas (para crecer), de los lípidos y carbohidratos (para mantenerse). Asimismo necesita complementar con otros elementos vitales como son las vitaminas y los minerales (Klauer, 2004).

2.5.1 Proteínas

- Son los nutrientes más importantes para el crecimiento y formación de los órganos de la trucha; pueden provenir de origen vegetal y animal.
- Las proteínas están formadas por cadenas de aminoácidos.
- La trucha necesita para su desarrollo 10 aminoácidos esenciales, de los cuales la lisina y metionina son los más importantes. Estos aminoácidos pueden encontrarse en proteínas de origen animal, ya que las de origen vegetal no contienen en su totalidad y calidad es limitada.
- La proteína animal es el componente alimenticio que se debe suministrar a los peces en mayor cantidad en la dieta diaria.
- La cantidad de proteína en la dieta va en rangos de 40 a 45 % de acuerdo al estadio y necesidades de la trucha.
- En etapa de prealevinos y alevinos requiere mayor cantidad de proteína (45%).
- Mientras va desarrollando la cantidad de proteína requerida es menor (40%) (Klauer, 2004).

2.5.2 Lípidos

- Son componentes principales esenciales de las membranas celulares.
- Fuente principal de energía.
- Participan en la absorción de vitaminas liposolubles A, D, E y K.
- Fuente de ácidos grasos esenciales:
 - Permiten el mantenimiento e integridad de las membranas celulares.

- Constituyentes de los fosfolípidos.
 - Precursores de prostaglandinas.
- Precursores de esteroides esenciales: colesterol, andrógenos y corticosteroides.
 - Favorecen la utilización de la proteína dietaria (Vergara, 2001).

2.5.3 Carbohidratos

- Los carbohidratos son fuente de energía, sin embargo el organismo de la trucha no puede digerir este nutriente en niveles altos.
- La cantidad de carbohidratos no debe exceder de 9 a 12% en la dieta de la trucha; ya que en exceso provocaría afecciones al hígado (Klauer, 2004).

2.5.4 Vitaminas

- Son elementos esenciales requeridos para regular el funcionamiento del organismo del pez y lograr un buen desarrollo.
- La cantidad requerida por la trucha es mínima, pero su carencia causa retardo en el crecimiento y enfermedades (Klauer, 2004).

2.5.5 Minerales

Los minerales son importantes ya que afectan los procesos de osmorregulación (intercambio de sales) a nivel de células. También influyen en la formación de huesos, escamas y dientes (Mendoza, 2007).

2.6 Calidad de agua

- El uso de cualquier recurso hídrico con fines piscícolas requiere necesariamente de una evaluación debido a la relación directa pez-agua.
- Es preciso que la temperatura y las materias que contienen en disolución o en suspensión, convengan a las características biológicas de la trucha.
- El agua para toda crianza, debe contener cierta cantidad de oxígeno dentro de un rango permisible, deberá estar libre de sustancias contaminantes (relaves de las minas, desechos o residuos de fábricas, insecticidas agrícolas, etc.), contaminación que afecten a las truchas (Galecio, 2004).

2.6.1 Parámetros Físico – Químicos del agua para la Truchicultura

Para el cultivo de truchas se requiere de un buen abastecimiento de agua. La cantidad y calidad determinan el éxito o el fracaso de esta actividad (Mendoza, 2007).

2.6.1.1 Temperatura

La temperatura que posibilita el normal desenvolvimiento de la vida de la Trucha Arco iris en aguas naturales esta dentro de 0°C a 25°C., siendo 8°C a 18°C la más apropiada para el desarrollo de la piscicultura de esta especie. Mientras sea más elevada la temperatura de crianza, el crecimiento será también mayor, debido a la aceleración del metabolismo. Sin embargo, en este caso será necesario tener cuidado especial en la relación entre la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y la cantidad de consumo de oxígeno del pez, puesto que la demanda de oxígeno del pez será mayor, y en cambio, el suministro de oxígeno desde la atmosfera irá disminuyendo (Hamamitsu, 2002).

2.6.1.2 Transparencia

Tiene que ver con la visibilidad a través de la columna de agua, donde el enturbiamiento limita y reduce la actividad fotosintética, debido a que el paso de la luz es limitada por organismos y materiales en suspensión (Mendoza, 2007).

2.6.1.3 Oxígeno disuelto

Las truchas son exigentes en el nivel de oxígeno disuelto requerido. En toda piscigranja, debido a las altas densidades de carga por jaula que se manejan, el oxígeno disuelto deberá encontrarse dentro del rango adecuado, que es entre 7 a 9 ppm. (Mendoza, 2007).

La cantidad de oxígeno disuelto tiene una estrecha relación con la temperatura y altura. Si la temperatura es alta, la cantidad de oxígeno puede disminuir y en lugares de mayor altura también el contenido de oxígeno disuelto en el agua disminuye. Las truchas pueden mostrar un desarrollo normal en el cultivo en

concentraciones mínimas de hasta 3mg/l aproximadamente. Si el contenido de oxígeno disuelto baja, aun mas las truchas pueden asfixiarse (Hamamitsu, 2002).

Cuadro 3. Valores de Oxígeno disuelto para la trucha

5-5.5	mg de oxígeno/l	es crítico en verano
4	mg de oxígeno/l	Provoca respiración anhelante
3	mg de oxígeno/l	Es insuficiente y mortal
1.5	mg de oxígeno/l	Rápidamente mortal
3.5	mg de oxígeno/l	Mínimo en condiciones optimas del altiplano

Fuente: Galecio (2004)

2.6.1.4 Potencial de hidrogeno (pH)

El pH apropiado para la vida de la Trucha Arco Iris esta en el nivel neutro, con un valor que fluctuó entre 6.5 a 7.5, siendo difícil el sostenimiento normal de su vida en la piscicultura y en la siembra en lagos y/o lagunas cuando la calidad de agua es notoriamente acida o alcalina (Hamamitsu, 2002).

Cuadro 4. Niveles de pH del agua para crianza de truchas “Arco Iris”

pH	Reacción del agua	Observaciones
10	Fuertemente alcalina	Mortal de necesidad.
9-10	Muy alcalina	Mortal. Sobre todo si a la vez hay compuestos amoniacales
8-9	Alcalina	Peligrosa en general
7.1-8	Ligeramente alcalina	Rx normal y margen de variación sin peligro.
6.5-5.5	Ácida	Recomendable encalar para evitar la oxidación.
5.5-4.5	Muy ácida	Límite para el pez y sus huevos. Es necesario encalar.
4.5-4.0	Fuertemente ácida.	Mortal de necesidad.

Fuente: Vega (2010)

2.6.1.5 Dióxido de carbono

Es el producto de la respiración de los peces y plantas así como de la descomposición de la materia orgánica. En truchicultura no es recomendable que la concentración de dióxido de carbono exceda de 6 ppm. (Hamamitsu, 2002).

2.6.1.6 Dureza total

La dureza del agua depende de la concentración de sales de calcio y magnesio expresado en ppm. Para los casos de cultivo, es recomendable que las aguas sean moderadamente duras entre rangos de 50 a 250ppm (Hamamitsu, 2002).

2.7 Enfermedades

Las enfermedades en las truchas pueden surgir como consecuencia de una mala calidad del agua, del exceso de excretas o alimento no consumido; o por deficiencias nutricionales o traumatismos (golpes) sufridos por los peces (AQUA VISION, 2009).

Primero se puede considerar las siguientes razones para la aparición de las enfermedades entre los peces:

- (1) Mejor ambiente para las bacterias y parásitos; aumento de las oportunidades de contagio por demasiada densidad en el cultivo, mal ambiente sin higiene.
- (2) Heridas por tratamiento, transporte, selección.
- (3) Carencia de nutrientes por mala calidad del alimento (Niwa, 2004).

2.7.1 Síntomas que evidencian alguna enfermedad

Síntomas externos:

- 1) Áreas descoloridas en el cuerpo
- 2) Áreas erosionadas o inflamadas en la superficie del cuerpo, cabeza y aletas
- 3) Hinchazón del cuerpo o agallas
- 4) Ojos saltones
- 5) Hemorragias
- 6) Cistos conteniendo parásitos

Síntomas internos:

- 1) Cambios de color de órganos o tejidos (hígado pálido o riñón u órganos aglomerados)
- 2) Hemorragias en órganos u otros tejidos
- 3) Hinchazón o lesiones semejantes a tumores
- 4) Cambios en la textura de órganos y tejido
- 5) Acumulación de fluido en cavidades del cuerpo

6) Cistos que contienen parásitos (AQUA VISION, 2009).

Las enfermedades que atacan a los peces son ocasionadas por las siguientes razones:

1. Síntomas de la infección causada por virus, bacterias o micosis.
2. Parásitos como protozoo.
3. Síntomas de desnutrición.
4. Síntomas por deficiencias de factores físico- químicos.
5. Deformaciones por varias razones.

De las cuales las dos primeras se observa con más frecuencia, y las posteriores son las que incidirán a partir de las primeras (Niwa, 2004).

2.7.1.1 Enfermedades no infecciosas

1. Enfermedades fisiológicas

- Estrés, enfermedad ambiental de las agallas, nefrolitiasis.

2. Enfermedades psicológicas

- Agresión entre peces (mordeduras de aletas).

3. Enfermedades químicas

Toxicidad por metales pesados, methemoglobinemia (sangre marrón), hipoxia, anoxia, toxicidad por herbicidas/pesticidas y otros compuestos, toxicidad por cianuros, enfermedad de la burbuja de gas (Motte, 2009).

2.7.1.2 Enfermedades infecciosas

1. Enfermedades bacterianas

- Furunculosis (*A. salmonicida*), enfermedad entérica boca roja (*Yersiniaruckeri*), vibriosis (*V. anguillarum*), enfermedad bacteriana del riñón “BKD” (*Renibacteriumsalmoninarum*, *Corynebacterium*), enfermedad bacteriana de las agallas (*Myxobacterium*), septicemia hemorrágica bacterial

estreptococcosis, enfermedad bacteriana de aguas frías “BCWD” (*F. psychrophilum*), micobacteriosis (tuberculosis de los peces).

2. Enfermedades virales

- Necrosis pancreática infecciosa (IPN), necrosis pancreática infecciosa (IHN), septicemia hemorrágica viral (VHS), necrosis hematopoyética epizoótica (EHN).

