



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

**“ALIMENTACIÓN DE TRUCHAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus*
Vulgaris (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, EN EL
CANTÓN CHAMBO PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para obtener el grado académico de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR:

BAYRON MARCELO COSTALES TAPIA

Riobamba – Ecuador

2021



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

**“ALIMENTACIÓN DE TRUCHAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus*
Vulgaris (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, EN EL
CANTÓN CHAMBO PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para obtener el grado académico de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR: BAYRON MARCELO COSTALES TAPIA

DIRECTOR: Ing. LUIS ANTONIO VELASCO MATVEEV, Mgs.

Riobamba – Ecuador

2021

©2021, Costales Tapia Bayron Marcelo.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, **Bayron Marcelo Costales Tapia**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de estas fuentes están debidamente citadas y refrendadas.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académicas de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 22 de Noviembre de 2021

Bayron Marcelo Costales Tapia
0603546045

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA
CERTIFICACIÓN

El tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación: Tipo Trabajo Experimental, “**ALIMENTACIÓN DE TRUCHAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, EN EL CANTÓN CHAMBO PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, de responsabilidad del Señor **Bayron Marcelo Costales Tapia**, ha sido minuciosamente revisada por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, queda autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Maritza Lucia Vaca Cárdenas, Mgs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



.....

22/11/2021

Ing. Luis Antonio Velasco Matveev, Mgs.
**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

**LUIS
ANTONIO
VELASCO
MATVEEV**

Firmado digitalmente por
LUIS ANTONIO VELASCO
MATVEEV
Nombre de reconocimiento
(DN): c=EC, I=ROBAMBA,
serialNumber=0602887424,
cn=LUIS ANTONIO
VELASCO MATVEEV
Fecha: 2021.12.09 12:50:36
-05'00'

.....

22/11/2021

Ing. Víctor Hugo Huebla Concha, Mgs.
MIEMBRO DE TRIBUNAL

**VICTOR
HUGO
HUEBLA
CONCHA**

Firmado digitalmente por
VICTOR HUGO
HUEBLA CONCHA
Fecha: 2021.12.08
23:15:13 -05'00'

.....

22/11/2021

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico principalmente a Dios, por ser mi pilar fundamental, darme salud y sabiduría para cumplir esta meta. A mis padres José Alonso Costales y Norma Cecilia Tapia, por brindarme su apoyo incondicional para poder alcanzar mi meta anhelada. A mis hermanos Darío Paul, Leslie Gabriela quienes siempre han estado junto a mí brindándome todo su apoyo, amistad, amor. A mi tía materna Martha Tapia; quien me apoyado durante toda esta etapa gracias por ser como mi segunda madre. De la misma forma A mis primos German, Mayra, Paola quienes me han apoyado desde que inicié mi proceso de formación universitaria; gracias por siempre guiarme por el camino de Dios y brindarme su apoyo incondicional. A los maestros que formaron parte de mi vida estudiantil, y que aportaron con sus conocimientos para poder cumplir una etapa de mi vida.

Bayron Marcelo Costales Tapia

AGRADECIMIENTO

Dejo mi constancia de mi sincero agradecimiento a Dios por darme la vida, salud, sabiduría y una familia para seguir compartiendo momentos durante la trayectoria de vida. A la Carrera de Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrir sus puertas permitiéndome adquirir y desarrollar mis aptitudes profesionales. A los docentes quienes conforman como Miembros del Tribunal de la investigación, al Ing. Antonio Velasco y al Ing. Víctor Huebla, quienes con su ayuda y apoyo oportuno supieron guiarme a culminar el presente trabajo de investigación.

Con amor y respeto:

Bayron

TABLA DE CONTENIDOS

INDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPITULO I

1. MARCO TEORICO REFERENCIAL.....	2
1.1. Piscicultura.....	2
1.2. Situación de la piscicultura mundial.....	2
1.3. Antecedentes.....	2
1.4. Hábitat.....	2
1.5. <i>Taxonomía de la Trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss.)</i>	3
1.6. Biología de la trucha.....	3
1.7. Anatomía.....	4
1.8. Fases del cultivo.....	5
1.8.1. <i>Alevinaje</i>	5
1.8.2. <i>Juveniles</i>	5
1.8.2. <i>Levante</i>	5
1.8.3. <i>Engorde</i>	6
1.9. Sistemas de producción.....	6
1.9.1. <i>Sistemas Extensivos</i>	6
1.9.2. <i>Sistemas Semi – intensivos</i>	6
1.9.3. <i>Sistemas intensivos</i>	7
1.9. Parámetros generales para el cultivo de trucha.....	7
1.10.1. <i>Oxígeno</i>	7
1.10.2. <i>Temperatura</i>	7
1.10.3. <i>pH</i>	8
1.10.4. <i>Turbidez</i>	8
1.10.5. <i>Amonio</i>	8

1.10.	Alimentación.....	9
1.11.	<i>Requerimientos nutricionales de la trucha arco iris.....</i>	10
1.12.1.	<i>Proteínas.....</i>	10
1.12.2	<i>Energía.....</i>	10
1.12.3.	<i>Vitaminas.....</i>	10
1.12.4.	<i>Minerales.....</i>	11
1.12.	Tipos de alimentos para peces.....	12
1.13.1.	<i>Características del alimento para peces.....</i>	12
1.13.2.	<i>Alternativas de obtención de alimento natural para peces.....</i>	13
1.13.3	<i>Almacenamiento del alimento.....</i>	13
1.14.	Fréjol.....	14
1.14.1.	<i>Taxonomía.....</i>	15
1.14.2.	<i>El cultivo de fréjol.....</i>	15
1.14.3	<i>El cultivo de fréjol en el Ecuador.....</i>	15
1.14.4.	<i>Importancia de las leguminosas.....</i>	16
1.14.5.	<i>Generalidades de la producción de fréjol.....</i>	16
1.14.6.	<i>Descripción botánica.....</i>	16
1.14.7.	<i>Calidad nutricional.....</i>	17
1.14.8.	<i>Compuestos anti nutrimentales.....</i>	18
1.14.9.	<i>Digestibilidad en organismos acuáticos.....</i>	19

CAPITULO II

2.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
2.1.	Localización y duración del experimento.....	21
2.2.	Unidades experimentales.....	21
2.3.	Materiales, equipos e instalaciones.....	21
2.3.1.	<i>Biológicos.....</i>	21
2.3.2.	<i>De campo.....</i>	21
2.3.4.	<i>Suministros.....</i>	22
2.3.5.	<i>Equipos.....</i>	22
2.3.6.	<i>Instalaciones.....</i>	22
2.3.7.	<i>Equipos y Materiales de Oficina.....</i>	22
2.4.	Mediciones experimentales.....	22
2.5.	Tratamientos y diseño experimental.....	23
2.6.	Análisis del experimento y pruebas de significancia.....	23

2.7.	Esquema del ADEVA.....	23
2.8.	Procedimiento experimental.....	24
2.9.	Metodología de evaluación.....	24
2.9.1.	<i>Peso inicial, (g)</i>	24
2.9.2.	<i>Peso quincenal y final, (g)</i>	24
2.9.3.	<i>Ganancia de peso quincenal y final, (g)</i>	24
2.9.3.	<i>Conversión alimenticia quincenal y final</i>	24
2.9.5.	<i>Talla quincenal y final, cm</i>	25
2.9.6.	<i>Mortalidad %</i>	25
2.9.7.	<i>Rendimiento a la canal (%)</i>	25
2.9.8.	<i>Beneficio/ costo</i>	25

CAPITULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	26
3.1.	Análisis bromatológico de la dieta (Fréjol).....	26
3.2.	Evaluación del peso inicial (g).....	26
3.3.	Evaluación del peso de la trucha por etapas. (g).....	27
3.4.	Evaluación de la ganancia de peso de la trucha por etapas (g).....	31
3.5.	Evaluación del rendimiento a la canal (%)......	34
3.6.	Evaluación del tamaño de las truchas por etapas (cm).....	35
3.7.	Evaluación de la conversión alimenticia por etapas.....	39
3.8.	Evaluación de la mortalidad (%)......	42
3.9.	Evaluación del Beneficio/Costo.....	43
	CONCLUSIONES.....	45
	RECOMENDACIONES.....	46

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clasificación taxonómica de la trucha.	3
Tabla 2-1:	Flujo de producción de truchas arco iris (<i>oncorhynchus mykiss</i>).....	6
Tabla 3-1:	Requerimientos nutricionales para truchas.	10
Tabla 4-1:	Programa de alimentación para trucha.....	13
Tabla 5-1:	Administración porcentual de alimento por día para truchas.....	13
Tabla 6-2:	Condiciones meteorológicas del Cantón Chambo	21
Tabla 7-2:	Esquema del experimento.	23
Tabla 8-2:	Esquema del ADEVA	23
Tabla 9-3:	Resultado del análisis bromatológico del fréjol (<i>phaseolus vulgaris</i>)	26
Tabla 10-3:	Comportamiento biológico del peso inicial, quincenal y final de la trucha alimentada bajo diferentes niveles de harina de fréjol como fuente proteica.....	28
Tabla 11-3:	Comportamiento biológico de la ganancia inicial, quincenal y final de la trucha alimentada bajo diferentes niveles de harina de fréjol como fuente proteica.....	31
Tabla 12-3:	Comportamiento biológico del tamaño inicial, quincenal y final de la trucha alimentada bajo diferentes niveles de harina de fréjol como fuente proteica.....	36
Tabla 13-3:	Comportamiento biológico de la conversión alimenticia, quincenal y final de la trucha alimentada bajo diferentes niveles de harina de fréjol.....	39
Tabla 14-3:	Análisis económico total de la producción de la trucha alimentada con diferentes niveles de harina de fréjol como fuente de proteína	44

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1:	Morfología de la trucha arco iris (<i>oncorhynchus mykiss</i>).....	4
Gráfico 2-3:	Peso inicial en gramos de las truchas a los 90 días de edad aplicadas a los diferentes niveles de harina de fréjol en su alimentación.....	27
Gráfico 3-3:	Curva de la regresión ajustada para el peso de las truchas final, como efecto de la aplicación de diferentes niveles de harina de fréjol	30
Gráfico 4-3:	Curva de la regresión ajustada para la ganancia de peso total de las truchas, como efecto de la aplicación de diferentes niveles de harina de fréjol.....	33
Gráfico 5-3:	Rendimiento a la canal en porcentaje de las truchas, como efecto de la aplicación diferentes niveles de harina de fréjol en su alimentación	34
Gráfico 6-3:	Curva de la regresión ajustada para el rendimiento a la canal de las truchas , como efecto de la aplicación de diferentes niveles de harina de fréjol.....	35
Gráfico 7-3:	Tamaño inicial en centímetros de las truchas a los 90 días de edad.....	35
Gráfico 8-3:	Tamaño final en centímetros de las truchas a los 60 días como efecto de la aplicación de diferentes niveles de harina de fréjol.....	37
Gráfico 9-3:	Dinámica del tamaño en centímetros de la trucha durante 60 días como efecto de la aplicación de diferentes niveles de harina de fréjol.....	38
Gráfico 10-3:	Curva de la regresión ajustada para el tamaño de las truchas final, como efecto de la aplicación de diferentes niveles de harina de fréjol.....	38
Gráfico 11-3:	Curva de la regresión ajustada para la conversión alimenticia final de las truchas, como efecto de la aplicación de diferentes niveles de harina de fréjol.....	41
Gráfico 12-3:	Mortalidad en porcentaje de las truchas durante los 60 días de investigación, como efecto de la aplicación diferentes niveles de harina de fréjol.....	42

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PESO INICIAL DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, gramo
- ANEXO B:** PESO SEMANA 2 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE , gramo
- ANEXO C:** PESO SEMANA 4 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, gramo.
- ANEXO D:** PESO SEMANA 6 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, gramo
- ANEXO E:** PESO SEMANA FINAL DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, gramos.
- ANEXO F:** TAMAÑO INICIAL DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE , cm.
- ANEXO G:** TAMAÑO SEMANA 2 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, cm
- ANEXO H:** TAMAÑO SEMANA 4 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE,, cm.
- ANEXO I:** TAMAÑO SEMANA 6 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, cm
- ANEXO J:** TAMAÑO SEMANA FINAL DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, gramos.
- ANEXO K:** RENDIMIENTO A LA CANAL DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, %.
- ANEXO L:** GANANCIA DE PESO SEMANA 2 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, gramos.
- ANEXO M:** GANANCIA DE PESO SEMANA 4 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, gramos.