3. Enfermedades parasitarias

- *Gyrodactylus* sp. /*Dactylogyrus* (Trematodomonogenico), Whirling disease (*Myxoboluscerebralis*, protozoo), costiasis (*costianecatrix*, protozoo), White spot (*ichthyophthirius multifiliis*, protozoo), hexamitiasis (*hexamitatruttae*, protozoo).

4. Enfermedades micóticas

- Saprolegniosis (*saprolegnia* sp.) (Motte, 2009).

3. LOCALIZACIÓN

3.1 Localización y Ubicación Geográfica

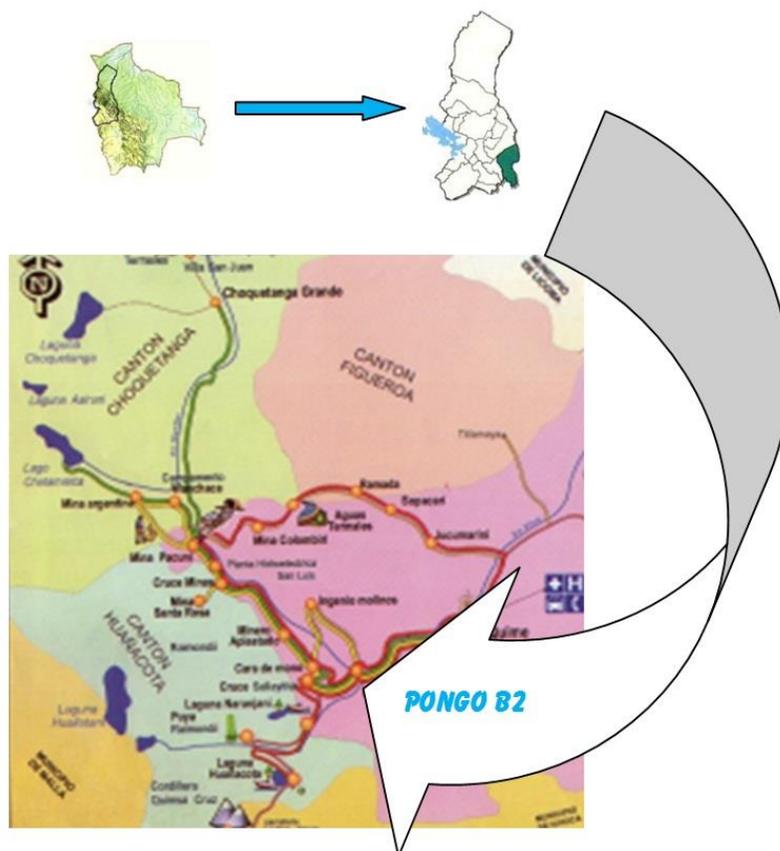


Figura 5. Ubicación geográfica de Pongo B2

Fuente: Revista informativa turística del Municipio de Quime (2012)

El área de estudio se ubica a 230 km de la Ciudad de La Paz en la Provincia Inquisivi (figura 5), Segunda Sección Municipal de Quime Comunidad Pongo B-2 a $16^{\circ}55'11.62''$ Latitud Sur y $67^{\circ}10'25.09''$ Longitud Oeste con una altura de 2970 m.s.n.m.

La temperatura media comprendida del lugar es de 15.7°C , la precipitación anual promedio 1000 mm



Figura 6. Vista Panorámica del lugar de estudio

3.2 Materiales

3.2.1 Material Biológico

Los alevinos fueron traídos de la comunidad de Pongo que se encuentra en el camino de ingreso a los yungas, dependiente del Centro de Investigación y Desarrollo Acuícola Boliviano (C.I.D.A.B.).

En el presente estudio se trabajó con 2000 alevinos de trucha Arco Iris de 1.25 gramos de peso promedio y de longitud de 2.75 centímetros.

3.2.2 Reactivos

- Hipoclorito de sodio (lavandina al 2%)
- Verde de malaquita

3.2.3 Material de campo

- 1 Balanza analítica de precisión.
- 1 Calculadora.
- 1 Cámara fotográfica.

- pH metro.
- Medidor de oxígeno disuelto.
- 2 Redes de mano.
- 1 Red de pesca.
- 2 Bandejas plásticas transparentes.
- 1 Ictiometro
- 1 Termómetro.
- 2 Baldes plásticos graduados.
- 1 Red semisombra

3.2.4 Material de Gabinete

- Planillas de control
- Cuaderno de campo,
- Equipo de computación
- Marcadores
- Bolígrafos.

3.3 Metodología

3.3.1 Dimensiones del estanque

Las dimensiones de los 2 estanques circulares son: 4 m de diámetro y 1 m de profundidad.

3.3.2 Desinfección de los estanques

La desinfección se realizó con hipoclorito de sodio al 2%, previamente se cortó el suministro de agua al estanque.

Posteriormente se expuso al sol durante una semana para su secado, de esta manera se aseguro la eliminación de cualquier tipo de microorganismo presente en los estanques.

3.3.3 Llenado de agua a los estanques

Una vez desinfectado los estanques, se llenó con agua (figura 7), cuya fuente proveniente es de vertientes, previamente se colocó una malla en el tubo de ingreso de agua para cursar primero al desarenador para luego desembocar una agua cristalina a los estanques correspondientes, esto para evitar la entrada de sedimentos al estanque, verificando el adecuado funcionamiento del sistema de conducción del agua.

El volumen del agua que se introdujo en los estanques fue de 12.5 m³ con un caudal de alimentación de 5 l/s, a una altura de 1.2 metros para lograr tener la oxigenación disponible. Una vez llenos los estanques, se controló la circulación del agua de manera que fuese permanente y uniforme en los dos estanques, de esta manera mantener la cantidad de oxígeno disuelto requerida.



Figura 7. Llenado de agua a los estanques

3.3.4 Distribución de los alevinos

En cada estanque circular se distribuyeron 1000 alevinos de trucha Arco Iris (Figura 8).



Figura 8. Alevinos de trucha Arco iris

3.4 Análisis de agua

Para el análisis de agua se tomo los siguientes parámetros fisicoquímicos del agua (oxígeno disuelto, temperatura, pH), se midió estos parámetros a diario durante el tiempo de estudio para los estanque.

3.4.1 Análisis de oxígeno disuelto (OD)

El análisis de oxígeno disuelto fue realizado mediante el método Winkler (mg/l), teniendo los reactivos necesarios de referencia y fue registrado cada semana en el momento de caída de agua al estanque.

3.4.2 Medición de pH

La toma de datos de pH se realizó a diario utilizando pH metro digital de agua, se midió en uno de los estanques debido a que el agua que circula por estos es la misma.

3.4.3 Medición de Temperatura

Se obtuvo registros de la temperatura del agua de los estanques, para dicho fin se utilizó un termómetro manual de mercurio, con un rango de 0°C a 40°C, éste dato fue registrado diariamente con el fin de obtener información promedio al finalizar el mes.

3.5 Alimento

En el presente trabajo de investigación los alevinos fueron alimentados diariamente, con dos tipos de alimento balanceado (Naltech y Purina), cada uno de los alimentos en estanques diferentes, el alimento se adquirió del país vecino Perú, tales alimentos son de buena calidad que varían de acuerdo al estado o fase de desarrollo en que se encuentre la trucha.

3.5.1 Alimento balanceado

Se utilizó los alimentos balanceados de: inicio, crecimiento 1 y crecimiento 2 para el alimento Naltech, por otro lado, para el alimento Purina (truchina 48, truchina 44 y truchina 42), ambos alimentos difieren en tamaño de pellet según la etapa del desarrollo de la trucha (anexo 1).

3.5.1.1 Cantidad de alimento

La cantidad de alimento a suministrar fue calculada mediante la tabla de Leitritz (anexo 2), que toma como referencia el peso promedio y la temperatura del agua, la cual indica la cantidad adecuada de alimento a proporcionar (Figura 9).



Figura 9. Cálculo y pesaje de la cantidad de alimento

3.5.1.2 Periodo de Alimentación

El periodo de alimentación tuvo una duración de 4 meses, los alevinos llegaron con un peso promedio de 0.7 gramos y a la finalización del trabajo de investigación llegaron a un peso promedio de 5.8 gramos.

3.5.1.3 Frecuencia de alimentación

El alimento se proporcionó seis veces al día en horarios de 8:00, 10:00, 14:00, 16:00, 18:00 y 20:00 horas respectivamente (Figura 10).



Figura 10. Suministro del alimento

3.6 Control del crecimiento

La forma de registros de crecimiento en peso y longitud (biometría) se realizaron cada 15 días. Con el fin de obtener datos exactos, un día antes del pesaje se procedió a cortar todo suministro de alimento. Para realizar este control se consideró sus medidas morfométricas (longitud total y peso), (figura 11).



Figura 11. Toma de medidas morfométricas utilizadas

El registro se realizó de la siguiente manera

- De cada estanque se extrajeron 10 muestras, cada muestra constituida de 10 alevinos en total 100 alevinos
- Se introdujo a un balde con agua la cantidad de 3.5 a 4 L, para luego introducir 10 alevinos y luego restar la diferencia de peso del balde con el agua, para obtener la cantidad exacta de peso de los alevinos
- Para la medición de la longitud, se utilizó el ictiometro, inmediatamente después se los devolvió al agua, evitando en lo posible que mueran o sufran un shock.

3.7 Sanidad y limpieza

Se realizó la limpieza de los estanques (Figura 12), 2 veces al mes con el fin de evitar la propagación de enfermedades entre los mismos, puesto que se formaban capas verdosas en las paredes y en el fondo cuya formación se debió tras la descomposición del alimento no consumido y de las heces. Acabada la limpieza inmediatamente se procedía al llenado y posterior traslado de los alevinos al estanque.



Figura 12. Limpieza de los estanques

3.8 Evaluación Estadística

El análisis estadístico que se utilizó en el presente estudio son las medidas de tendencia central:

- Comparación de medias de t – student

El estadístico de prueba es:

$$T_c = \frac{\bar{x} - \mu}{DS \bar{x}}$$

Donde:

μ = Media de la población

\bar{x} = Media de la muestra

DS \bar{x} = Desvió estándar de la muestra

Fuente: Quispe (2007)

- Análisis de correlación y regresión lineal

Mediante Correlación y regresión lineal, el cual determinara si existe correlación positiva entre el peso y longitud de las truchas en estudio (Arteaga, 2004).

$$r = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sqrt{\left[\frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n}\right] * \left[\frac{\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}}{n}\right]}}$$

$$b = \frac{\sum XY - [(\sum X)(\sum Y)/n]}{\sum X^2 - [(\sum X)^2/n]}$$

$Y = a + bx$

3.9 Variables de Respuesta

3.9.1 Crecimiento

El control de crecimiento se evalúa en peso y talla de los peces (Klauer, 2004).

3.9.1.1 Peso

Se tomo el peso de muestras tomadas al azar desde el inicio hasta el final del experimento quincenalmente, con una balanza de precisión.

3.9.1.2 Longitud

La talla fue tomada de las mismas muestras tomadas al azar del peso quincenalmente, midiendo con el ictiometro (material de medida) sobre una superficie séptica.

3.9.2 Ganancia Absoluta de peso

Viene ser cuanto crece en porcentaje: (Mollocondo, 2006).

$$\text{GAP} = \frac{\text{Peso total} - \text{Peso inicial}}{\text{Peso inicial}}$$

3.9.3 Conversión Alimenticia

Se define como la cantidad de alimento suministrados (en kilogramos) para obtener 1Kg de carne de pez (Mendoza, 2007).

Para expresar este concepto se utiliza el denominado Factor de Conversión Alimenticia (FCA), que se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$FCA = \frac{\text{Cantidad de alimento suministrado en el periodo (Kg)}}{\text{Ganancia de peso de la población en el periodo (Kg)}}$$

3.9.4 Factor de condición

Los valores de factor de condición se determinan de acuerdo a la relación de los datos de peso y longitud de cada trucha de acuerdo a la siguiente fórmula: (Morales, 2003)

$$K = \frac{\text{Peso corporal de la trucha en gramos}}{\text{Longitud}^3 \text{ (cm.)}^3} * 1000 \text{ o } K = \frac{W}{L^3} * 1000$$

Cuadro 5. Factor de condición para peces

Valor de K	Condición	Estado del pez
Menor a 1	Baja calidad	Largos y flacos
Igual a 1	Calidad optima	Proporcionados
Mayor a 1	Buena calidad	Bien alimentados

Fuente: Stevenson (1985)

3.9.5 Mortalidad

El control de esta variable se realizo diariamente, permitiendo hallar la mortalidad de los alevinos para cada estanque (Klauer, 2004).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Parámetros físico – químicos del agua

4.1.1 Temperatura

En la (figura 13), muestra los rangos de variación de la temperatura de los estanques y se afirma que a partir de la implantación de la siembra de alevinos, la temperatura fue de un ascenso y descendió en una menor proporción hasta volver a subir en el ultimo mes.

La fluctuación de temperatura en el estanque se presenta de la siguiente forma:

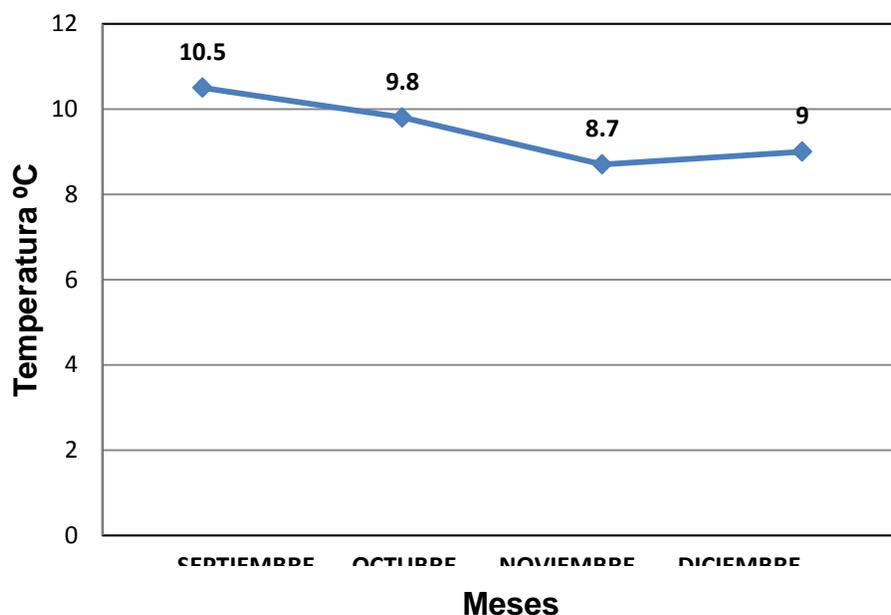


Figura 13. Comportamiento de la Temperatura media del Agua (°C)

Los rangos de temperatura promedio registrados en el mes de septiembre obtuvo un valor de 10,5, el alevino tuvo un crecimiento normal, en octubre 9,8 en noviembre 8,7 y diciembre con un valor de 9 °C, rangos permisibles de temperatura donde las enfermedades y parásitos no afectaron en el crecimiento.

La temperatura óptima oscila entre los 8 y 18°C, por otra parte, a menos de 8°C, el crecimiento es muy lento pero la trucha no presenta enfermedades: entre los 10 y 18°C existen problemas de enfermedades y presencia de parásitos: por encima de 18°C el metabolismo es más rápido y con la aparición de problemas enfermedades y parásitos produciendo alta mortalidad (Morales, 2003).

4.1.2 Comportamiento del Potencial de Hidrogeno pH

Los rangos de variación del pH variaban según las condiciones del medio en el interior de los estanques, en los registros obtenidos se puede observar que desde la implantación de la siembra de alevinos hasta la culminación del experimento el pH fue en ascenso se mantuvo constante y para luego descender en menor proporción en el último mes de evaluación.

El pH registrado durante la evaluación se detalla en la (figura 14).

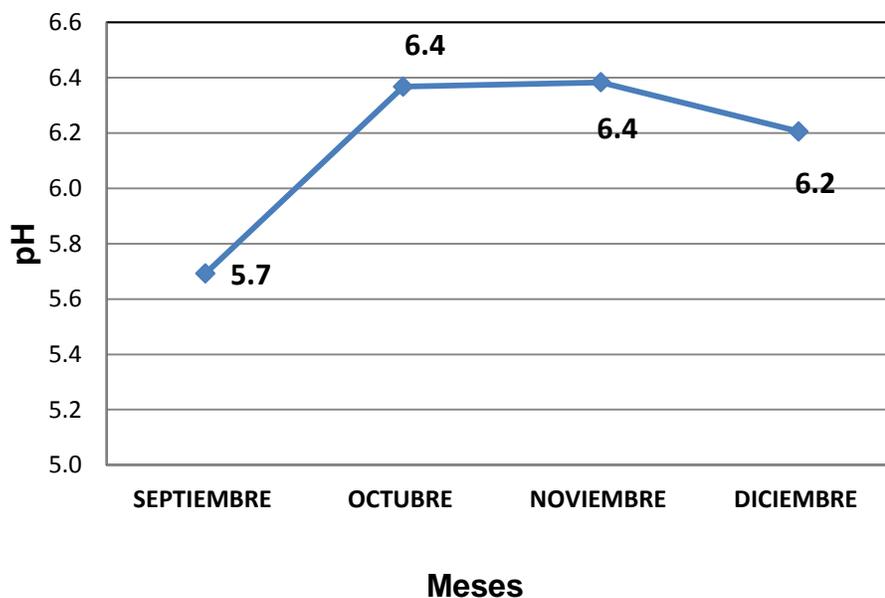


Figura 14. Comportamiento del pH en la evaluación

El valor de 5,7 está debajo del rango óptimo en donde el agua tiene una tendencia de ser acida en menor grado, el crecimiento es lento en este periodo, 6,4 se mantuvo en los dos meses siguientes y en el último mes 6,2 rangos permisibles, en el cual su crecimiento es normal.

Al respecto Klauer (2004), indica que la trucha desarrolla en rangos de 6.5 a 8.0; ya que valores por debajo o encima de estos o variaciones bruscas, provocan en la trucha trastornos en el crecimiento y mortandad.

4.1.3 Contenido de Oxígeno disuelto

Dentro de este parámetro químico podemos observar el contenido de oxígeno disuelto medido diariamente en los cuatro meses del ensayo experimental (figura 15).

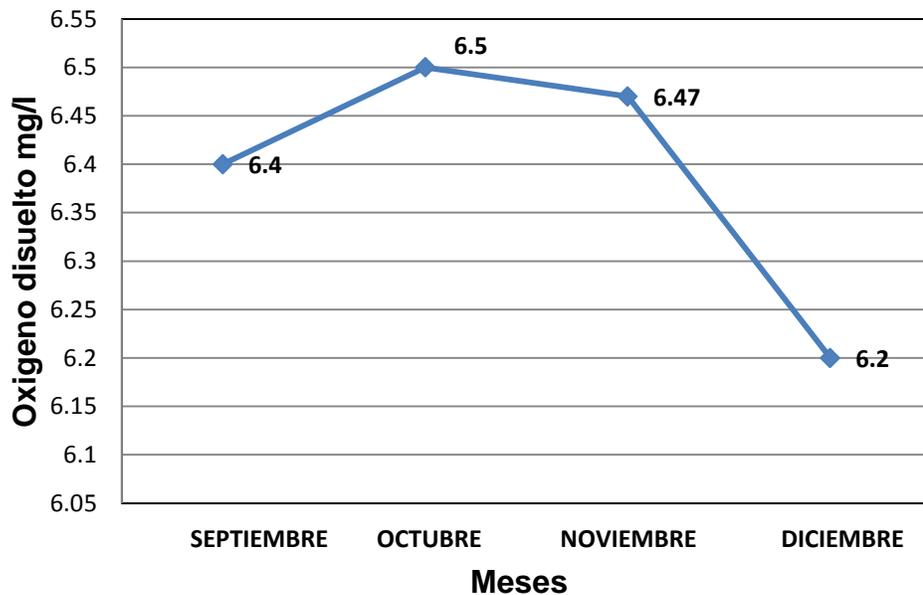


Figura 15. Contenido de Oxígeno disuelto en el Agua

Al observar los valores de oxígeno disuelto no presentan gran variación en los diferentes meses, en el mes de septiembre el valor obtenido fue de 6,4 mg/l, en octubre tuvo un ascenso en 6,5 mg/l, en noviembre y diciembre con valores de 6,47 mg/l; 6,2 mg/l respectivamente, esta variación se atribuye a la fluctuación de la temperatura: presentando menor oxígeno disuelto en mes de septiembre y va aumentando la concentración de oxígeno a un máximo, en el que luego posteriormente va disminuyendo a un rango permisible de presencia de oxígeno disuelto.