- ANEXO N:** GANANCIA DE PESO SEMANA 6 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, gramos.
- ANEXO O:** GANANCIA DE PESO FINAL DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, gramos.
- ANEXO P:** GANANCIA DE PESO TOTAL DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, gramos.
- ANEXO Q:** CONVERSION ALIMENTICIA SEMANA 2 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE.
- ANEXO R:** CONVERSION ALIMENTICIA SEMANA 4 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE.
- ANEXO S:** CONVERSION ALIMENTICIA SEMANA 6 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE.
- ANEXO T:** CONVERSION ALIMENTICIA FINAL DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE.
- ANEXO U:** CONVERSION ALIMENTICIA TOTAL DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *PHASEOLUS VULGARIS* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE.
- ANEXO V:** ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA HARINA DE FRÉJOL (*PHASEOLUS VULGARIS*).

RESUMEN

En la provincia de Chimborazo, Cantón Chambo, se evaluó el comportamiento productivo de truchas en la etapa de engorde, alimentadas con proteína de *Phaseolus vulgaris* (Fréjol), con el objetivo de reducir el tiempo de producción de truchas; se realizó bajo un Diseño Completamente al Azar con tres tratamientos (10, 20 y 30% de harina de fréjol) más el control, divididos en 4 repeticiones con 20 truchas, con un total de 320 peces en el experimento. La variación de los pesos y tallas se tomaron cada quince días, finalmente se calculó la conversión alimenticia, mortalidad y Beneficio/Costo mismas que fueron sometidas a un análisis de varianza (ADEVA) y separación de medias de acuerdo a la metodología de Tunkey a un nivel de significancia ($P \leq 0,05$). Se realizó el análisis bromatológico de *Phaseolus vulgaris*. La investigación arrancó con un peso y talla inicial promedio de 34,04 gramos y 14,70 centímetros respectivamente; los resultados sugieren que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, pero si numéricas, reportándose finalmente que los pesos superiores fueron en T1 con 118,13 gramos y la mejor talla para el T3 con 22,10 centímetros. La mejor ganancia de peso en T1 con 83,63 gramos, además un mejor rendimiento a la canal el T2 con 87,04%; la mortalidad más baja registró el T3 con 1,25%, la relación B/C calculado presento el mejor tratamiento en T1= \$1.12 obteniendo una ganancia de 0,12 centavos. Se concluye que el 10% de harina de fréjol como fuente de proteína implica mejores rendimientos productivos en cuanto a peso de las truchas, ganancia de peso, conversión alimenticia y adicionalmente abarata los costos de producción; es recomendable fomentar a los productores piscícolas de la localidad implementar este sistema de alimentación para los peces como alternativa de crianza que acorte el tiempo de cosecha.

Palabras claves: < PROTEÍNA DE FRÉJOL>, <TRUCHA ARCOÍRIS>, <COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO>, <ANÁLISIS BROMATOLÓGICO>, <DIETAS ALIMENTICIAS >, <CHAMBO (CANTÓN)>.

CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO
RUIZ

Firmado digitalmente
por
CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ
Fecha: 2021.11.30
19:31:42 -05'00'



2192-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

In the province of Chimborazo, Chambo Town, the productive behavior of trout in the fattening stage, fed with *Phaseolus vulgaris* protein (Beans), was evaluated in order to reduce the time of trout production. It was carried out under a Completely Random Design with three treatments (10, 20 and 30% bean flour) plus the control, divided into 4 repetitions with 20 trout, with a total of 320 fish in the experiment. The variation of the weights and sizes were taken every fifteen days, finally the feed conversion, mortality and Benefit / Cost were calculated, which were subjected to an analysis of variance (ADEVA) and separation of means according to the tunkey methodology at a significance level ($P \leq 0.05$). The bromatological analysis of *Phaseolus vulgaris* was carried out. The research started with an average initial weight and height of 34.04 grams and 14.70 centimeters respectively. The results suggest that there were no significant differences between the treatments, but there were numerical differences. Finally reporting that the highest weights were in T1 with 118.13 grams and the best size for T3 with 22.10 centimeters. The best weight gain in T1 with 83.63 grams. In addition, a better performance to the carcass in T2 with 87.04% was observed. The lowest mortality was recorded in T3 with 1.25% and the calculated B / C ratio presented the best treatment in T1 = \$ 1.12 obtaining a profit of 0.12 cents. It is concluded that 10% bean flour as a protein source implies better productive yields in terms of trout weight, weight gain, feed conversion and additionally lowers production costs. It is advisable to encourage local fish farmers to implement this feeding system for fish as a breeding alternative that shortens harvest time.

Keywords: <BEAN PROTEIN>, <RAINBOW TROUT>, <PRODUCTIVE BEHAVIOR>, <BROMATOLOGICAL ANALYSIS>, <FOOD DIETS>, <CHAMBO (TOWN)>.

GLORIA ISABEL
ESCUDERO
OROZCO

Firmado digitalmente por GLORIA ISABEL
ESCUDERO OROZCO
DN: cn=GLORIA ISABEL ESCUDERO
OROZCO c=EC o=SECURITY DATA S.A. 1
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION
Motivo: Soy el autor de este documento
Ubicación:
Fecha: 2021-09-09 13:15+19:00

INTRODUCCIÓN

El cultivo de trucha arco iris ha sostenido un desarrollo importante durante estos últimos años y está difundida en nuestro país debido a su rentabilidad y aceptación en el mercado, por lo que es uno de los pilares esenciales del sector agropecuario ecuatoriano. El continuo avance que presenta la manufactura acuícola, es producto de la contribución científica y tecnológica de las diferentes áreas relacionadas con la rama, siendo el desarrollo genético, uno de los enlaces que continuamente está generando truchas con mejor desempeño productivo. Obviamente la nutrición se encuentra involucrada y está bruscamente relacionada a este desarrollo, es por ello que de manera permanente deben llevarse a cabo revisiones y actualizaciones, no solo en términos de definir la proteína ideal y los nuevos requerimientos nutricionales, sino igualmente a nivel de la composición y valoración nutritiva de los recursos alimenticios utilizados en las dietas (Espinosa, 2004, p. 34).

La zona sierra ofrece un sinnúmero de ventajas las cuales debemos explotar, para alcanzar una producción piscícola acorde a nuestras condiciones, utilizando sobre todo los recursos disponibles del medio, nuestro estado cuenta con una gran variedad de floras, que, por su velocidad de crecimiento, aportan una cantidad de biomasa suficiente para suplir gran parte de las necesidades nutricionales, tanto proteicas y energéticas de los animales (Prada, 2006, p. 1).

Se ha visto la necesidad de realizar la evaluación de una especie de la localidad que aporte con nutrientes para una correcta nutrición de los peces, para dar a conocer a los piscicultores del Cantón Chambo el beneficio de esta importante leguminosa en la producción de truchas. Se adicionará a la alimentación tres niveles de harina de *Phaseolus Vulgaris* (Fréjol), para determinar la influencia en la ganancia de peso, que permita comercializar animales en menor tiempo posible.

En base a lo expuesto anteriormente, se plantearon los siguientes objetivos:

- Demostrar la eficacia de la proteína de *Phaseolus vulgaris* (Fréjol) en la alimentación de truchas en la etapa de engorde.
- Analizar el comportamiento productivo de las truchas en la etapa de engorde alimentadas con tres niveles (10, 20 y 30 %) de proteína de *Phaseolus vulgaris* (Fréjol).
- Estimar la rentabilidad productiva de cada uno de los tratamientos mediante el Beneficio Costo.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Piscicultura.

La piscicultura es un grupo de ocupaciones, técnicas y conocimientos usados en la crianza de especies acuáticas, entre ellas la trucha. La piscicultura tiene por objeto el cultivo racional de los peces, lo que comprende particularmente el control de su crecimiento y su reproducción. Se practica en estanques naturales o artificiales, vigila y regula la multiplicación, alimentación y el crecimiento de los peces, así como la puesta en funcionamiento y mantenimiento de estos recintos acuáticos, en lugar de dejar a la naturaleza encargarse de estas cuestiones (Espinosa, 2004, p. 70).

1.2. Situación de la piscicultura mundial

FAO (2020) estima que la producción mundial de pescado ha alcanzado unos 179 millones de toneladas en 2018, con un valor total de primera venta estimado de 401 000 millones de USD, de los cuales 82 millones de toneladas, por valor de 250 000 millones de USD, procedieron de la producción acuícola. Del total general, 156 millones de toneladas se destinaron al consumo humano, lo que equivale a un suministro anual estimado de 20,5 kg per cápita. Los 22 millones de toneladas restantes se destinaron a usos no alimentarios, principalmente para la producción de harina y aceite de pescado. La acuicultura representó el 46% de la producción total y el 52% del pescado para consumo humano. China ha seguido siendo un importante productor de pescado, y registró el 35% de la producción mundial de pescado en 2018. Con la excepción de China, una proporción importante de la producción de 2018 procedió de Asia (34%), seguida de las Américas (14%), Europa (10%), África (7%) y Oceanía (1%). La producción total de pescado ha experimentado importantes aumentos en todos los continentes en los últimos decenios, excepto en Europa (con una disminución gradual a partir de finales de la década de 1980, pero con una ligera recuperación en los últimos).

1.3. Antecedentes

Hernández, J. et al. (2017, p. 1), Determina que la trucha "arco iris" (*Oncorhynchus mykiss*), es una especie íctica correspondiente a la familia Salmonidae, procedente de las costas del Pacífico de América del Norte, que, gracias a su simple habituación al cautiverio, su crianza fue extensamente divulgada casi internacionalmente. En América del Sur, está distribuida en Argentina, Brasil, Bolivia Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela.

1.4. Hábitat

El hábitat natural de la trucha son los ríos, lagos y lagunas de aguas frías, limpias y cristalinas; típico de los ríos de alta montaña. La "trucha arco iris" prefiere las corrientes moderadas y ocupa generalmente los tramos de fondos pedregosos y de moderada vegetación. Son peces de agua frías, aunque el grado de tolerancia a la temperatura es amplio, pudiendo subsistir a temperaturas

de 25°C durante varios días y a límites inferiores cercanos a la congelación (Prada, 2006, p. 1).

1.5. Taxonomía de la Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)

En el siguiente esquema se muestra la categorización taxonómica de la trucha arco iris, Tabla 1-1.

Tabla 1-1: Clasificación taxonómica de la trucha.

Reino	<i>Animal</i>
Phylum	<i>Chordata</i>
Subphylum	<i>Vertebrata</i>
Superclase	<i>Pisces</i>
Clase	<i>Osteichthyes</i>
Subclase	<i>Actinopterygil</i>
Orden	<i>Salmoniformes</i>
Familia	<i>Salmonidae</i>
Genero	<i>Oncorhynchus</i>
Especie	<i>Mykiss</i>
Nombre científico	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Nombre común	<i>Trucha arco iris</i>

Fuente: Camacho, (2000)

Realizado por: Costales, B. 2021

1.6. Biología de la trucha

FAO (2006,p.1), Plantea que este pez de agua dulce es resistente y simple de desempeño en la reproducción, de crecimiento veloz, que aguanta una pluralidad alta de ambientes, viven en los mares, desovando en los ríos y corrientes con grava con altas profundidades de rápidas corrientes que se hallan bien oxigenadas, hasta habitar en lagos. Llegando a pesos rápidos que permanecen entre 7-10 kilogramo a lo largo de los 3 años, sin embargo, las truchas de agua dulce alcanzan 4.5 kilogramos a los mismos años. Esa especie aguanta en su hábitat altas y bajas temperatura que van de 0 a 27 grados, no aun para el desove y el crecimiento prefieren temperaturas que permanecen entre los 9 a 14 grados centígrados, ampliando una temperatura conveniente del agua para las truchas que es menor de 21 grados centígrados.

FAO (2006,p.1), afirma que son capaces de producir huevos con una proporción de 2000 huevos por kg de peso corporal, teniendo un promedio de diámetros entre 3 a 7 mm catalogados como subjetivamente gigantes, dichos peces solo desovan una vez al año entre los meses de enero a mayo pero en sistemas de cautiverio las truchas tienen la posibilidad de desovar más veces a lo largo de todo el año conforme el tipo de explotación, además se consigue por genética el mejoramiento de parámetros tanto como productivos y reproductivos, así como además mejorar la calidad y sabor de la carne.