La cantidad de oxígeno disuelto, tiene una estrecha relación con la temperatura y altitud del lugar; si la temperatura es alta la cantidad de oxígeno disminuye; de igual manera si la altitud es mayor la concentración de oxígeno es menor, el oxígeno disuelto es inversamente proporcional a la temperatura y altitud. Además la cantidad de oxígeno disuelto en el agua no debe ser inferior a 5,0 mg/l, por que

los peces corren riesgo de asfixiarse. Se considera como valores adecuados de oxígeno disuelto desde 5,0 hasta 12mg/l (Sarmiento, 2004).

4.2 Crecimiento

La evaluación realizada en el transcurso de esta investigación presento como resultado los siguientes parámetros, cuyos datos generales fueron evaluados (anexo 3).

Los parámetros evaluados para el crecimiento son los determinantes para la crianza y comercialización de la trucha, desde la etapa de alevinaje hasta la reproducción.

4.2.1 Peso promedio de los alevinos por tipo de alimento

Para determinar el crecimiento en peso (g) se evaluó el aumento de peso para los dos tipos de alimento en el tiempo de investigación en campo. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Cuadro 6. Prueba de “t”, comparación de medias para el peso promedio por el tipo de alimento

	<i>NALTECH</i>	<i>PURINA</i>
Media	4,860	4,740
Varianza	0,196	0,463
Observaciones	10,00	10,00
Coeficiente de correlación de Pearson	0,411	
Diferencia hipotética de las medias	0,000	
Grados de libertad	9,000	
Estadístico t	0,592	
P(T<=t) una cola	0,284	
Valor crítico de t (una cola)	1,833	
P(T<=t) dos colas	0,568	
Valor crítico de t (dos colas)	2,262	

Fuente: Elaboración propia

El (cuadro 6), muestra la prueba de comparación de medias “t” al ($p < 0.05$), para la variable peso para los dos tipos de alimentos ofrecidos a los alevinos, en el cual se evidencia que no existe diferencias significativas, el valor de “t” calculado fue de 0.59 frente al valor de “t” tabulado con 1.83 al ser el valor calculado menor que el

tabulado, se comprueba que los dos alimentos son similares, lo consumen bien lo aprovechan mejor que otros alimentos por la característica en su contenido nutricional y son formuladas en base al requerimiento nutricional de la trucha. Al darles en los estanques, el alimento tuvo un lento hundimiento lo cual daba tiempo a que el alevino pueda captarlo y consumirlo.

En la (figura 16), se aprecia el comportamiento de la variable peso promedio total que fueron alimentados con el alimento Naltech, llegaron a obtener un promedio en peso de 4.86 g en relación al alimento Purina el cual obtuvo un promedio de 4.74 g al final de la evaluación.

En cada mes que se evaluó, el peso en el primer mes tuvo valores bajos para ambos tipos de alimento, debido a la frecuencia de alimentación, esto debido a que no se contaba con la balanza apropiada para el pesaje del grupo de alevinos, el cual influyo en el peso promedio logrado al final del estudio.

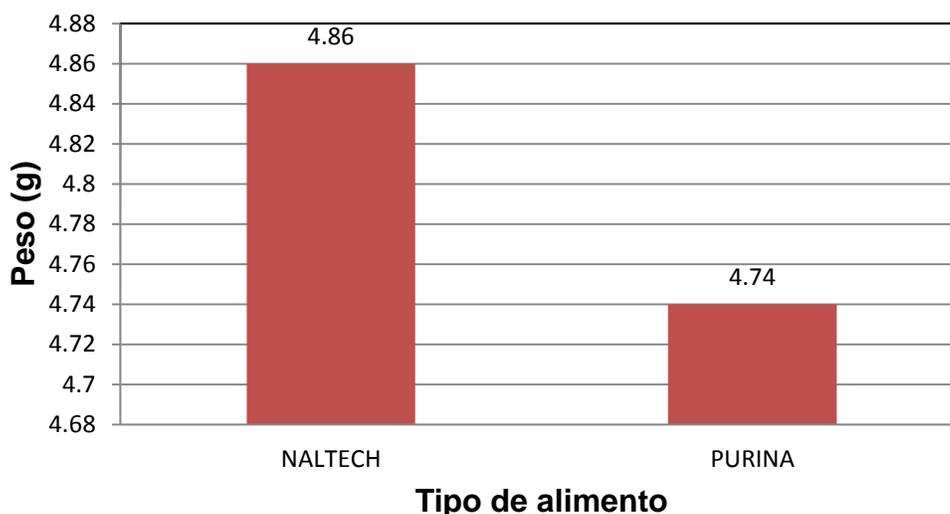


Figura 16. Peso promedio de los alevinos por tipo de alimento

Al respecto Mollocondo (2006), indica que los alimentos balanceados para truchas son diseñados para proveer los nutrientes necesarios para funciones de crecimiento, reparación, respuesta inmune y mantenimiento de la especie, en función de su etapa fisiológica, edad y peso; así como, diferentes presentaciones en tamaño y contenido nutricional.

4.2.1.1 Análisis de regresión y correlación simple para el peso de los alimentos Naltech y Purina

Para determinar la variación del peso de los alimentos, se realizó el ajuste lineal en el que se considera como variable dependiente (Y) al peso de los alevinos (g) y el tiempo (días) como variable independiente (X).

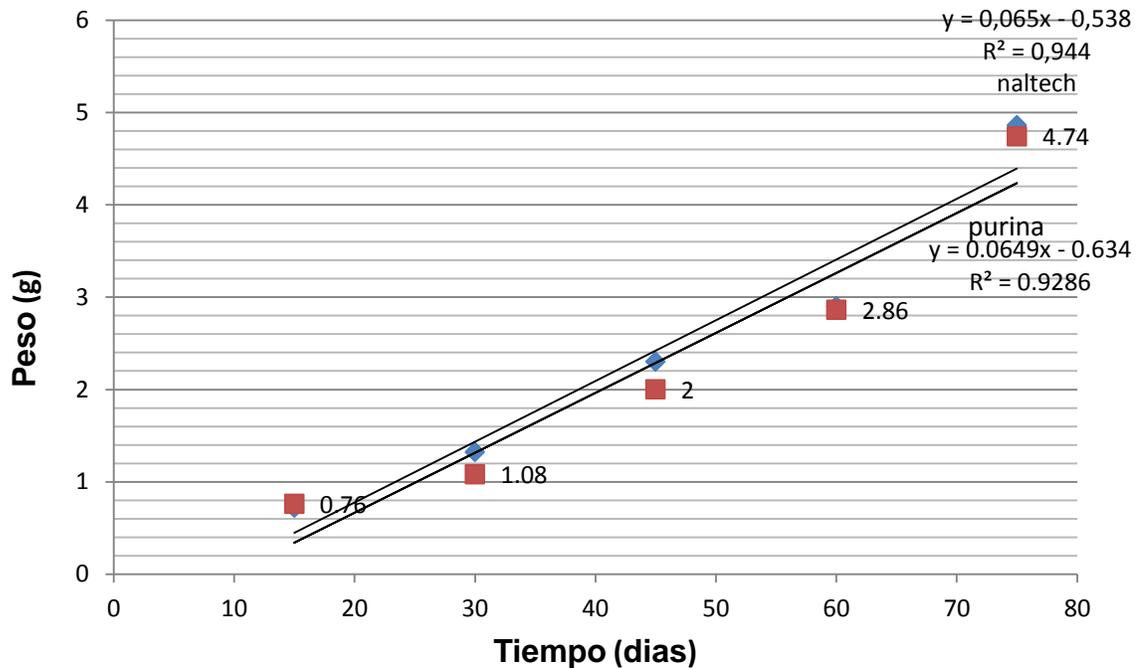


Figura 17. Curvas de crecimiento del peso en función al tiempo de estudio

La (figura 17), muestra los datos obtenidos desde la etapa de inicio, donde se consideró un peso promedio inicial 0.7 g para los dos tratamientos a partir del cual se fue diferenciando el peso de la trucha para cada periodo de evaluación.

Las evaluaciones mostraron crecimientos en forma similar, en la primera etapa Naltech mostro un crecimiento lento, este comportamiento se observo hasta la segunda evaluación, a partir del cual empezó a tener un desarrollo similar al de Purina los dos fueron ascendiendo en igual magnitud.

La curva de crecimiento presenta, coeficiente de regresión lineal (pendiente) para los dos tipos de alimentos, para Naltech habrá un incremento de peso en 0.065 g

en cada periodo de evaluación a diferencia de la recta de Purina el cual tendrá un incremento en 0.064 g.

Las curvas de crecimiento presentan un coeficiente de correlación positiva 0.97 y 0.96 para Naltech y Purina respectivamente, el cual indica que existe una estrecha relación entre el peso y el tiempo de evaluación para los dos tipos de alimento.

4.2.2 Variación de la longitud corporal

Para determinar el crecimiento de los alevinos se consideró los resultados promedio de la variable longitud (cm). El (cuadro 7), muestra la prueba de “t” para la variable longitud.

Cuadro 7. Prueba de “t”, comparación de medias para longitud de Naltech y Purina (cm)

	NALTECH	PURINA
Media	6,537	6,408
Varianza	0,054	0,062
Observaciones	10,00	10,00
Coeficiente de correlación de Pearson	0,091	
Diferencia hipotética de las medias	0,000	
Grados de libertad	9,000	
Estadístico t	1,261	
P(T<=t) una cola	0,111	
Valor crítico de t (una cola)	1,833	
P(T<=t) dos colas	0,239	
Valor crítico de t (dos colas)	2,262	

Fuente: Elaboración propia

El (cuadro 7), muestra el análisis de prueba de comparación de medias “t” al ($p < 0.05$), para la variable longitud para los dos tipos de alimentos ofrecidos donde el valor de “t” calculado fue de 1.26 frente al valor de “t” tabulado con 1.83, al ser el valor calculado menor al tabulado, se comprueba que no existen diferencias significativas entre los dos alimentos, que al igual que en la variable peso el crecimiento es influenciado por el contenido nutricional, formulado dentro de la dieta del alimento balanceado el cual incide en la longitud (tamaño).

Respecto al crecimiento Aquatech (2010), menciona que los alimentos extruidos para acuicultura resultan de una formulación nutritiva para especies piscícolas,

acorde con las etapas fisiológicas y comerciales de cada especie. Los ingredientes que componen los alimentos tienen un estricto control de calidad que con el moderno sistema de extrusión, permite garantizar un óptimo valor biológico y microbiológico de los alimentos.

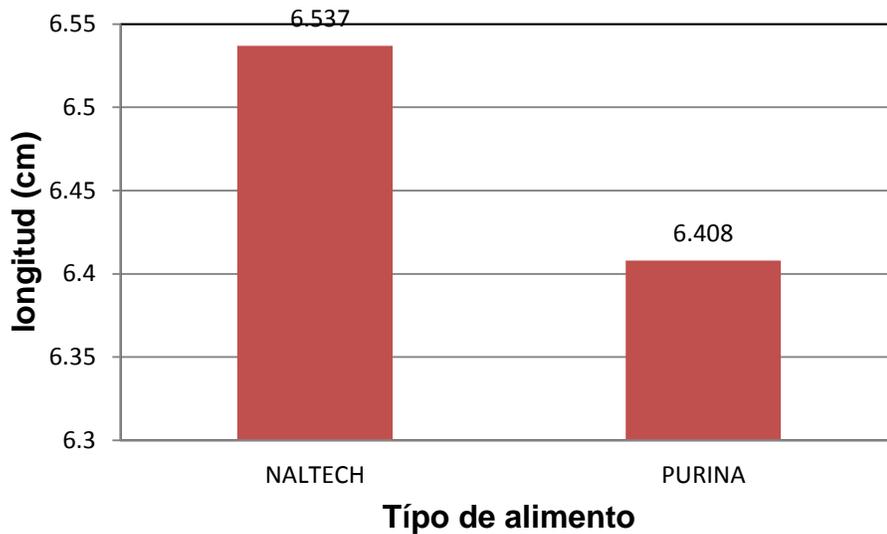


Figura 18. Longitud de alevinos por tipo de alimentos (cm)

La (figura 18), muestra el comportamiento de la variable longitud al final del experimento, en el cual se observa que el promedio en longitud al que llegaron los alevinos hasta la culminación del estudio, donde Naltech tuvo un valor de 6.54 cm y Purina 6.41 cm.

CIRNMA CIDEAL, (2004); establece que la longitud evaluada dentro de un programa de alimentación en alevinos obtuvieron un valor de 6.50 cm, este dato en comparación al obtenido en el estudio es similar, donde si se evidencio el efecto del alimento en el crecimiento.

4.2.2.1 Regresión cuadrática para longitud para tipos de alimentos (cm)

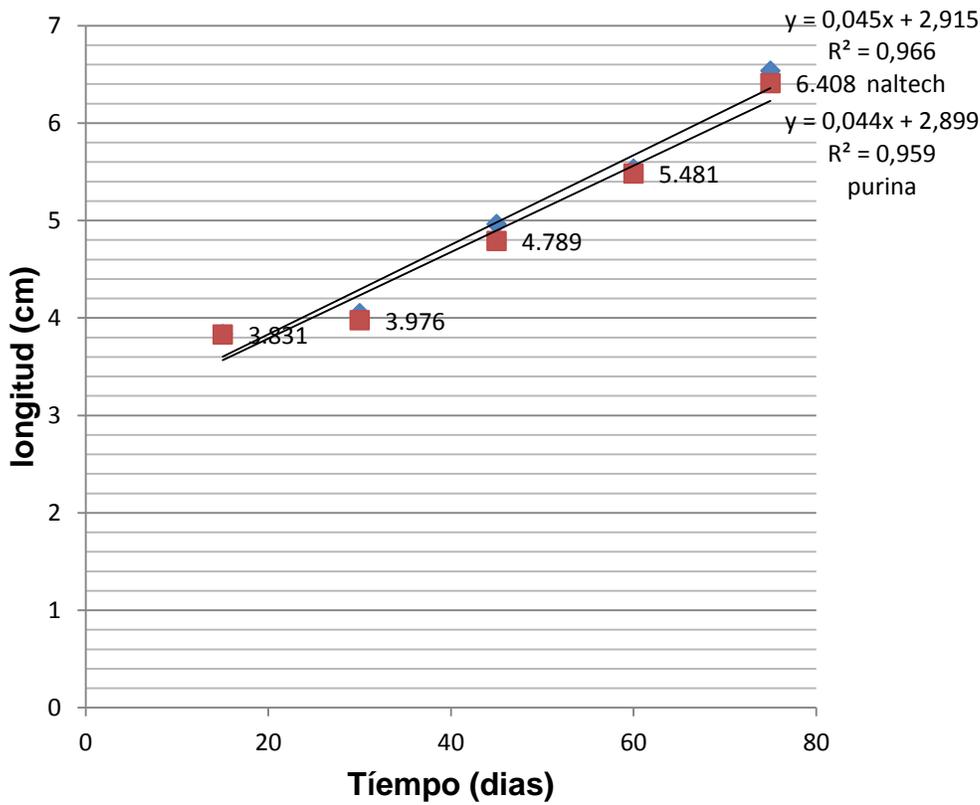


Figura 19. Regresión y correlación simple para Naltech y Purina longitud (cm)

Se deduce (figura 19), que la línea de ajuste presenta un coeficiente de regresión lineal (pendiente) para el alimento Naltech, teniendo un valor de $(b = 0.045)$ lo que significa que habrá un incremento en longitud en 0.045 g en el tiempo, a diferencia de la recta de menor pendiente del alimento Purina $(b = 0.044)$, se tendrá un incremento de peso en 0.044 g.

El coeficiente de correlación tiene una tendencia positiva 0.98 y 0.97 para Naltech y Purina respectivamente, indicando que hay una estrecha relación entre la longitud en cada 15 días de evaluación.

4.3 Ganancia absoluta de peso

Esta variable de respuesta permitió expresar el incremento en peso, al proporcionar solo Naltech y Purina en cada estanque al peso al que lograron al final del estudio, el (cuadro 8) presenta la prueba de “t” para comparación de

medias para los dos tipos de alimentos, y los datos promedio de la ganancia absoluta de peso (anexo 4).

Cuadro 8. Prueba de “t” de comparación de medias para la ganancia absoluta de peso según el tipo de alimento

	NALTECH	PURINA
Media	5,891	5,45
Varianza	1,577	2,142
Observaciones	10,00	10,00
Coeficiente de correlación de Pearson	0,339	
Diferencia hipotética de las medias	0,000	
Grados de libertad	9,000	
Estadístico t	0,887	
P(T<=t) una cola	0,199	
Valor crítico de t (una cola)	1,833	
P(T<=t) dos colas	0,398	
Valor crítico de t (dos colas)	2,262	

Fuente: Elaboración propia

EL (cuadro 8), muestra que las medias “t” al ($p < 0.05$), con los dos tipos de alimentos proporcionados a los alevinos, el resultado obtenido muestra que no se presentan diferencias significativas, en el que “t” calculado fue de 0.88 frente al valor de “t” tabular con 1.83, al ser el valor calculado menor al tabulado esto evidencia que los alimentos tienen el mismo efecto en el crecimiento por tener similares características nutricionales.

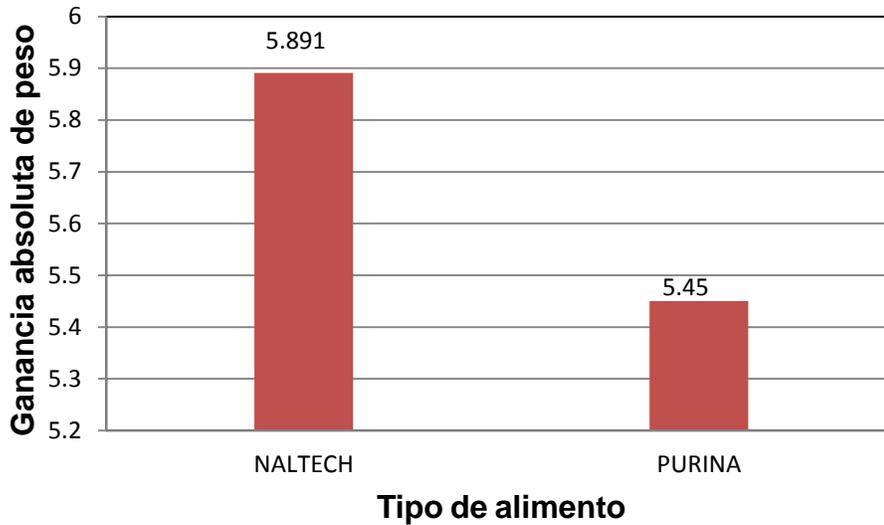


Figura 20. Ganancia Absoluta de Peso

Los resultados obtenidos en Ganancia Absoluta de Peso en el presente trabajo de investigación señala que los alevinos para el alimento Naltech lograron 5.89 g y para el de Purina de 5.45 g a la finalización del estudio.

Por otro lado se observa que este desarrollo obtenido por los dos tipos de alimento no difiere mucho con el resultado obtenido por Klauer (2004), obtuvo un valor de Ganancia Absoluta de Peso 4.98 g en alevinos.

4.4 Conversión Alimenticia

El valor de conversión alimenticia indica el grado de aprovechamiento del alimento por parte de los alevinos de trucha (anexo 5), valor que se detalla en el (cuadro 9), donde se analiza con la prueba de “t” para comparación de medias.

Cuadro 9. Prueba de “t” para comparación de medias para la conversión alimenticia

	NALTECH	PURINA
Media	0,483	0,511
Varianza	0,003	0,008
Observaciones	10,00	10,00
Coefficiente de correlación de Pearson	0,449	
Diferencia hipotética de las medias	0,000	
Grados de libertad	9,000	
Estadístico t	-1,081	
P(T<=t) una cola	0,154	
Valor crítico de t (una cola)	1,833	
P(T<=t) dos colas	0,308	
Valor crítico de t (dos colas)	2,262	

Fuente: Elaboración propia

Al observar la comparación de medias al ($p < 0.05$), donde “t” calculado fue de -1.08 frente al “t” tabulado con 1.83, al ser el valor calculado menor al tabulado los alimentos tienen el mismo efecto en la capacidad de aprovechar el alimento. Según Velezvia (2013), indica que en los estadios primarios primer alevinaje, segundo alevinaje los pececillos alcanzan conversiones alimenticias muy altas (el índice es menor a la unidad).

El alevino necesita más alimentos ricos en nutrientes para su crecimiento, en la formación de tejidos y órganos internos, otro factor importante que influye en el crecimiento es la calidad, la cantidad y la frecuencia de alimentación todo ello conlleva al aprovechamiento eficiente del alimento por parte del organismo del alevino.