FAO (2006,p.1), expresa que dichos peces poseen la función de desovar de manera natural en sistemas de producción; de forma que los peces juveniles tienen la posibilidad de ser conseguidos

por desove artificial o recogiendo huevos de poblaciones silvestres. Las larvas al instante de eclosionar tienen que tener un óptimo desarrollo. En sistemas naturales las truchas una vez que se hallan adultas se alimentan de organismos acuáticos y de tierra, de moluscos, crustáceos, huevos de otros peces o en ocasiones de peces pequeños, además se alimenta de camarones que dan una pigmentación rosado-naranja en la carne característica de la trucha arcoíris.

1.7. Anatomía

Arregui (2013,p.9), manifiesta que la trucha arco iris presenta un cuerpo alargado y fusiforme, con 60- 66 vértebras, 3-4 espinas dorsales, 10-12 radios blandos dorsales, 3-4 espinas anales, 8-12 radios blandos anales y 19 radios caudales. Ver Gráfico 1-1.

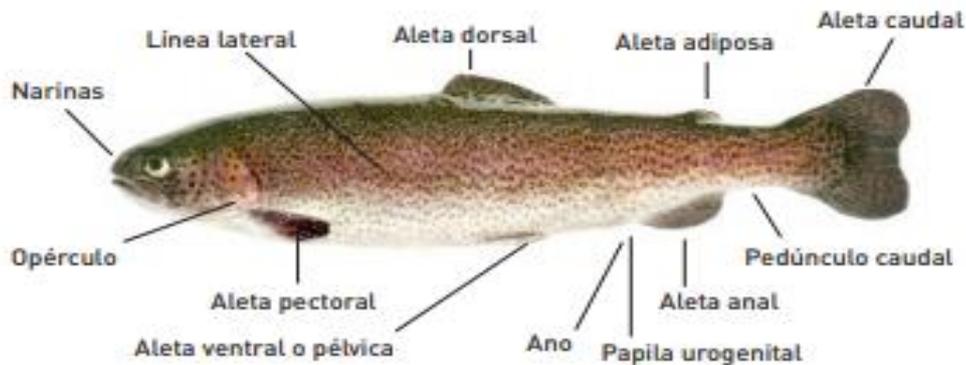


Gráfico 1-1. Morfología de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

Fuente: Arregui, (2013,p.9)

Como todos los salmónidos, tiene una aleta adiposa, generalmente con un borde negro. Una banda rosácea longitudinal le marca los flancos. Por encima de ella es de color azul a verde, por debajo el vientre es color gris plateado o blanquecino. (Arregui, 2013, p. 8).

Como caracteres sexuales secundarios en el macho la mandíbula se volverá más sobresaliente y la quijada inferior será más pronunciada hacia lo alto. Las hembras presentarán el abdomen abultado y el agujero genital aparecerá hinchado y con una coloración rojiza. (Arregui, 2013, p. 8).

Según Arregui (2013, pp. 8), la coloración varía con el hábitat, el volumen y condición sexual. Los que habitan en ríos y los reproductores suelen ser más oscuros y de colores más vivos que los que habitan en pantanos, que tienden a tonos más plateados y resplandecientes. Unos puntos negros de apariencia estrellada marcan el cuerpo, la cabeza y las aletas dorsal, rectal y caudal. La desaparición de dientes hioides es la característica más notable de los «cut throat», una de las líneas de arco iris.

Una característica peculiar de los salmónidos es que en las primeras temporadas de la vida no es posible determinar microscópicamente si la glándula sexual de un ejemplar cualquiera es un testículo o un ovario. Este fenómeno es llamado «gonocorismo indiferenciado», lo presentan truchas y salmones, de tal circunstancia que, alrededor incluso los cuatro meses de vida estos

órganos no adquieren la estructura histológica y eficaz normalizada. Esta característica es lo que permite el cultivo de ejemplares «todo hembra» (Arregui, 2013, p. 9).

Arregui (2013, p. 9), señala que los peces en criaderos pueden alcanzar los 4,5 Kg en 3 años, mientras tanto que en el mismo periodo los de lagos u océano pueden alcanzar a los 7-10 Kg. Su rapidez máxima es de 5 m/s, no obstante, se desplaza lentamente para economizar energía. Los movimientos en S tienen lugar debido a la aleta caudal, facilitados por los músculos de la cola, que le permite superar o recular. Se paran desplegando las aletas pares y cambian de dirección debido a las pectorales. Pueden hacer brincos de inclusive un metro.

1.8. Fases del cultivo

1.8.1. Alevinaje

Esta etapa comprende el cultivo de trucha arco iris, desde su talla promedio de siembra ≥ 5.0 cm hasta alcanzar los 10 cm y peso promedio de 12.0 g aproximadamente (FONDEPES, 2015, p. 34).

Según FONDEPES (2015, p. 34), esta fase tiene una duración aproximada de 03 meses dependiendo de la temperatura del agua. En esta estación, los alevinos son alimentados con balanceado tipo Inicio, que contienen cerca de 45% de proteína, suministrándole una cantidad aproximada entre rangos del 3-7% de su biomasa dependiendo la talla y la temperatura promedio del agua de cultivo, y además a las tablas de ingestión de las empresas proveedoras de alimento balanceado, siendo la dosificación del alimento con frecuencias de cada hora, en este entender, es importante expresar que en esta etapa el sostenimiento debe ser adicionado a saciedad, a término que el animal se acostumbre a comer a cabalidad, hábito que será manejado por el piscicultor en las subsiguientes etapas de cultivo como ventaja comparativa en la transformación de éste importante insumo de producción, considerando que el alimento tipo inicio representa solo el 5% del consumo total de alimento del proceso productivo.

1.8.2. Juveniles

Esta fase comprende el cultivo de trucha arco iris, desde su talla promedio de 10 cm inclusive alcanzar los 17 cm, con peso promedios de 68.0 g, aproximadamente. Esta fase tiene una duración aproximada de 02 meses, en condiciones normales de crianza. En esta fase, son alimentados con alimento balanceado tipo crecimiento, que contienen en torno a 40% de proteína, suministrándole una cantidad aproximada al 3.5% de su biomasa, con porciones distribuidas entre 04 veces diarias (FONDEPES, 2015, p. 34).

1.8.3. Levante

Escudero (2004), estima que esta etapa comprende una vez que los peces poseen 12 gramos y culmina con un peso de 100 gramos, con un origen de siembra de 650 truchas con peso de 12 g/m³ y acaba con 150 truchas de 100g/ m³.

1.8.4. Engorde

FONDEPES (2015, p. 34), manifiesta que esta etapa comprende el cultivo de trucha arco iris, desde su talla promedio de 17 cm incluso alcanzar los 26 cm., similar a un peso promedio de 250 g (tamaño plato). Esta fase tiene una duración aproximada de 3 meses. En esta fase, son nutridos con alimento balanceado tipo engorde, que contienen en torno a 35% de proteína, suministrándole una cantidad semejante al 1.5% de su biomasa, con comidas distribuidas entre 2 a 4 veces diarias. En esta etapa se puede facilitar alimento balanceado acabado con pigmento, con la intención de dar la coloración salmonada a la carne, según el requerimiento del mercado. La mortalidad escogida para todo el proceso productivo se encuentra en el rango del 3% al 5% en condiciones frecuentes de crianza.

Tabla 2-1: Flujo de producción de truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)

Siembra	Tallas de alevines mayores a 5,0 cm
Alevinaje	Talla 3,5 -12,0 cm 1 a 1.5 meses
Juvenil	Talla 12,0-17,0cm
Engorde	Talla 17,0 – 26,0 cm 2 - 3 meses
Cosecha	A partir de 26,0 cm. Truchas entre 250 g. a 350 g. de peso unitario

Fuente: FONDEPES (2015, p.34)

Realizado por: Costales, B. 2021

1.9. Sistemas de producción

1.9.1. *Sistemas Extensivos*

Moscoso (2010), sugiere que es bastante recurrente la utilización de este sistema para el aprovechamiento de fuentes hídricas naturales o artificiales, en que los animales se alimentan naturalmente hasta conseguir su tamaño comercial que está entre los 250 a 300 gramos de peso, casi es desconocido la mediación de las personas en el manejo y existe bajas densidades de siembra, en medio de las primordiales ocupaciones que se hacen están:

- Mantener la porción elemental de agua conforme con la fase fisiológica del animal.
- Intentar conservar la población por medio de siembras recurrentes.
- Remover la existencia de depredadores.

1.9.2. *Sistemas Semi – intensivos*

Moscoso (2010), instituye que son sistemas parecidos al sistema extensivo, no obstante, se diferencia por la utilización de estanques o reservorios construidos por la gente. Cualquier aplicación en el desempeño es dependiente de la proporción de siembra de peces, a parte de la ingesta de alimentos de concentrado de baja calidad los animales se alimentan de organismos conseguidos de la

fertilización, a más se puede proporcionar residuos agrícolas. En este sistema se puede llevar un cuidado de la fertilización de los estanques tales como la expulsión de agua verdes.

1.9.3. *Sistemas intensivos*

FAO (2014), establece que este procedimiento es el más usado en la mayor parte de los sitios destinados para el cultivo de truchas y más óptimo para la producción comercial requiriendo aguas de buena calidad a lo largo del año, con un efluente de 1litro/kg de trucha sin presencia de corrientes de aire y de 5 litros/segundo/tonelada de trucha con presencia de corrientes de aire.

1.10. Parámetros generales para el cultivo de trucha

Camacho (2000), plantea que tienen la posibilidad de realizar en estanques de tierra con cubiertas permanentes, o con recubrimientos de roca o concreto y en jaulas, se propone la utilización de tanques pequeños para alevines y gigantes para engorde.

FAO (2006), propone la explotación de aguas subterráneas extraídas con la utilización de bombas que paralelamente ayudan en la oxigenación de la misma, después en ocasiones tienen la posibilidad de estar saturadas de nitrógeno que generan burbujas de gas en la sangre de los peces, en reemplazo de la misma se sugiere usar corrientes de ríos que muestran alteraciones de caudal y temperatura, limitando la producción.

Camacho (2000), instituye que internamente de la calidad del agua es instintivo conocer y mantener el control de primordialmente los parámetros: temperatura, oxígeno, turbidez, pH y amonio para recoger una maravillosa producción con cosechas de buena calidad.

1.10.1. *Oxígeno*

Camacho (2000), declara que para el desarrollo de los peces necesita por lo menos una proporción de oxígeno de 5 a 5.5 mg/l, aun cuando, para la fase de ova y alevinaje la demanda es de 6 a 7 mg/l; para que la trucha logre gastar oxígeno del agua y dirigirlas a sus branquias. El primordial parámetro que instituye la concentración de oxígeno es la temperatura ya que una vez que más alta es menos oxígeno hay en el agua, incrementando los requerimientos por la trucha respecto a esto debería tomarse presente las épocas secas por sus temperaturas altas y baja proporción de agua, de esta forma disminuyendo el oxígeno, una forma de disputar ésta situación es reducir la biomasa en los estanques, reemplazar el agua por medio de bombeo como todavía implantar una cubierta con rejillas que proporcione sombra a los estanques evitando el ascenso de la temperatura.

1.10.2. *Temperatura*

La trucha arco iris al parecido que todos los peces, no posee capacidad propia para regular su temperatura del cuerpo, y ésta es dependiente enteramente del medio acuático en que vive. La temperatura del agua tiene una incidencia directa sobre los puntos reproductivos de las truchas, el ritmo de incremento de los alevines y adultos, y en especial sobre el trabajo de actividad metabólica. De forma indirecta como ahora se dijo anteriormente, la temperatura del agua influye

en la concentración de oxígeno disuelto en ella, la concentración de productos metabólicos (amoníaco), así como el instante y nivel de descomposición de los materiales depositados en el fondo de los estanques (Hernandez, 2008 p. 11).

Como ya se señaló, la trucha en condiciones naturales puede habitar en aguas con temperaturas de entre 0 y 25 °C; sin embargo, se necesita nombrar que, en términos de cría industrial de trucha, las fronteras de la temperatura del agua en los que su incremento y desarrollo son los idóneos es entre los 9 y 17°C, siendo en la etapa de alevín entre 10-12°C la temperatura correcta, y para los adolescentes en pleno aumento 16°C. Pese a que el rango de temperatura del agua en que las truchas tienen la posibilidad de sobrevivir es prolongado, desde temperaturas por en lo elevado de los 21°C las concentraciones de oxígeno en el agua resultan muy bajas y las aguas no son correctas para aprovecharlas en el cultivo de trucha (Hernandez, 2008 p. 11).