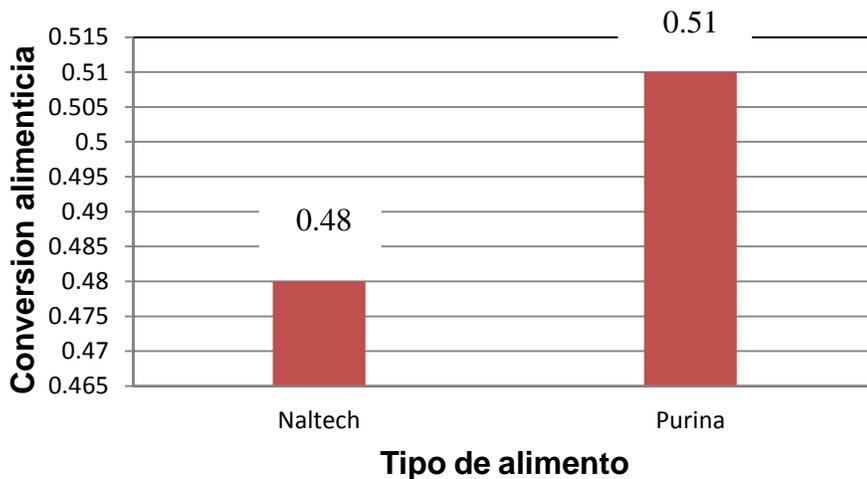


Figura 21. Conversión Alimenticia de los alevinos por el tipo de alimento

La (figura 21), refleja la comparación de medias de conversión alimenticia, Naltech con 0.48 (requiere 0.48 Kg de alimento para un Kilo de carne) y Purina 0.51 (requiere 0.51 Kg de alimento para un Kilo de carne), los alevinos tienen mejor aprovechamiento de los alimentos lo asimilan todos los nutrientes que están dentro de su formulación balanceada, se lo puede comparar con un niño pequeño en donde la curva de crecimiento es lineal y ya en la etapa adulta este ya no crece, sino todo lo que consume lo emplea para fines reproductivos.

En Lagunillas de Perú Klauer (2004), indica que el valor de conversión alimenticia obtenido en alevinos arrojó como resultado 0.6 este valor relacionándolo con el resultado está dentro de ser aceptable.

El aprovechamiento del alimento para el crecimiento Hopher (1993), indica que para el crecimiento la eficiencia parcial del aprovechamiento del alimento para el crecimiento depende de muchos factores. La composición de la dieta y su compatibilidad con los requerimientos para el crecimiento constituyen uno de los principales factores. Cuando la dieta es baja en cualquier nutrimento esencial para el crecimiento, como un aminoácido, una vitamina o un mineral esencial, se requiere una mayor cantidad de alimento para satisfacer la necesidad de este alimento deficiente. También es importante el destino del alimento en el cuerpo, ya sea que se convierta en tejido proteínico o se acumule como lípido.

4.5 Factor de condición

Esta expresión permitió cuantificar en forma numérica el grado de bienestar nutricional de los alevinos al final de la evaluación (anexo 6). Para ello se hizo la prueba de distribución de “t”, que se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 10. Prueba “t” para medias de dos muestras emparejadas

	NALTECH	PURINA
Media	1,740	1,792
Varianza	0,005	0,034
Observaciones	10,00	10,00
Coefficiente de correlación de Pearson	0,448	
Diferencia hipotética de las medias	0,000	
Grados de libertad	9,000	
Estadístico t	-0,990	
P(T<=t) una cola	0,172	
Valor crítico de t (una cola)	1,833	
P(T<=t) dos colas	0,344	
Valor crítico de t (dos colas)	2,262	

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del (cuadro 10), muestra que los tratamientos son similares al realizar la prueba de comparación de medias “t” ($p < 0.05$), donde el valor de “t” calculado fue de -0.99 frente al valor de “t” tabular con 1.83 al ser el valor calculado menor que el tabulado se evidencia que no existen diferencias en el estado corporal del alevino.

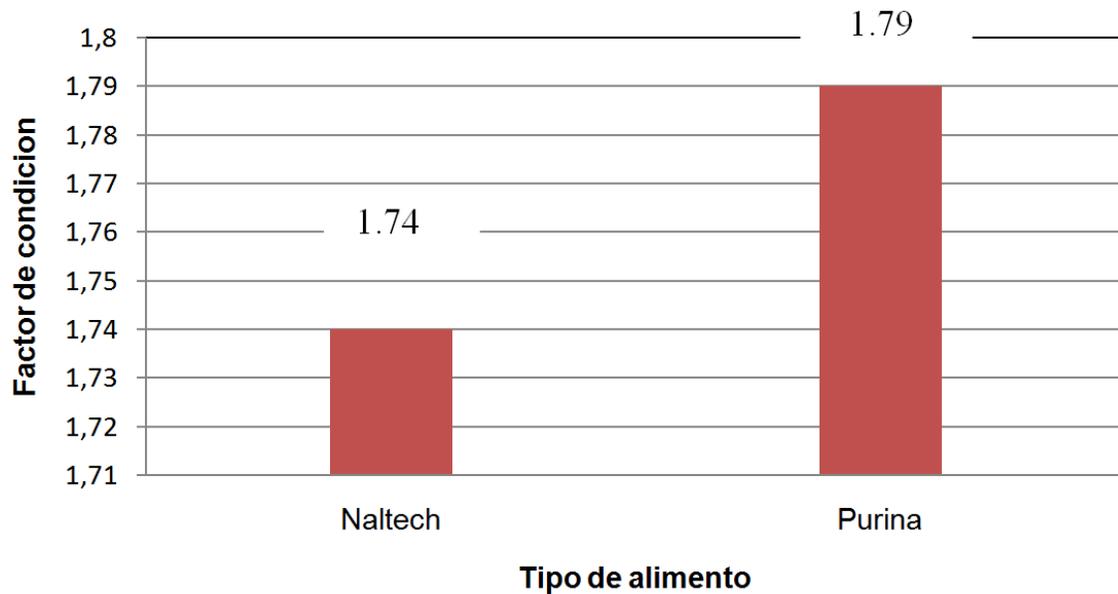


Figura 22. Factor de condición de alevinos según tipo de alimentos

Los resultados de la (figura 22), muestran que los alevinos alimentados con Purina y Naltech alcanzaron valores mayores a 1 logrando un buen desarrollo nutricional, parámetros que están dentro del rango permisible al respecto estudios realizados en el Perú obtuvieron valores de 1.27.

Se observó en la evaluación que con el alimento Naltech se logró un factor de condición de 1.74 y con Purina 1.79, demostrando que tuvieron un buen desarrollo corporal, los alevinos fueron bien alimentados, el alimento tuvo una buena aceptación al ser balanceado pelletizado extruido.

Al respecto los valores de factor de condición para compararlos con los datos obtenidos se lo detallan a continuación:

- Si F es mayor a 1, entonces el pez está gordo.
- Si F es igual a 1, entonces el pez está normal.
- Si F es menor a 1, entonces el pez está delgado.

Si el rango que se hubiera obtenido fuera igual a uno la alimentación puede ser adecuada, con los datos obtenidos se aprecia que el alevino está gordo, en buenas condiciones de estabilidad corporal.

Al respecto las presentaciones de comida balanceada Purina y Naltech mencionan que los alimentos preparados cumplen con los requerimientos nutricionales que requieren los peces en su etapa de alevinaje.

4.6 Mortandad

Después de haber realizado las evaluaciones por espacio de cuatro meses, la mortandad presente fue de diferentes causas, que se detallan a continuación.



Figura 23. Mortandad de los alevinos

Cuadro 11. Mortalidad registrada de los alevinos

Tipo de alimento	Población total inicio	Mortalidad (Unidades)	Porcentaje de Mortalidad
Purina	1000	125	12.50
Naltech	1000	119	11.90

Fuente: Elaboración propia

El (cuadro 11 y figura 23), se observa la mortandad registrada, la cual fue mínima para ambos alimentos en el tiempo de investigación. De una población de 1000 alevinos en cada estanque, Purina con 125 y Naltech 119 muertos el total hasta la finalización del estudio.

La mortandad registrada en la investigación fue mínima, las causas se atribuyen a que en el momento de la limpieza, por la mala construcción de la infraestructura por la tubería de circulación entre estanques los alevinos se incrustaban y la segunda causa dentro del grupo de alevinos que se lo traslado para la siembra en

los estanques existían alevinos enfermos, que por instinto carnívoro los sanos procedían a morder a los enfermos y ocasionarles la muerte.

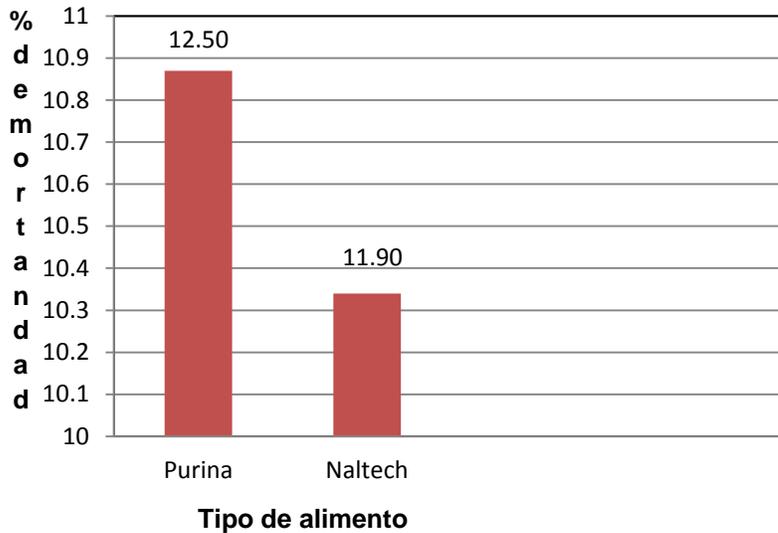


Figura 24. Porcentaje de mortalidad por el tipo de alimento

Los registros de mortalidad (figura 24), en los alevinos tratados con los dos tipos de alimento balanceado fue 12.50% para Purina y 11.90% para Naltech, ya por las causas anteriormente mencionadas.

4.7 Análisis económico parcial

El análisis de costos parciales fue efectuado según la metodología propuesta por Perrin *et.al.*, (1979).

4.7.1 Relación Beneficio Costo

Cuadro 12. Relación Beneficio Costo

B/C>1	Los ingresos económicos son mayores a los gastos de producción, lo que Significa que es rentable.
B/C=0	Los ingresos económicos solo cubren los de producción.
B/C<1	El proyecto no es rentable.

En la definición de Perrin *et al* (1990), la razón beneficio/costo sirve para medir la capacidad que tiene la aplicación de un tratamiento alternativo y generar rentabilidad por cada unidad monetaria gastada.

Cuadro 13. Análisis económico de Beneficio Costo

Estanque	Beneficio Bruto (Bs/estanque)	Costo de producción (Bs/estanque)	Beneficio Neto (Bs/estanque)	Relación B/C
Estanque A (Naltech)	18900	10255	8645	1.84
Estanque B (Purina)	18900	10132.5	8767.5	1.86

Fuente: Elaboración propia

El análisis económico del estudio considero el cálculo de beneficio neto y relación beneficio/costo, debido a la naturaleza del estudio fue considerado el precio estimado de construcción de los estanques y el precio de venta de las truchas pues no se llegó a la etapa de comercialización.

Se consideró los costos de producción para cada alimento (anexo 7), donde la producción con Naltech resultó un total 1135 Bs y el alimento Purina con 1012.5 Bs ambos alimentos no difieren mucho en precio.

El beneficio bruto para ambos tipos de alimento resulto 18900 Bs, se consideró la mortandad de los alevinos y la cantidad de sobrevivientes que multiplicado con el precio estimado de venta.

El costo de producción de todos los insumos, materiales, alevinos y alimento utilizado en la producción, más el precio estimado de construcción de los estanques dando como resultado 10255 Bs. y 10132.5 Bs. para cada estanque.

El resultado obtenido en relación beneficio/costo dio 1.84 para el estanque A con el alimento Naltech, indica que por cada unidad monetaria invertida se recuperó la inversión más un beneficio de 0.84 bs, seguido del estanque B con el alimento Purina con una relación beneficio/costo de 1.86 Bs y se gano 0.86 bs

Estos alimentos tienen una característica, son extruidos pelletizados, Al respecto Klauer (2004), indica que la truchicultura es una actividad que exige mucha inversión inicial, los resultados económicos que se ven a partir de los 7 a más meses que se concrete la primera cosecha, es dinero que seguirá siendo reinvertido en las campañas que se van sembrando sostenidamente.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. En la evaluación de los dos tipos de alimento suministrados a los alevinos de trucha ambos tienen similar contenido nutricional, según la etapa de la trucha el contenido de proteína varía, en alevinaje en concentraciones de 40 – 45 % para su crecimiento acelerado.
2. En cuanto a los alimentos Naltech y Purina estos contribuyen de igual forma para el peso con 4.86 g, el primero en relación al segundo el cual obtuvo un valor de 4.74 g.
3. En cuanto a los alimentos Naltech y Purina estos contribuyen de igual forma a los valores en longitud para Naltech tuvo un valor de 6.54 cm y Purina un valor de 6.41 cm la diferencia se atribuye a la composición nutricional de ambos alimentos.
4. Por otra parte el incremento de peso fue de 0.065 g para Naltech y 0.064 g para Purina dichos incrementos fueron evaluados cada 15 días, existiendo una estrecha relación entre el tiempo y el peso promedio.
5. Para la longitud la línea de tendencia obtuvieron valores 0.045 cm y 0.044 cm dando a entender que en cada evaluación tiene un crecimiento en tamaño.
6. La prueba no es tan significativa para la ganancia absoluta de peso, Naltech con 5.89 g con respecto a Purina 5.45 g el peso al cual llegaron al final del estudio.
7. La conversión alimenticia logro valores 0.48 para Naltech y 0.51 para Purina dando a entender que ambos alimentos aportan proteínas y otros nutrientes que son necesarios para el crecimiento y su actividad metabólica aumente y por tanto el nivel de eficiencia del alimento sea mejor, por otro lado también influye la calidad, cantidad a proporcionar y la composición nutricional del alimento.
8. El factor de condición arrojó estado de gordura dando como resultado 1.74 y 1.792 existiendo una sobrealimentación (exceso de alimento) en el momento

de proporcionarles en los estanques consumen solo su requerimiento y el restante que no lograron captar precipita en el fondo del estanque el cual ya no es consumido para tal efecto ambos alimentos son aprovechados.

9. La variación de los parámetros físico-químicos del agua (pH, T°C, Oxígeno Disuelto) se obtuvo una ligera variación porque existe una estrecha relación con la temperatura y altitud del lugar para la medición de oxígeno disuelto y a la vez este parámetro determina el hábitat de crecimiento de los alevinos de trucha.
10. La evaluación de temperatura en el primer mes fue de 10.5°C y en el mes de octubre 9.5°C y en los meses de noviembre, diciembre con valores de 8.7 °C Y 9°C, el promedio de temperatura para los dos últimos meses.
11. La medición de pH osciló entre los valores de 5.7 el primer mes, en los dos meses siguientes con un valor de 6.4 manteniéndose constante y en el último mes 6.2 tiempo en el que se culminó el trabajo de campo.
12. El contenido de oxígeno disuelto no varió mucho en el primer mes 6.4 mg/l, el segundo mes 6.5mg/l y en los meses siguientes con valores de 6.47 mg/l y 6.2 mg/l respectivamente.
13. La relación B/C de los dos estanques, el alimento purina que se le proporcionó en el estanque B se destacó con una relación B/C de 1.86 con un beneficio neto de 8767.5 Bs. A su vez el estanque A posee una relación B/C de 1.84 y beneficio neto 8645 Bs. ambos son económicamente similares en precio de compra y buenos en calidad nutricional. Dando a entender que por cada boliviano invertido para Purina se tiene una ganancia de 0.86 bs. y para Naltech se gana 0.84 bs. Con ello corroboramos que la crianza de truchas es rentable más en un lugar donde no se tiene pescado a la venta en las ferias del municipio.
14. En cuanto a la calidad de los alimentos peruanos los dos son buenos salvo algunas diferencias mínimas en su composición nutricional y son igualmente consumidos por los alevinos, juveniles, adultos y reproductores estos tienen la característica de ser alimentos pelletizados extruidos

6. RECOMENDACIONES

Según los resultados y conclusiones obtenidos en la presente investigación se recomienda lo siguiente:

1. Los parámetros físico-químicos del agua, serán necesarios tomarlos durante toda la etapa de crecimiento de la trucha, para conocer la variación y su efecto.
2. El alimento que es preparado por empresas bolivianas, no tienen una buena consistencia, se deshacen muy rápidamente antes de proporcionarles a las truchas y también debería ser preparado según los requerimientos nutricionales para cada etapa de crecimiento de la trucha. El alimento en el mercado no tiene un proceso extruido de pelletización, es por ello que se recomienda proporcionar alimentos consistentes.
3. Para una adecuada producción, se debe diseñar una buena infraestructura para la crianza de truchas con un ambiente propio para el desove.
4. Para no tener problemas en el traslado de alevinos a distancias largas, se recomienda, que no haya enfermos, pues puede existir problemas de canibalismo.
5. Al realizar el cálculo de la cantidad de alimento a proporcionar a los alevinos, tomar en cuenta que en la etapa de alevinaje necesitan más alimentos nutritivos, con mayor contenido de proteína para su crecimiento.

6. En la instalación de tubería de ingreso de agua a los estanques colocar cernidores para evitar el ingreso de sedimentos y a consecuencia de ello no se oxigene el agua.

7. Mientras más nutritivo sea un alimento para las truchas y sea preparada para las diferentes etapas de crecimiento, deben ser pelletizadas y extruidas y tengan un descenso lento para que los alevinos logren capturar el alimento.

8. Mediante los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se recomienda realizar investigaciones con peces tropicales.

7. LITERATURA CITADA

- AQUA VISION. 2009.** La trucha peruana y su potencial de desarrollo. Revista Peruana. p. 20-21.
- AQUATECH. 2010.** Alimento para Truchas. Folleto.
- ARTEAGA, Y. 2004.** Apuntes de clases de Estadística.
- ATENCIO, S. 2011.** Pesca y Acuicultura en el Lago Titicaca. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Biológicas. Simposio Internacional.
- BASTARDO Y BIANCHI. 2007.** “Nonconventional protein use in diets for initiator of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*” Investigaciones Agrícolas (INIA-Venezuela). Instituto Nacional de Ecología y Nutrición. Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Lab FIRP, Universidad de los Andes (ULA), Venezuela. Email: hbastardo@inia.gob.ve.
- CASTAÑON, V. 1998.** Manual básico de capacitación para la producción Intensiva De Trucha Arco Iris. Ed. Graficas. Primera Edición. La Paz, Bolivia. 74p.
- CENTRO DE INVESTIGACION DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE – CIRNMA, 2009.** Manual de Crianza de Truchas en jaulas Flotantes. Proyecto binacional Truchas – Convenio CIRNMA – CIDEAL. Puno, Perú.
- FAVRE, L. 2011.** Manejo eficiente de la alimentación en Truchas. Seminario.
- GALECIO, F. 2004.** Calidad del agua. Lima – Perú. 1 disco compacto. 8mm.
- GALINDO, S. 2003.** Manual de crianza, alimentación y nutrición de Truchas en jaulas flotantes. CARE PERU, Arequipa.
- GARCIA A. Y CALVARIO O. 2003.** Manual de buenas Practicas de Producción Acuícola de Trucha para la Inocuidad Alimentaria. Sinaloa. México.
- GONZALES, J. Y MATEO, E. 2002.** Manual de Terminología y Definiciones de Patobiología Acuática. Primera Edición. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú.