1.10.3. pH

Potter (2016), muestran el desarrollo de las truchas es en aguas neutras o sutilmente alcalinas; para el desarrollo placentero de 6.5 a 8.6 y el óptimo de 7.0 a 8.5. No se sugiere utilizar agua con pH menor de 5 y más alto a 9.0.

Conocer los valores de pH o potencial de hidrógeno es de gran trascendencia al igual que la temperatura y el oxígeno, esto ya que, si los valores en el pH del agua son bastante bajos o altos, ocasionaran estrés en las truchas. El valor del pH viene definido por la traza de hidrógeno en el agua y se expresa en una escala que va de 0 a 14, adentro de esta escala, un valor de 7 sugiere que el pH es neutro, un pH inferior a 7 sugiere que el agua es ácida y si es mayor a 7 el agua se estima alcalina. (Hernandez, 2008, p. 11).

1.10.4. Turbidez

Hernandez (2008, p.11), establece que para éste tipo de peces son preferibles las aguas cristalinas y puras, por lo cual éste parámetro influye de manera negativa en la crianza de los peces, por presencia de partículas suspendidas por deslizamiento de suelo o cubierta vegetal así como todavía por microorganismos planctónicos que tienen la posibilidad de acortar la absorción de oxígeno en los peces y en alevines hay inconvenientes braquiales ya que los valores permanecen expuestas a partículas que generan variación e impiden el transporte de oxígeno en ellas.

1.10.5. Amonio

La estructura química de las aguas de un criadero de truchas se puede ver afectada por el metabolismo de los mismos peces que en ellos habitan o por la degradación de la materia orgánica presente en el agua. De singular trascendencia es el contenido de amoníaco, debido a que su toxicidad y alcances sobre la persona varían con el pH y la temperatura del agua. Los alcances tóxicos son debidos en esencia a la manera no ionizada del amoníaco, que es fatal para los peces. El pH, la temperatura y la salinidad del agua determinan la toxicidad del amoníaco no ionizado,

el pH es el de mayor relevancia, una vez que el pH se incrementa una unidad razón que se aumente 10 veces la producción de amonio tóxico (Hernandez, 2008, p. 11).

1.11. Alimentación

FAO (2014), muestra que los peces de forma sencilla muestran conductas carnívoras. En etapa de larva su nutrición es el saco vitelino, mientras que una vez que comienza su ingesta de alimentos el primordial alimento es el zooplancton y consecutivamente se alimentan de crustáceos, moluscos, insectos y pequeños peces.

Agrotendencias (2020, p. 8). Señala que la trucha es un pez carnívoro que en la naturaleza se alimenta de las presas que captura vivas, siendo la totalidad de ellas organismos acuáticos y algunos terráqueos, como son los insectos que en primavera y verano revolotean sobre el agua.

Los moluscos como los caracoles incluso son presas naturales, así como los crustáceos (cangrejos, etc.), gusanos, renacuajos y peces pequeños de la misma u otros linajes (Agrotendencias, 2020 p. 10-14).

Bedriñana (2008, p. 567), da a conocer las condiciones apropiadas de funcionamiento de los alimentos:

- Es de prioridad la manutención y desempeño de los peces.
- Los animales tienen que ser alimentados 7 días a la semana por medio de un programa.
- No proporcionar el alimento al costado de los puntos de vista de evacuación de agua debido a que podría existir un desperdicio sin consumo del mismo.
- El alimento debería aumentar de acuerdo con el desempeño de la tabla de ingesta de alimentos usadas en relación al peso y la temperatura del agua.
- Hacer un muestro cada tiempo predeterminado en el cronograma para controlar el rendimiento y ajustes en la ración.
- Los peces no tienen que alimentarse 24 horas anterior a cualquier actividad así sea de transporte, manipulación para selección.
- Manejar registros de parámetros productivos y calidad físico – química del agua.

Cup (2000), plantea que, en las propiedades del alimento comercial para las truchas, tienen que llevar cabo las próximas sugerencias nutricionales:

- Los carbohidratos tienen que estar no más grande al 12% de la ingesta de alimentos.
- Las grasas, tienen que estar entre el 10 al 12% sin que usen las proteínas de la dieta.
- Las proteínas, permanecen en un rango de 50 a 60% y son alimentos naturales, empero en balanceados permanecen presentes entre un 35 a 50%, ver Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Requerimientos nutricionales para truchas.

Etapa	Proteína cruda	Carbohidratos	Grasa	Fibra
Cría	50%	30%	10%	5%
Pre engorde	40%	40%	10%	4%
Engorda	30%	50%	10%	4%
Reproductores	25%	50%	20%	4%

Fuente: Cup (2000).

Realizado por: Costales, B. 2021

1.12. Requerimientos nutricionales de la trucha arco iris

1.12.1. Proteínas.

Blanco (1995, p. 435), instituye que las proteínas son consideradas como el nutriente primordial en la ingesta de alimentos de los peces, son el primordial alimento de los peces en la naturaleza y son parte de su organismo en su sistema muscular y esquelético, consisten de aminoácidos ligados por diferentes enlaces químicos que ofrecen sitio a novedosas proteínas. Participan en el mantenimiento, desarrollo y aumento de los tejidos, usando enzimas anticoagulantes. La porción que requieren los peces está entre 65 y 75% de proteína en el material como parte de una dieta de buena calidad, teniendo presente el estado fisiológico del pez.

Drummond (1988, p.17), indica que, para alimentar a la trucha, necesita una gran cantidad de proteína animal, pero en piensos de menor y mayor calidad puede ser que consistan en 28 a 35% de 45 a 50%.

1.12.2. Energía.

Zapata (2015), define que las proteínas como la energía permanecen constituidas como los nutrientes más relevantes siendo la segunda en medio de las de más grande precio en la suministración de los alimentos ya que es el ambiente que preserva una secuencia de hipersensibilidades y forma parte en los enlaces químicos de los alimentos, obteniéndose de diferentes fuentes como son la proteína, las grasas y azúcares.

1.12.3. Lípidos.

Zapata (2015), estima que son las primordiales fuentes de energía metabólica expresada en ATP que prepara en su integridad el agua metabólica, son parte de las construcciones de las membranas celulares además de influir en la absorción de vitaminas como la A, D, M y E, así como además en la acción directa de las hormonas sexuales entre otras funcionalidades.

1.12.3. Vitaminas

Sinchez (2013, p. 34), estima que son las primordiales fuentes de energía metabólica expresada en ATP que prepara en su generalidad el agua metabólica, son parte de las construcciones de las membranas celulares a bastante más de perjudicar en la filtración de vitaminas como la A, D, M y E, así como aún en la acción directa de las hormonas sexuales entre otras funcionalidades.

Sinchez (2013, p. 34), manifiesta que las vitaminas aparecen en cantidades suficientes en la dieta natural de los animales de tal manera que satisfacen las necesidades de cifras altamente limitadas para cumplir con las funciones metabólicas normales. Sin embargo, cuando los peces son cultivados con dietas industriales pueden presentarse deficiencias específicas para la selección de los constituyentes nutritivos, la propiedad negativa que tienen algunas vitaminas de perder su fuerza en corto periodo, y otros factores, con los daños consecuentes en las funciones del cuerpo. La trucha y el salmón requieren de 10 integrantes del complejo vitaminado B, vitamina B1 (tiamina), B2 (riboflavina), vitamina B6 (piridoxina), vitamina B12 (cobalamina), biotina, colina, ácido fólico, inositol, niacina, ácido pantoténico. La trucha necesita vitamina C soluble en agua. Sinchez (2013, p. 35), indica que en el interior de las principales vitaminas que debe de contener la dieta de la trucha tenemos las liposolubles e hidrosolubles y cuyos requerimientos deben de ser los mínimos indispensables. De las vitaminas habituales diez son las reconocidas como vitales para la trucha y cuya deficiencia en la dieta, en casos específicos causa trastornos como: poco crecimiento, falta de hambre, necrosis de aletas y agallas, desórdenes nerviosos, cataratas y hemorragias en intestinos, órgano, riñones, etc. Las principales vitaminas son: vitamina C, vitamina B12, ácido fólico, niacina, ácido pantoténico, piridoxina, riboflavina, tiamina, vitamina A y vitamina K.

La trucha no puede sintetizar las vitaminas, siendo necesario su aporte con el alimento, estableciendo hasta 15 vitaminas como esenciales, incluyendo las liposolubles. A, D, E, K, así como las hidrosolubles o vitaminas del Complejo B y colina, ácido ascórbico e inositol (Sinchez, 2013, p. 35).

1.12.4. *Minerales*

Sinchez (2013, p. 35), manifiesta que los peces requieren minerales como factores primordiales para el metabolismo y crecimiento. Señala que los tipos imperiosos para los pleitos metabólicos de los peces se clasifican en: estructurales, respiratorios y metabólicos.

Los peces son eficaces de absorber del medio acuático, a través de las agallas o de la piel, algunos iones minerales, así como completar, con la alimentación, todas aquellas que les son indispensables. Como minerales esenciales considera al fósforo, magnesio, zinc, selenio, manganeso, cobre y hierro (Sinchez, 2013, p. 35).

Los requerimientos minerales de la trucha, se conoce que:

- El calcio es tomado del agua por los tejidos branquiales.
- La relación Ca: P es de 2:1.
- Es necesario que exista un balance entre Sodio y Potasio.
- La deficiencia de yodo, detectada en peces hace más de 70 13 años, determina la presencia de bocio.

- Es importante el rol del cobalto en la dieta, para estimular la producción de vitamina B12 a nivel intestinal.

1.13. Tipos de alimentos para peces

FAO (2014), menciona, la implementación de 3 tipos de alimentos para peces:

1. Los de procedencia natural. Se muestran en los estanques de diversos inicios como es la situación de las bacterias, plancton, gusanos, insectos, caracoles, plantas acuáticas y como además peces pequeños dependiendo de su presencia en los estanques de acuerdo con la porción y calidad del agua, puesto que requieren la aplicación de una fertilización orgánica, usada como fuente de alimento.
2. Alimentos que poseen materias primas económicas y que permanecen presentes en el poblado como las plantas de tierra, residuos de comida y sub productos de la agricultura sostenible.
3. Alimentos con base a los requerimientos que cumplen cada una de las necesidades nutricionales de los animales para lograr un óptimo aumento y aprovechamiento reflejados en la calidad y proporción de la producción siendo elemental la producción de dichos alimentos a grado industrial.

1.13.1. Características del alimento para peces

Cup (2000), menciona que en las propiedades que debería constar los alimentos para truchas debería estar:

1. Alimentos con magnitudes adecuados para el tamaño bucal de cada especie según su fase fisiológica, siendo de gran agrado para el consumo de los peces.
2. Alta calidad nutricional.
3. Proveer un aprovechamiento apropiado de los nutrientes con adecuados poderes nutritivos, que van involucrados con la digestibilidad.
4. Aporte en porciones apropiadas conforme el tipo de explotación y la proporción de siembra establece las veces correctas de ingesta de alimentos diaria, ver Tabla 4- 1 y 5-1.

Tabla 4-1: Programa de alimentación para trucha

Tipo de alimento	Granometría (mm)	Peso de la trucha (g)	Dimensión de la trucha	Ración por día
Migaja gruesa	2.00-3.00	4.8-10.8	6.0-10.0	8
Engorda 3/32	2.4	10.8-27.7	10.0-13.0	6
Engorda 1/8	3.2	27.7-62.38	13.0-17.0	4
Engorda 5/32	4	62.38-168	17.0-24.0	4
Engorda 3/16	4.8	168-465	24.0-30.0	2

Fuente: Molina (2004).

Realizado por: Costales, B. 2021

Tabla 5-1: Administración porcentual de alimento por día para truchas.

Etapa	Alimento	Frecuencia de alimentación
Cría	7% de su peso vivo	5-7 al día
Levante	4% de su peso vivo	3-4 al día
Engorda	3 a 4% de su peso vivo	2 al día
Reproductores	2% de su peso vivo	1 al día

Fuente: Molina (2004).

Realizado por: Costales, B. 2021

1.13.2. *Alternativas de obtención de alimento natural para peces*

FAO (2014), Instituye en los alimentos hay una bastante diversa compleja ingesta de alimentos con base a plantas y animales que varían en su tamaño y tienen la posibilidad de ser consumidos vivos o muertos de esta forma por igual como consecuencia de la acción bacteria en alimentos en descomposición y seres autótrofos con raíces flotantes (plancton), material bentónico larvas y caracoles que se hallan nadando en el agua.

1.13.3. *Almacenamiento del alimento*

Según FONDEPES (2015), muchos de los problemas con el alimento se presentan por un mal sistema de manejo del almacenamiento. Los requerimientos básicos para un buen almacenaje de alimentos concentrados son:

- Protección de temperaturas altas y humedad: un almacén seco, libre de humedad, evita la oxidación de grasas y la proliferación de hongos y bacterias.
- Debe contar con pisos y paredes impermeables, con suficiente espacio para una ventilación óptima y buena iluminación, sin permitir la entrada directa de los rayos del sol. (FONDEPES, 2015).
- Protección contra insectos y roedores: los programas de fumigación y trampas para roedores evitan la contaminación del alimento (FONDEPES, 2015).
- Rotación de inventarios: almacenajes por períodos cortos evitan la pérdida de nutrientes, acá se aplica que el alimento primero en llegar es el primero en salir.

- Entre las consecuencias más importantes de un almacenamiento inadecuado están la proliferación de hongos, que se presentan con humedades superiores al 70% y se hace máxima a temperatura entre los 35°C y los 40°C (FONDEPES, 2015).

- Los sacos de alimento deben almacenarse sobre estibas de madera o plástico, pero jamás en contacto directo con el suelo. Entre estibas debe haber una distancia de al menos 50 cm. La zona de almacenamiento debe mantenerse completamente limpia (FONDEPES, 2015).

- El control de salida y entrada de este insumo en el almacén del centro de producción debe estar registrado meticulosamente en los kardex de alimentación diariamente, esto a fin que se distribuya correctamente y tener registros a la mano del movimiento del alimento y sus consumos (FONDEPES, 2015).

1.14. Fréjol

Según FACIAG (2009), el fréjol (*Phaseolus vulgaris*) es una leguminosa originaria del continente americano y su domesticación está relacionada con otros cultivos en la época prehispánica, cuya cuna es México y Perú adonde se empezó a cultivar desde hace 7.000 años. La especie se encuentra distribuida a grado global por su adaptabilidad a múltiples características de suelos y ambientes debido a la gran cantidad de genotipos y eco tipos que existen, este cultivo lo siembran los pequeños, medianos y grandes productores.

FACIAG (2009), indica que el fréjol es una leguminosa de rápido crecimiento, constituye la principal fuente de proteína (18 a 25%) para la población de menores ingresos económicos; en Ecuador el consumo de fréjol es de 2.6 kg por año el cual es muy inferior al consumo de otros estados del área andina como Bolivia, que ocupa el primer lugar con 10 kg. Por habitante año. Según el III Censo Nacional Agropecuario, en el Ecuador se cosechan 89.789 hectáreas de las 105.127 sembradas con esta leguminosa en grano seco y 15.241 ha en verde o tierno de las 16.464 ha sembradas, las que proporcionan 18.050 y 8.448 toneladas métricas respectivamente, cuyo consumo se efectúa tanto en fresco (grano seco y verde), como para la fábrica de enlatados.

El cultivo de fréjol constituye el 0,84% del total de superficie cultivable en el Ecuador de las que se logran rendimientos en promedio del orden de las 0,20 Tm/ha en lo que a grano seco se refiere, mientras tanto que en verde los provechos alcanzan las 0,62 Tm/ha. Por ser las leguminosas un tributo muy importante de proteínas para la comida diaria se debe proporcionar máximo interés y atención a este cultivo, con el fin de acrecentar la abundancia y así disponer de un alto contenido proteínico a un bajo costo (FACIAG, 2009).

1.14.1. Taxonomía

Reino:	<i>Plantae</i>
Sub Reino:	<i>Tracheobionta</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase:	<i>Rosidae</i>
Orden:	<i>Fabales</i>
Familia:	<i>Fabaceae</i>
Subfamilia:	<i>Faboideae</i>
Tribu:	<i>Phaseoleae</i>
Subtribu:	<i>Phaseolinae</i>
Género:	<i>Phaseolus</i>
Especie:	<i>vulgaris</i>
Nombre binomial:	<i>Phaseolus vulgaris L.</i>

Fuente: (Jazmin y Chitalogro, 2016), citado por Costales, B (2021)

1.14.2. El cultivo de fréjol

Fenalce (2004, p.3), destaca que, dentro de las leguminosas de grano, el fréjol es la especie más importante para el consumo humano. Se cultiva en 129 estados de los cinco continentes. América Latina es el área de máximo producción y consumo, se estima en más del 45 % de la producción mundial, adonde es considerado como uno de los productos trascendentales de la economía campesina.

El fréjol es considerado como una de las principales fuentes de proteína, especialmente para aquellas poblaciones de bajos recursos. El contenido de proteína varía de acuerdo al genotipo; en general, es de un 24%, superando al maíz y la patata en cantidad y calidad. Además, es rico en hierro y es una buena fuente de fibra y azúcares (Fenalce, 2004, p. 3).

1.14.3. El cultivo de fréjol en el Ecuador

CORPEI (2009, p. 3), sugiere que este cultivo es uno de los más importantes competidores de la dieta alimenticia de la ciudad e interviene con el 57% de la oferta mundial de leguminosas. Las exportaciones de frejol pasaron de Usd 6.2 millones exportados en el 2004 a Usd 3.48 millones en el 2008. El año 2006 ha sido el de más grande exportación, una vez que se exportaron Usd 11.18 millones parecido a un crecimiento del 9,6% con respecto al año 2005. El número de toneladas exportadas ha sido más grande (15.8 mil). El año de más grande ampliación de la oferta exportable de este producto ha sido el 2005, adonde las exportaciones en valores FOB crecieron en un 64.2%, lo cual representó Usd 4 millones más que el año anterior.

Peralta (2013), refiere que el fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) está adentro del grupo de las especies leguminosas, y es una de las más importantes. Es una planta anual, herbácea intensamente

cultivada desde la zona tropical incluso las templadas. Es oriundo de América y se le conoce con múltiples prestigios: poroto, judía, alubia, habichuela y otros. El frejol es uno de los alimentos centrales en la dieta y es la principal fuente de proteína; es rico en lisina, no obstante deficiente en los aminoácidos azufrados, metionina, cistina y triptófano; por lo cual una dieta aparejada en aminoácidos esenciales se logra al combinar frejol y granos (arroz, maíz, otros).

1.14.4. Importancia de las leguminosas

Alanis (2017, p. 149), menciona que las leguminosas son importantes en la economía, algunas son usadas en la manutención como fuente de proteínas y energía en la alimentación de los humanos y en nutrición animal.

La calidad de una proteína se caracteriza por su contenido en aminoácidos esenciales y sus relaciones cuantitativas. Una proteína es de alta "condición proteica" si contiene los aminoácidos esenciales para el animal en relación con sus requerimientos. (Alanis, 2017, p. 149).

Las leguminosas son una vasta familia del reino vegetal ampliamente distribuida en el mundo que abarca poco más de 500 géneros y más de 15 000 especies, de los cuales sólo se explotan unas 20 entre las que se destacan: el frijol, soya, garbanzo, lentejas, habas, chícharos, algodón, cacahuete, girasol, cártamo, ajonjolí, etc. (Alanis, 2017, p. 149).

En América Latina, las semillas de leguminosas (específicamente, los fréjoles) presentan la fuente más importante de proteínas (Nagy, 2010, p. 1).

FAO (2019), menciona que las leguminosas contienen aproximadamente dos veces más proteína que los cereales. La calidad de la proteína es tan importante como la cantidad. Las leguminosas son superiores que los cereales como fuente de aminoácidos esenciales isoleucina, leucina, fenilalanina, treonina y valina, aportando el 20 % de la proteína alimenticia consumida a nivel mundial.

1.14.5. Generalidades de la producción de fréjol

FAO (2019, p.1), Estas naciones, junto con Myanmar contribuyeron con el 63,86 % del total producido.^{1/} En Ecuador, se considera que se generan alrededor de 71.685 has, se estima que 26.492 has, corresponden a fréjol tierno con una producción total en vainas de 10.800 Tm y un rendimiento promedio de 0,41 Tm/ha. Se considera, además, que se siembran 45.193 has de fréjol para consumo seco con una producción de grano de 11.224 Tm y rendimiento promedio de 0,25 Tm/ha. En la provincia de Los Ríos, se cultivan alrededor 1.970 has, alcanzando una producción en vainas de 1.093 Tm, con una media de producción de 0,55 Tm/ha; en lo cual respecta a fréjol seco, se cultivan 2.541 has y su producción en grano es de 635 Tm, con promedio de 0,25 Tm/ha.

1.14.6. Descripción botánica

INEGI (2015), indica que, gracias al gran número de clases, se clasifican normalmente, según su porte, en dos grupos: arbustivas, de crecimiento bajo y determinado; y en trepadoras, de tallos largos y crecimiento indefinido. La abundancia de ramificación y follaje, así como la duración de

su ciclo vegetativo, también son importantes para su clasificación. En la planta madura el junco es aristado o cilíndrico, hueco con la epidermis pubescente o lisa. Las hojas superiores son alternas y compuestas, se forman de 3 folíolos, con el haz frecuentemente piloso. El folíolo central es obovado y simétrico, los laterales son desiguales, con la base del pecíolo engrosada, debajo del cual hay un par de estípulas; el tamaño y a forma de la hoja varían considerablemente según la clase o los factores ambientales. Las flores son homoclasas, su color varía del blanco al morado, bisexuales, una característica distintiva de la especie es que el ápice de la quilla está avasallado en helicoidal; las flores están dispuestas en racimos en las axilas de las hojas. El grano es una semilla dehiscente, puede ser aplanada, recta o curva, con ápice encorvado o recto, el color es variable, de verde uniforme a morado o casi negro; contiene varias semillas, de formas que van desde esférica incluso la cilíndrica, siendo la más común la arriñonada, la coloración extrema también varía mucho, de negro a plateado, pasando por casi toda la tonalidad de colores y puede ser uniforme, jaspeada, punteada o manchada.

1.14.7. Calidad nutricional

Torres (2007), Manifiesta que la utilización viviente de la proteína depende de varios factores tales como abundancia de proteína, calidad de proteína y digestibilidad de proteína. El hecho de consumir grandes cifras de proteína no implica necesariamente que se satisfagan las necesidades de aminoácidos del humano. La calidad de la proteína se define con base en su efectividad para ser explotada en el crecimiento y mantenimiento del organismo humano; las proteínas proporcionan los aminoácidos indispensables necesarios para la recapitulación de las proteínas propias del organismo, así como las estructurales como las biológicamente activas (principalmente enzimas y hormonas). La digestibilidad de la proteína es grandemente influenciada por la presencia de péptidos resistentes a las enzimas y sustancias como inhibidores enzimáticos.

Comúnmente las proteínas vegetales son deficientes en uno o variados aminoácidos, por ejemplo, los cereales carecen de una concentración adecuada de lisina, entretanto que las leguminosas son pobres en metionina. El balance adecuado de aminoácidos desempeña un papel muy importante en la calidad de las proteínas, pues la deficiencia o el exceso de uno de ellos puede traer como consecuencia una reducción en el valor nutritivo del alimento (Torres, 2007).

Potter (2016), indica que las proteínas vegetales son generalmente inferiores en calidad a las proteínas animales, ya que carecen de ciertos aminoácidos esenciales. Sin embargo, al suplementar las proteínas vegetales incompletas con los aminoácidos esenciales que les faltan, los cuales a menudo son lisina y metionina, estas proteínas pueden resultar totalmente adecuadas. La calidad determina la utilidad de una proteína alimenticia para el crecimiento y mantenimiento de los tejidos. Es obvio que una proteína con una composición de aminoácidos esenciales similar a la de los tejidos corporales sea más útil que una cuya composición sea diferente (Fisher y Bender, 2002, p.72).

Akiyama (2014, p. 8), estima que la nutrición implica procesos químicos y fisiológicos que proveen nutrientes al animal para sus funciones normales de mantenimiento y crecimiento. Por consiguiente, involucra ingestión, digestión, absorción, transporte de nutrientes y remoción de desechos.

Fisher y Bender (2002, p.74), indica que mientras los aminoácidos de una proteína sean probablemente la determinante más importante de la calidad de esta, la digestibilidad de una proteína y la biodisponibilidad de sus aminoácidos constituyentes es el siguiente factor en importancia. Esto es verdad porque no todas las proteínas son digeridas, absorbidas y utilizadas de la misma manera. Las diferencias en la digestibilidad tal vez comiencen de diferencias inherentes a la naturaleza de las proteínas (configuración, unión de los aminoácidos), la presencia de los constituyentes no proteicos los cuales modifican la digestión (fibra dietética, taninos y fitatos) además de factores anti fisiológicos. La digestibilidad y la biodisponibilidad de los aminoácidos constituyentes de las proteínas son muy importantes ya que determinan fundamentalmente su valor nutritivo.