- HAMAMITSU, 2002.** Producción de semilla de Trucha Arco Iris. Impresión Artes Graficas Latina. La Paz – Bolivia. 134p.
- HEPHER, B. 1993.** Nutrición de peces comerciales en estanques. Editorial Limusa. Grupo Noriega Editores. Primera Edición. Impreso en México. 406p.
- KLAUER, B. 2004.** Manual de crianza de truchas en Jaulas flotantes. Primera Edición. Imprenta el Centro Bartolomé de las Casas. Impreso en Cusco – Peru. 128 p.
- MORALES, S. 2003.** Producción extensiva de Trucha en Lagunas de Altura; Programa de Capacitación JICA-CIDAB. Primera Edición. Tiquina, La Paz, Bolivia. 90p.
- MANCINI, M. 2002.** Introducción a la Biología de los peces. Cursos Introducción a la Producción Animal.
- MENDOZA, R. 2004.** Manual de Cultivo de Trucha Arco Iris en jaulas flotantes. Fondo Nacional de Desarrollo pesquero y Agencia Española de Cooperación Internacional. Lima Perú.
- MOLLOCONDO, H. 2006.** Acuicultura Trucha Alimento Balanceado Requisitos y Definiciones. Dirección Regional de la Producción PUNO Curso.
- MOTTE, E. 2009.** Principales enfermedades de la trucha y estrategias de Prevención. I Seminario Internacional de Acuicultura. La Truchicultura: Perspectivas y oportunidades para un desarrollo competitivo. Lima – Perú.
- NIWA, Y. 2004.** Guía de enfermedades de Trucha Arco Iris: Prevención y Control. Primera edición. El Grafico: Editorial - Imprenta – Papelería. Impreso en Bolivia. p. 7 -10.
- OGAWA, H. Y CLAROS, J. 1993.** Reproducción de la Trucha Arco Iris. CDPTA-JICA. La Paz. p. 1-3.
- PALOMINO, R. 2004.** Crianza y Producción de Truchas. Ediciones Ripalme. Lima – Peru. 135p.
- PERRIN, R., WINKELMANN, D., MOSCARDI, E., Y ANDERSON, J. 1979.** Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, un

manual metodológico de evaluación económica. CIMMYD. México D.F. p. 9-45.

PROYECTO. “DESARROLLO DE CAPACIDADES PRODUCTIVAS Y EMPRESARIALES EN TRUCHICULTURA EN LA REGION HUANCVELICA”. 2010. Manual Básico: “Manejo técnico Productivo sobre la crianza de trucha”.

PURINA. 2013. Programa de alimentación de truchas en estanques y jaulas Flotantes. Tríptico.

QUISPE, E. 2003. Métodos de Formulación de Raciones. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Publicado en Agosto.

QUISPE, E. 2007. Bioestadística. Universidad Mayor de San Andrés. Publicado en marzo. 205p.

REVISTA INFORMATIVA TURISTICA DEL MUNICIPIO DE QUIME, 2012.

SANTIAGO, J. M. y AMBROSIO, L. 2000. Pesca y medio ambiente en el lago Titicaca. Proyecto Padespa. Lima – Perú.

TACON, A. Y CRUZ, L. 1999. Gestión de la Acuicultura: Alimentación y Nutrición. Conferencia Internacional Acuicultura Sostenible. Desarrollo y Comercio. Lima- Perú.

SARMIENTO, J. 2004. Biología – Ictiología. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Biología. La Paz, Bolivia.

STEVENSON, J. 1985. “Manual de crías de la Trucha”. Editorial Acribia. Madrid España. 145 p.

RONDON, P. 2007. Alimento extruido para Truchas Premium. Lima – Perú. Folleto.

VELEZVIA, J. 2013. Ingeniero Pesquero de la UNA-PUNO. Conversación directa.

VEGA, E. 2010. Calidad de agua para producción de Truchas. Seminario.

VERGARA, V. 2001. Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos. Universidad Nacional Agraria la Molina. Seminario: “Avances en alimentación en Truchas”.

ANEXOS

Anexo 1. Formulación de ingredientes para los dos tipos de alimento

Análisis nutricional para los tipos de alimento Naltech

Análisis Garantizado para la presentación de inicio

Análisis Garantizado	Porcentaje
Proteína mínima	45%
Calcio mínimo	1.8%
Fosforo mínimo	1.2%
Ceniza máxima	10%
Grasa mínima	10%
Fibra máxima	2.5%
Digestibilidad pepsina mínima	90%
Humedad máxima	12%

Fuente: Aquatech (2009)

Análisis Garantizado para la presentación de crecimiento 1

Análisis Garantizado	Porcentaje
Proteína mínima	42%
Calcio mínimo	1.3%
Fosforo mínimo	1.0%
Ceniza máxima	12%
Grasa mínima	10%
Fibra máxima	3%
Humedad máxima	12%

Fuente: Aquatech (2009)

Análisis Garantizado para la presentación de crecimiento 2

Análisis Garantizado	Porcentaje
Proteína mínima	42
Calcio mínimo	1.3
Fosforo mínimo	1.0
Ceniza máxima	12
Grasa mínima	10
Fibra máxima	3
Humedad máxima	12

Fuente: Aquatech (2009)

Ingredientes básicos que los conforman

Harina de pescado, harina de soya, subproducto de cereales, harina de trigo, aceite de pescado y vegetal ricos en w-3 y w-6, vitaminas y minerales, cloruro de colina y antioxidantes (Aquatech, 2009)

Perfil del producto Purina para sus diferentes tipos de alimento

	Proteína Min. %	Grasa Min. %	Fibra Max. %	Humedad Max. %	Ceniza Max. %
Truchina 48	48	12	3	14	12
Truchina 44	44	12	3	14	12
Truchina 42	42	12	3	14	12
Truchina 40	40	12	3	14	12

Fuente: Truchina (2010)

Anexo 2. Tabla de Alimentación – Elaborada por Leitritz (1960)

Peso g.		0.18- 1.5	1.5- 5.1	5.1- 12	12- 23	23- 39	39- 62	62- 92	92- 130	130- 180	180-
cm °C	-2.5	2.5- 5.0	5.0- 7.5	7.5- 10	10- 12.5	12.5- 15.0	15.0- 17.5	17.5- 20	20- 22.5	22.5- 25.0	25.0-
2	2.6	2.2	1.7	1.3	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4
3	2.8	2.3	1.8	1.4	1.1	0.9	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4
4	3.1	2.5	2.0	1.6	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5
5	3.3	2.7	2.2	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
6	3.6	3.0	2.4	1.9	1.5	1.2	1.0	0.8	0.8	0.7	0.6
7	3.9	3.2	2.6	2.0	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.8	0.7
8	4.2	3.5	2.8	2.2	1.7	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7
9	4.5	3.8	3.1	2.4	1.8	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9	0.8
10	4.9	4.2	3.3	2.6	2.0	1.6	1.4	1.2	1.1	0.9	0.8
11	5.3	4.5	3.6	2.8	2.1	1.7	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9
12	5.7	4.8	3.9	3.0	2.3	1.8	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
13	6.2	5.2	4.2	3.2	2.4	2.0	1.7	1.5	1.3	1.1	1.1
14	6.7	5.6	4.5	3.5	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.2
15	7.2	6.0	4.9	3.8	2.8	2.3	1.9	1.7	1.5	1.3	1.3
16	7.7	6.4	5.2	4.1	3.1	2.5	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3
17	8.3	6.8	5.6	4.4	3.3	2.7	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4
18	8.8	7.3	6.0	4.8	3.5	2.8	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5
19	9.3	7.9	6.4	5.1	3.8	3.0	2.3	2.1	1.9	1.7	1.6
20	9.9	8.2	6.9	5.5	4.0	3.2	2.5	2.2	2.0	1.8	1.7

Fuente: Morales (2003)

Anexo 3. Datos promedio de los dos tipos de alimento registrados durante la investigación

Promedio por fechas de los alimentos de la variable longitud (cm)

Fechas	Días	A(Naltech)	B(Purina)
10/10/2008	15	3,834	3,831
29/10/2008	30	4,047	3,976
13/11/2008	45	4,961	4,789
29/11/2008	60	5,529	5,481
15/12/2008	75	6,537	6,408

Fuente: Elaboración propia

Promedio por fechas de los alimentos de la variable peso (g)

Fechas	Días	A (Naltech)	B (Purina)
10/10/2008	15	0,72	0,76
29/10/2008	30	1,32	1,08
13/11/2008	45	2,3	2
29/11/2008	60	2,9	2,86
15/12/2008	75	4,86	4,74

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Calculo de la ganancia absoluta de peso promedio

Muestra (promedio)	Naltech G.A.P.(g)	Purina G.A.P. (g)
1	7.00	4.25
2	5.50	5.00
3	4.25	6.00
4	6.33	5.50
5	7.33	7.00
6	8.00	6.25
7	5.25	3.80
8	4.25	3.20
9	5.50	8.00
10	5.50	5.50

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Calculo de la Conversión Alimenticia promedio de los alevinos de trucha

Muestra (promedio)	Naltech (C.A.)	Purina (C.A.)
1	0.47	0.58
2	0.45	0.66
3	0.58	0.55
4	0.52	0.45
5	0.45	0.47
6	0.41	0.40
7	0.47	0.52
8	0.58	0.62
9	0.45	0.41
10	0.45	0.45

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Calculo del Factor de Condición promedio para los alevinos de trucha

Muestra (promedio)	Naltech (K)	Purina (K)
1	1.79	1.76
2	1.65	1.58
3	1.62	1.52
4	1.77	1.62
5	1.78	1.78
6	1.73	2.13
7	1.82	1.83
8	1.82	1.94
9	1.71	1.87
10	1.71	1.89

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Costos parciales de Producción

Insumos	Unidad	Cantidad	P/U(Bs)	Precio total (Bs)
Balanza analítica	Unidad	1	220	220
ictiometro	Unidad	1	50	50
tamo	Unidad	2	50	100
pHmetro	unidad	1	150	150
termómetro	unidad	1	80	80
baldes	unidad	2	20	40
oxímetro	unidad	1	60	60
red de mano	m	2	40	80
red semisombra	m2	27	50	1350
lavandina	unidad	2	5	10
				2140
Material biológico y el alimento				
Alevinos	unidad	2000	0,8	1600
Naltech				
inicio	Kg	5	72,5	72,5
crecimiento 1	Kg	35	437,5	437,5
crecimiento 2	Kg	50	625	625
Purina				1135
Truchina 48	Kg	5	68,5	68,5
Truchina 44	Kg	30	354	354
Truchina 42	kg	50	590	590
				1012,5
Total				5887,5

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 8. DESINFECCION DE LOS ESTANQUES CON HIPOCLORITO DE SODIO



ANEXO 9. LLENADO DE AGUA A LOS ESTANQUES



ANEXO 10. CONTEO Y VERIFICADO DEL INGRESO DE SEDIMENTOS EN LOS ESTANQUES



ANEXO 11. SELECCIÓN DE LOS REPRODUCTORES



ANEXO 12. EXTRACCION DE SEDIMENTOS DE LAS TUBERIAS DE SALIDA DEL AGUA



ANEXO13. TRATAMIENTO DE TRUCHAS ENFERMAS