Se puede determinar la calidad usando la proteína como alimento en condiciones experimentales específicas y midiendo cuanta se usa para sintetizar proteína corporal. Los tejidos pueden seleccionar los aminoácidos que le sean útiles; el resto se oxida para suministrar energía, pero en lo que se refiere a síntesis de proteínas, estas se desperdician (Fisher y Bender, 2002, p. 74).

Cualquier ingrediente que contenga proteínas de baja calidad puede ser mejorado combinándolo con otro ingrediente o agregando los aminoácidos sintéticos correspondientes. De esta manera y considerando que la capacidad de deposición proteica (formación de carne) del animal aún no está agotada, se puede incrementar la producción de carne y disminuir la deposición de grasa. Sin embargo, calcular la calidad de proteína del alimento basándose en el contenido total de aminoácidos es incorrecto. Por ejemplo, la mala preparación y almacenaje del alimento (como, daño por el calor) puede causar una reducción en la disponibilidad de los aminoácidos y esta situación no se puede detectar mediante el análisis de aminoácidos (Fisher;&Bender, 2002, p. 74).

1.14.8. Compuestos anti nutrimentales

En semillas de plantas de la familia de las leguminosas se ha reportado la presencia de compuestos anti nutrimentales, lo cual es un factor muy importante al considerar su consumo. Los taninos, fitatos e inhibidores de proteasas son algunos de los compuestos tóxicos comúnmente contenidos en este tipo de semillas (Acuña, 2009, p. 6).

1.14.8.1. Taninos

Acuña (2009, pp. 6-8), cualquier sustancia poli fenólica con peso molecular mayor a 500 puede ser considerada como un tanino. Este grupo de sustancias ha sido dividido en dos subgrupos: hidrolizables y condensados, ambos con capacidad para formar complejos con proteínas y con "actividad formadora de cuero", pero diferentes en su distribución botánica y productos de degradación, entre otras propiedades.

Los taninos condensados son flavonoides poliméricos compuestos principalmente por unidades de leucoantocianidina las cuales se unen mediante enlaces carbón-carbón de la posición 4 de una unidad a la posición 6 u 8 de la siguiente. No son degradados fácilmente bajo condiciones fisiológicas, sino que se requiere tratarlos drásticamente, obteniéndose productos como las catequinas y antodanidinas (Harborne, 2005) .

El ácido tánico y otros taninos hidrolizables del roble han sido reportados por producir varios efectos tóxicos entre los que se incluyen anemia y daño en intestino, riñón e hígado. El ácido tánico ha sido muy empleado en tratamientos médicos (Harborne, 2005).

Por otra parte, los taninos están presentes en muchas plantas, incluso a niveles tan altos como 10% o más de su peso seco. Es muy significativa la cantidad de taninos en algunas que son comúnmente consumidas, como los granos de sorgo (Harborne, 2005).

1.14.9. Digestibilidad en organismos acuáticos

Miranda (2014, p. 3), manifiesta que las fuentes de energía de una dieta son las proteínas, los lípidos y los carbohidratos. Se ha comprobado que los peces y los crustáceos utilizan preferentemente las proteínas como fuente de energía, por lo que se recomienda utilizar en las dietas formuladas carbohidratos altamente digeribles con el objeto de ahorrar proteínas, aumentar la velocidad de crecimiento y minimizar el costo de los alimentos.

La información sobre la digestibilidad es esencial para evaluar la calidad de un ingrediente. Aunque el perfil de nutrientes de un ingrediente aparente sea bueno, si sus nutrientes no son digeridos, absorbidos y utilizados, serán de poco valor para el animal (Miranda, 2014, p. 4).

Ramírez (2014), entiende que los requerimientos en proteínas son los más estudiados por el valor económico que representan dentro de la dieta. En cierta medida, una vez cubierta la ración de mantenimiento, existe una relación directa casi lineal entre la razón proteica y la tasa de crecimiento. La dosis más baja que asegura el crecimiento máximo es utilizada para definir el requerimiento, aunque otros criterios pueden ser utilizados como conversión alimenticia, composición corporal, etc.

Los requerimientos proteicos globales varían en función de los siguientes factores:

1.14.9.1. Edad

Los animales jóvenes con tasas de crecimiento muy elevadas son más exigentes que los animales más viejos, en los cuales una importante ración sirve para cubrir los requerimientos de mantenimiento (excepto en la etapa de reproducción) (Ramírez, 2014).

1.14.9.2. Hábitos alimenticios de la especie.

Los carnívoros son más exigentes.

1.14.9.3. Calidad de la fuente proteica.

Mientras mejor sea, menor será el requerimiento cuantitativo de las proteínas totales.

1.14.9.4. Valor energético de la dieta.

Según Ramírez (2014, p.8), puede haber economía de proteínas con carbohidratos, por menor utilización de proteínas para fines energéticos. Ya que las proteínas están siendo usadas continuamente por el animal para crecimiento y reparación de tejidos, es necesario un suministro constante de proteínas o aminoácidos. Un nivel inadecuado de proteínas en la dieta produce una reducción o cese del crecimiento, seguido de una pérdida de peso debido a la toma de proteínas de los tejidos para mantener funciones vitales. Por otro lado, un exceso de proteína en la dieta hace que una parte se utilice para hacer una nueva proteína y que el resto sea convertido en energía.

El metabolismo de los animales está estrechamente relacionado con la producción de energía. Los aminoácidos presentes en exceso se degradan. La estructura carbonada de estos aminoácidos se utiliza para la producción de energía (Ramírez, 2014, p. 8).

CAPITULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización y duración del experimento

La investigación se realizó en el Criadero de truchas “Campo Real”, situado al noroeste de la ciudad de Riobamba, Cantón Chambo, Provincia de Chimborazo. (Ver Tabla 6-2).

Tabla 6-2: Condiciones meteorológicas del Cantón Chambo.

PARÁMETRO	VALOR
Temperatura °C	13,6-14,8°C
Humedad relativa %	80%
Heliofanía horas/luz	12
Precipitaciones	223mm

Fuente: Estación meteorológica de Guaslan. (2020).

Realizado por: Costales, B. 2021

2.2. Unidades experimentales

Para la realización de la investigación se usaron 80 truchas por tratamiento dando un total de 320 peces utilizados con un peso y talla promedio de 34,04 gramos y 14,69 centímetros respectivamente, los cuales fueron adquiridos por el propietario del criadero de truchas “Campo Real” ubicado en el Cantón Chambo provincia de Chimborazo. Propiedad del señor Jesús Real.

2.3. Materiales, equipos e instalaciones

Los materiales, equipos e instalaciones que se emplearon en la presente investigación fueron:

2.3.1. *Biológicos*

- 320 truchas.

2.3.2. *De campo*

- Esferos.
- Libreta de apuntes.
- Termómetro.
- Bascula (gramera).
- Cámara fotográfica.
- Guantes.
- Botas.
- Overol.
- Palas.
- Escobas.
- Baldes de diferentes magnitudes.
- Mangueras.
- Papel tornasol.

2.3.4. *Suministros*

- Concentrado con diferentes niveles de fréjol.

2.3.5. *Equipos*

- Balanza de capacidad de 5 Kg.
- Equipo de limpieza.
- Equipo de desinfección.
- Equipo de sanidad animal.
- Equipo de laboratorio.
- Equipo de limpieza.
- Redes.
- Equipo de sacrificio.

2.3.6. *Instalaciones*

Estanques piscícolas pertenecientes al señor Jesús Real, ubicado en el Cantón Chambo.

2.3.7. *Equipos y Materiales de Oficina*

- Computadora.
- Impresora.
- Stock de oficina.
- Cámara fotográfica.
- Flash memory.
- CDs.

2.4. Mediciones experimentales

Las variables que se tomaron en consideración para el trabajo experimental se detallan a continuación:

- Peso inicial de la trucha(g).
- Peso quincenal y final (g).
- Ganancia de peso quincenal y final (g).
- Rendimiento a la canal (%).
- Talla quincenal y final (cm).
- Conversión alimenticia quincenal y final.
- Mortalidad (%).
- Beneficio/Costo.
- Análisis bromatológico del Fréjol.

2.5. Tratamientos y diseño experimental

En la presente investigación se evaluó el efecto de tres niveles de harina de fréjol (10, 20 y 30%) en el balanceado comercial suministrado en la etapa de engorde en truchas, para ser comparados con un tratamiento control que recibieron únicamente balanceado comercial, por lo que se contó con 4 tratamientos experimentales, con 4 repeticiones cada uno. Las unidades experimentales se distribuyeron bajo un Diseño Completamente al Azar, y que para su análisis se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

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

Dónde:

Y_{ij} : Valor estimado de la variable

μ : Media general

α_i : Efecto de los niveles de proteína de fréjol.

ϵ_{ij} : Error experimental

El esquema del experimento se detalla en la (Tabla 7-2):

Tabla 7-2: Esquema del experimento.

TRATAMIENTOS	CODIGO	REP	T.U.E	Peces. /Trata
Balanceado 100%	TO	4	20	80
90% balanceado +10% de harina de fréjol	T1	4	20	80
80% balanceado +20% de harina de fréjol	T2	4	20	80
70% balanceado +30% de harina de fréjol	T3	4	20	80
TOTAL				320

T.U.E.: Tamaño de la Unidad Experimental

Realizado por: Costales, B. 2021

2.6. Análisis del experimento y pruebas de significancia

Los resultados obtenidos fueron sometidos a los análisis estadísticos:

- Análisis de varianza (ADEVA)
- Separación de medias según Tukey a un grado de significancia de $P < 0,05$
- Análisis de Regresión de las variables mutuas

2.7. Esquema del ADEVA

El esquema del análisis de varianza (ADEVA) del experimento para la investigación se describe en el Tabla 8-2.

Tabla 8-1: Esquema del ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamientos	3
Error	12

Realizado por: Costales, B. 2021

2.8. Procedimiento experimental

- Para el desarrollo de la investigación se empleó un cardumen de 320 Truchas. Se alojaron en estanques de cemento dividido en jaulas de 1.0 x 1.0 x 1.20 m, en un número de 20 animales por jaula, dichas jaulas fueron de malla, separadas.
- La preparación del alimento para los animales, se realizó con balanceado para crecimiento 45% de proteína con la incorporación de la harina de fréjol según los tratamientos. El alimento se entregó diariamente según la biomasa registrada en dos raciones controlando al mismo tiempo el nivel de agua y pH de cada jaula.
- El alimento para los tratamientos se ejecutó al voleo, con la implementación de la fórmula artesanal de ingesta de alimentos que toma como base el peso y la biomasa del pez.
- El control del peso de los animales se llevó a cabo cada 15 días de edad, desde el peso inicial que se tomó de los peces que han estado en los 90 días de edad, hasta el peso final que fueron a los 150 días de edad posteriores (60 días de investigación), de la misma forma se procedió con el control de la talla del pez.
- Al concluir el experimento (60 días de experimentación), los animales fueron pesados y medidos por última vez, siendo conducidos a la sala de sacrificio en donde se obtuvo los datos de rendimiento a la canal.
- Al concluir el trabajo de campo los datos se tabularon y se hizo el análisis estadístico con pruebas de ADEVA, separación de medias según Tukey, estudio de Regresión de las variables mutuas, para su interpretación y publicación de resultados.

2.9. Metodología de evaluación

2.9.1. *Peso inicial, (g)*

El peso inicial de los peces, se lo evaluó con una balanza digital y se registró los pesos de una muestra representativa de truchas según los procedimientos y repeticiones, y de esta forma sucesivamente cada 15 días.

2.9.2. *Peso quincenal y final, (g)*

Una vez transcurridos los 60 días de investigación (150 días de edad) se pesó una muestra representativa de los peces de cada uno de las repeticiones según los tratamientos y se registraron para su posterior análisis.

2.9.3. *Ganancia de peso quincenal y final, (g)*

La ganancia de peso se obtuvo de la diferencia entre el peso final restado del peso inicial, al igual con los pesos quincenales.

2.9.4. *Conversión alimenticia quincenal y final*

La conversión alimenticia el cálculo se determinó mediante la siguiente ecuación.

$$\text{Índice de Conversión alimenticia (ICA)} = \frac{\text{Peso del alimento (g)}}{\text{Ganancia de peso (g)}}$$

2.9.5. Talla quincenal y final, cm

Se procedió a medir cada 15 días con una regla graduada en centímetros.

2.9.6. Mortalidad %

La Mortalidad se realizó mediante la siguiente ecuación.

$$\text{Mortalidad (\%)} = \frac{\text{Truchas muertas}}{\text{Truchas vivas}} \times 100$$

2.9.7. Rendimiento a la canal (%)

La Mortalidad se realizó mediante la siguiente ecuación.

$$\text{Rendimiento a la canal(\%)} = \frac{\text{Peso del animal sin viseras, escamas y agallas}}{\text{Peso del animal con todo viseras escamas y agallas}} \times 100$$

2.9.8. Beneficio/Costo

El Beneficio / Costo se realizó mediante la siguiente ecuación.

$$B/C = \frac{\text{Ingresos totales (dolares)}}{\text{Egresos totales (dolares)}}$$

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

Los resultados obtenidos en la presente investigación, aportan al desarrollo de la acuicultura en el cantón Chambo, Provincia de Chimborazo, lugar donde disponen de un recurso natural apreciado como es el agua, e importante para la producción piscícola. Estos resultados también contribuirán de alguna manera a reducir el tiempo de saca de los peces al mercado, teniendo siempre presente el cuidado de los recursos naturales e incentivando a su sostenibilidad.

3.1. Análisis bromatológico de la dieta (Fréjol)

La Tabla 9-3. Reporta los resultados del análisis bromatológico realizado del fréjol, leguminosa que se utilizó para el desarrollo de la presente investigación.

Tabla 9-3: Resultado del análisis bromatológico del fréjol (*Phaseolus vulgaris*)

PARAMETRO	RESULTADO (PS)	MÉTODO /NORMA
Humedad total (%)	8,85	AOAC/Gravimétrico
Materia seca (%)	91,15	AOAC/Gravimétrico
Proteína (%)	23,89	AOAC/Kjeldahl
Fibra (%)	10,77	AOAC/Gravimétrico
Grasa (%)	2,01	AOAC/Goldfish
Ceniza (%)	3,25	AOAC/Gravimétrico
Materia orgánica (%)	96,75	AOAC/Gravimétrico

Fuente: SETLAB (2021).

Realizado por: Costales, B. 2021

3.2. Evaluación del peso inicial (g)

Al inicio de la investigación cuando los peces tuvieron una edad de 90 días, registraron pesos homogéneos, no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), sino únicamente diferencias numéricas entre los tratamientos, obteniéndose promedios de 33,95 gramos; 34,5 gramos; 33,45 gramos, y 34,25 gramos para los tratamientos T0, T1, T2 y T3, respectivamente (ver Gráfico 2-3), valores que al compararlos con el Manual de Crianza de trucha de Ragash (2009), reporta que la fase juvenil está fundada una vez que el pez tiene un peso que principalmente esta entre 20 gramos a 100 gramos dependiendo el tipo del sistema de crianza.

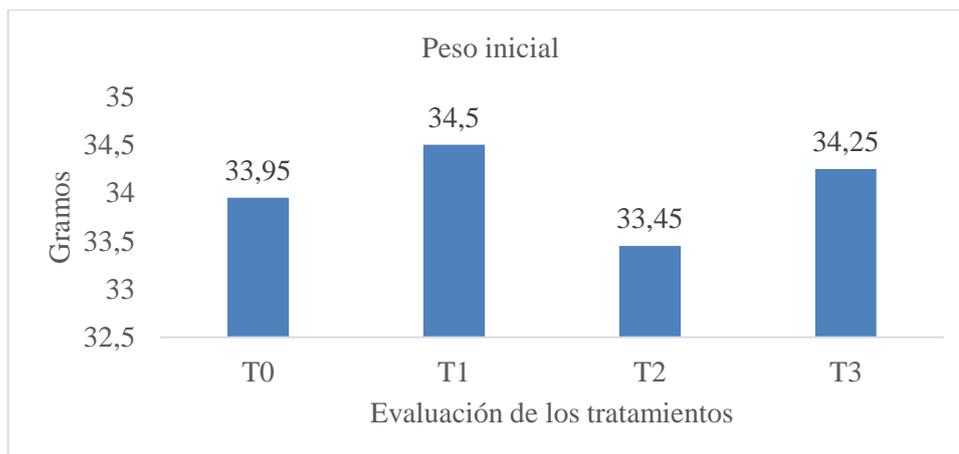


Gráfico 2-3. Peso inicial de las Truchas a los 90 días de edad.

Fuente: Costales, B. 2021

Damacela (2015), al iniciar su investigación, y evaluar tres sistemas de alimentación: balanceado, lombrices de tierra y mixto, determinó una media de 36,35 gramos, valor que es superior al reportado en nuestra investigación, con un peso promedio de 34,03 gramos, esto podría deberse a las diferencias del medio en que fueron criados los peces. Gualasí (2009) al sustituir de forma parcial el alimento balanceado por sangre de bovino, determinó un peso promedio inicial de 27 gramos, dato que es inferior al encontrado en nuestra investigación y que podría también deberse a las diferencias de condiciones ambientales en la producción de la trucha.

3.3. Evaluación del peso de la trucha por etapas. (g)

3.3.1. Evaluación del peso de la semana 2 (g)

En relación al peso de la trucha a la segunda semana, no se registraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) pero si diferencias numéricas entre los tratamientos, reportó el mejor resultado el tratamiento T1 con 46,48 gramos, seguido del T2 con 45,08, T3 con 43,73 gramos y el T0 con 40,63 gramos. (Ver Tabla 10-3).

Damacela (2015), al evaluar tres sistemas de alimentación: balanceado, lombrices de tierra y mixto, determinó que el mejor tratamiento en la segunda semana fue al proporcionar alimentación mixta, con un promedio de 56,01 gramos, el tratamiento testigo reportó un valor de 44,34 gramos, datos que difieren al de nuestra investigación, posiblemente por la calidad del agua, un mejor aprovechamiento de éste tipo de proteína de origen animal, y condiciones ambientales mas favorables.

Gualavisí (2009), al sustituir de manera parcial el alimento balanceado por sangre de bovino, a la segunda semana, determinó un peso promedio de 32,93 gramos, dato que es inferior a los reportados, y quizá se deba a las mejores condiciones ambientales en nuestra investigación.

Tabla 10-3: Comportamiento biológico del peso inicial, quincenal y final de la trucha alimentada bajo diferentes niveles de harina de fréjol como fuente proteica.

Variables	Tratamientos				Media	E.E.	Prob	Sign.
	Testigo (T0)	10%harina de fréjol y 90% balanceado (T1)	20%harina de fréjol y 80% balanceado(T2)	30%harina de fréjol y 70% balanceado(T3)				
Peso inicial, g	33,95 a	34,5 a	33,45 a	34,25 A	34,0375	0,56	0,5967	ns
Peso semana 2, g	40,63 a	46,48 a	45,08 a	43,73 A	43,98	1,88	0,2062	ns
Peso semana 4, g	50,75 b	61,5 a	60,25 a	61,5 A	58,5	2,17	0,0113	*
Peso semana 6, g	72,25 b	80,75 a	80,5 a	79,5 a b	78,25	1,96	0,0289	*
Peso final, g	108 b	118,13 a	115,75 a b	117 A	114,72	1,98	0,0143	*

Letras idénticas no difieren significativamente según Tukey ($P < 0.05$)

Prob: Probabilidad.

Signif: Significancia.

Realizado por: Costales, B. 2021

3.3.2. Evaluación del peso de la semana 4 (g)

Al evaluar la variable peso en la cuarta semana, se reportó diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$), los mejores resultados reportaron los tratamientos T1 y T3 con valores idénticos de 61,5 g, seguido por T2 con 60,25 g; y el menor peso presentó tratamiento T0 con 50,75 g, lo cual demuestra el efecto significativo de los diferentes tratamientos, respecto al testigo.

Damacela (2015), al evaluar tres sistemas de alimentación: balanceado, lombrices de tierra y mixto, determinó que el mejor tratamiento en la cuarta semana, fue el de alimentación mixta, con 91,65 gramos, el menor valor reportó al alimentar únicamente con lombrices con un promedio de 72,13 gramos, valores que son superiores a los registrados en nuestra investigación, lo cual podría deberse al mejor efecto de la proteína de origen animal en la alimentación de las truchas.

Gualavisí (2009), a la cuarta semana de inicio del experimento y al sustituir de forma parcial balanceado por sangre de bovino, determinó un peso promedio de 40,64 gramos, datos que varían debido posiblemente a mejores condiciones ambientales presentes en el lugar de desarrollo de nuestro experimento.

3.3.3. Evaluación del peso de la semana 6 (g)

A la sexta semana de iniciado el experimento, se reportó diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$), el mejor resultado presentó el tratamiento T1 con 80,75g, seguido por el T2 con 80,5g entre los tratamientos T3 y T0 que presentaron valores de 79,5 g y 72,25 g, respectivamente. La alteración de los mejores valores en este periodo con en relación a la anterior podría ser por la predominación del cambio de balanceado por fase fisiológica del pez.

El mismo Damacela (2015), determinó que el mejor tratamiento a la sexta semana fue el de alimentación mixta con 106,15 gramos, y el tratamiento solo a base de lombrices registró un promedio de 96,55 gramos, valores que superan a los registrados en nuestro estudio en ésta etapa, posiblemente debido a un mejor efecto de aprovechamiento de la proteína de origen animal. Gualavisí (2009) en su investigación con una sustitución parcial de alimento balanceado por sangre de bovino determino un peso promedio a los 45 días, de 49,15 gramos, datos que difieren con los nuestros, debido posiblemente a la diferencia de edad de las truchas al inicio del experimento, y a las condiciones ambientales de las zonas donde se realizaron el estudio.

3.3.4. Evaluación del peso semana final (g)

Al evaluar los pesos en la semana final se registraron diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza ($P < 0,05$) y según la prueba de Tukey, que resulto mejor, los peces alimentados con el tratamiento T1 con 118,13g; seguido por el T3 con 117g; y el T2 con 115,75g; el tratamiento testigo T0 (sin *Phaseolus vulgaris*) reportó un menor peso de 108 g.

Damacela (2015), en su estudio, determinó que el mejor tratamiento para la semana final fue el de alimentación mixta con 125,16 gramos, el menor valor reportó el tratamiento en que se utilizó solamente balanceado, con 121,29 gramos, valores que difieren significativamente con los encontrados en nuestro experimento, que podría deberse a diferencias en cuanto a edad de las truchas al inicio del experimento, calidad de agua, entre otros factores ambientales. El mismo Gualisivi (2009), determinó un peso promedio a los 70 días de iniciada su investigación, de 67,40 gramos, datos que varían con los nuestros, posiblemente debido también a la diferencia de edad de las truchas al inicio y a la condición del medio ambiente como dato importante a considerar.

Yanzapanta (2010), al utilizar dos sustitutos proteicos, lombriz y vísceras de pollo, en la alimentación de truchas, registró el mejor peso final de 118,25 gramos, este valor se aproxima a los obtenidos en este trabajo.

El gráfico 3-3, resume la evolución del peso en gramos de las truchas alimentadas con diferentes niveles de harina de *Phaseolus vulgaris* (fréjol) como fuente proteica en la etapa de engorde, en

el cantón Chambo Provincia de Chimborazo; además se observa un crecimiento lineal alto en los pesos hasta el término de la investigación.

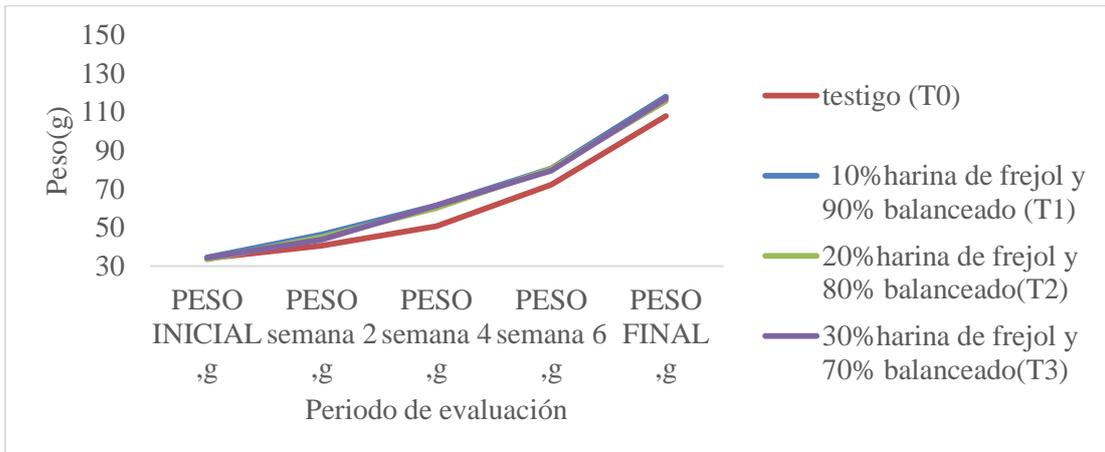


Gráfico 3-3. Dinámica del peso en gramos de la Trucha a lo largo de 60 días como impacto de la alimentación con diferentes niveles de harina de fréjol como fuente proteica.

Fuente: Costales, B. 2021

En base al análisis de regresión se determinó que el peso final (g) de las truchas frente a los diferentes niveles (%) de Proteína de fréjol están relacionadas significativamente ($P < 0,05$); obteniendo un modelo de regresión lineal, que alcanzó un coeficiente de determinación de 28%, identificándose que inicia con un intercepto de 111,03 gramos, con un incremento para cada nivel de 0,2463 gramos. (Gráfico 3-3). A lo cual se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Peso final} = 111,03 + 0,02463(\% \text{NHFP})$$

Donde:

NHFP = Niveles de harina de fréjol como fuente de proteína, %

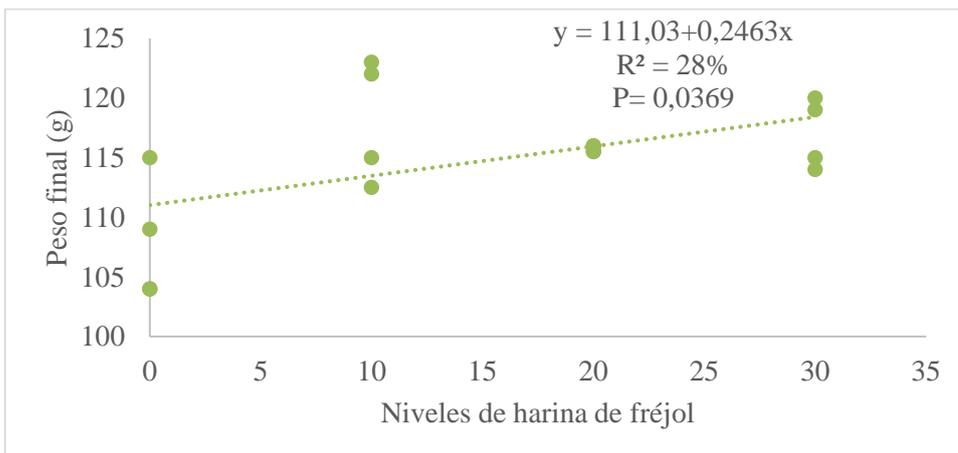


Gráfico 3-3. Curva de la regresión ajustada para el peso de las truchas final, como efecto de la aplicación de diferentes niveles de harina de fréjol.

Fuente: Costales, B. 2021

3.4. Evaluación de la ganancia de peso de la trucha por etapas (g)

3.4.1. Evaluación de la ganancia de peso de la semana 2 (g)

Al evaluar la variable ganancia de peso en la segunda semana, no se reportó diferencias estadísticas ($P > 0,05$), pero si diferencias numéricas, el mejor resultado presentó el tratamiento T1 con 5,23 g; seguido por el T3 con 4,88 g; T2 con 4,45 g; y el tratamiento testigo T0 con 3,15 g. (Tabla 11-3).

Damacela (2015), al evaluar tres sistemas de alimentación: balanceado, lombrices de tierra y mixto, determinó ganancias de peso en la segunda semana de 7,26 gramos, 17,64 gramos, y 11.50 gramos respectivamente, datos que difieren al de nuestra investigación, posiblemente por la calidad del agua, un mejor aprovechamiento de éste tipo de proteína de origen animal, y condiciones ambientales mas favorables.

Tabla 11-3: Comportamiento biológico de la ganancia inicial, quincenal y final de la trucha alimentada bajo diferentes niveles de harina de fréjol.

Variables	Tratamientos				Media	E.E.	Prob	Signif
	Testigo (T0)	10%harina de fréjol y 90% balanceado (T1)	20%harina de fréjol y 80% balanceado(T2)	30%harina de fréjol y 70% balanceado(T3)				
Ganancia de peso semana 2, g	3,15 a	5,23 a	4,45 a	4,88 a	4,4275	1,57	0,116	ns
Ganancia de peso semana 4, g	10,13 b	15,03 a b	15,18 a b	17,18 a	14,38	1,28	0,0084	**
Ganancia de peso semana 6, g	21,5 a	19,25 a	20,25 a	18 a	19,75	1,49	0,4301	ns
Ganancia de peso final, g	35,75 a	37,38 a	35,25 a	37,5 a	36,47	2,2	0,8477	ns
Ganancia de peso total (g)	74,05 b	83,63 a	82,3 a b	82,75 a	80,6825	2,05	0,0211	*

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ($P < 0,05$)

Prob: Probabilidad.

Signif: Significancia.

Realizado por: Costales, B. 2021

3.4.2. Evaluación de la ganancia de peso de la semana 4 (g)

El análisis de varianza de la ganancia de peso en la semana cuatro, registro diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) principalmente en los peces alimentados con el T3 que resultó ser el mejor con un valor de 17,18 gramos, seguido del T1 y T2 que reportaron ganancias de peso de 15,03 y 15,18 gramos respectivamente, mientras que el tratamiento control T0 (*sin Phaseolus vulgaris*) presentó una ganancia de peso menor, con 10,13 gramos.

Damacela (2015), al evaluar tres sistemas de alimentación: balanceado, lombrices de tierra y mixto, determinó ganancias de peso en la semana 4, de 32.30 gramos, 35.64 gramos y 27.02 gramos respectivamente, valores que son superiores a los registrados en nuestra investigación, lo cual podría deberse al mejor efecto de la proteína de origen animal en la alimentación de las truchas.

3.4.3. Evaluación de la ganancia de peso de la semana 6 (g)

La evaluación de la ganancia de peso a la sexta semana, no se reportó diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), pero si numéricas, el mejor resultado presentó el tratamiento T0 con 21,5 g; seguido por el tratamiento T2 con 20,25 g; T1 con 19,25 g; y el T3 con 18 g.

Damacela (2015), al evaluar tres sistemas de alimentación: balanceado, lombrices de tierra y mixto, determinó ganancias de peso en la semana 6, de 7,26 gramos, 17.64 gramos y 11.50 gramos respectivamente, valores que difieren a los registrados en nuestra investigación, lo cual podría deberse a variaciones en las condiciones ambientales durante esta fase del desarrollo de la trucha.

3.4.4. Evaluación de la ganancia de peso final (g)

A la evaluación de la ganancia de peso final, no se registró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($P > 0,05$), pero si diferencias numéricas, el mejor resultado presentó el tratamiento T3 con 37,5 g; seguido por el tratamiento T1 con 37,38 g; T0 con 35,75 g; y el T2 con 35,25 g.

Damacela (2015), al evaluar tres sistemas de alimentación: balanceado, lombrices de tierra y mixto, determinó ganancias de peso final, de 19,78 gramos, 19,01 gramos y 24,74 gramos respectivamente, valores que difieren a los registrados en nuestra investigación, lo cual podría deberse también a variaciones en las condiciones ambientales durante esta fase del desarrollo de la trucha.

3.4.5. Evaluación de la ganancia de peso total (g)

Respecto a la ganancia de peso total entre los tratamientos, el análisis de varianza registró diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$), al comparar los promedios en respuesta a la utilización de diferentes niveles de harina de fréjol se reportó los mejores valores de 83,63 g; y 82,75 gramos para los tratamientos T1 y T3 respectivamente, seguido del tratamiento T2 con 82,3 gramos; finalmente la menor ganancia registró el tratamiento T0 con 74,05 gramos.

Damacela (2015), al evaluar tres sistemas de alimentación: balanceado, lombrices de tierra y mixto, determinó ganancias de peso totales de 66,6 gramos, 89,93 gramos y 74,76 gramos respectivamente, valores que difieren a los registrados en nuestro trabajo, lo cual podría deberse también a variaciones en las condiciones ambientales durante esta fase del desarrollo de la trucha.

Gualavisí (2009), al realizar una sustitución parcial de alimento balanceado por sangre de bovino en un periodo de 70 días, obtuvo un incremento de 40.4 gramos, valor que difiere al obtenido en nuestro experimento que fue en promedio de 80 gramos, en un periodo de 60 días, esta diferencia de resultados podría deberse a los factores físicos químicos del agua y de la eficiencia alimenticia que aporta la dieta.

Yanzapanta (2010), al utilizar dos sustitutos proteicos, lombriz y vísceras de pollo, en la alimentación de truchas, registró la mejor ganancia de peso de 78,55 gramos, este valor se aproxima a los obtenidos en este trabajo.

En base al análisis de regresión se determinó que la ganancia de peso (g) de las truchas frente a los diferentes niveles (%) de Proteína de fréjol están relacionadas significativamente ($P < 0,05$); obteniendo un modelo de regresión lineal, que alcanzó un coeficiente de determinación de 28%, identificándose que inicia con un intercepto de 76,965 gramos, con un incremento para cada nivel de 0,2478 gramos. (Gráfico 4-3) A lo cual se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Ganancia de peso} = 76,965 + 0,2478(\text{NHFP})$$

Donde:

NHFP = Niveles de harina de fréjol como fuente de proteína, %

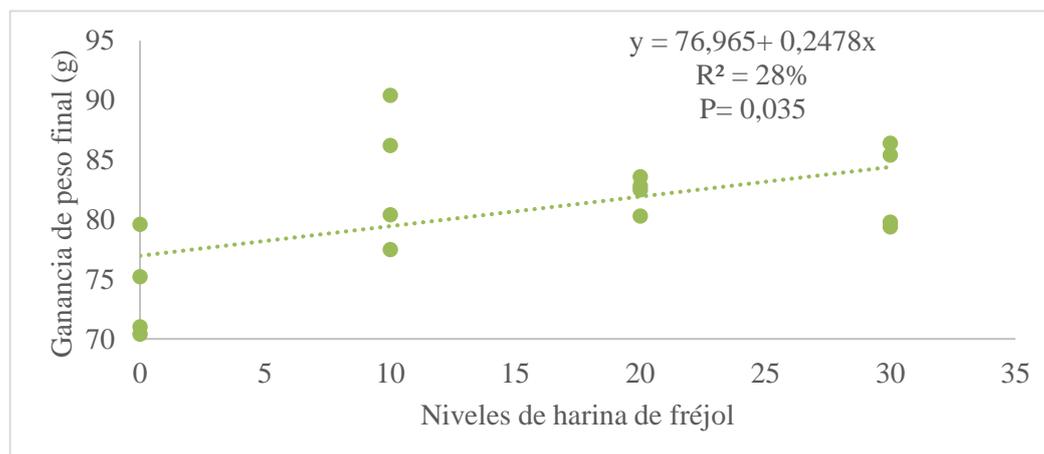


Gráfico 4-3. Curva de la regresión ajustada para la ganancia de peso total de las truchas, como efecto de la aplicación de diferentes niveles de harina de fréjol.

Fuente: Costales, B. 2021

3.5. Evaluación del rendimiento a la canal (%)

Al realizar el análisis de la varianza del rendimiento a la canal se determinó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($P < 0,01$), con una media general de 83,62%; el mayor rendimiento a la canal registró el tratamiento T2 con 87,04%; seguido por el tratamiento T1 con 83,94%; y el tratamiento T3 con 82,75 %; el menor rendimiento a la canal presentó el tratamiento control T0 con un valor de 80,75 % (ver Gráfico 5-3).

Damacela (2015), al evaluar tres sistemas de alimentación en truchas: balanceado, lombrices de tierra, y mixto, registró rendimientos a la canal de 62,05%, 58,47% y 59,50% respectivamente, valores que difieren a los obtenidos en nuestro estudio, y que podría deberse a una diferencia de las condiciones ambientales del sector de crianza de los peces. Gualisivi (2009), al sustituir de forma parcial el alimento balanceado por sangre de bovino, determinó un rendimiento a la canal a los 70 días de investigación de 84% datos que se asemejan a los encontrados en nuestra investigación.

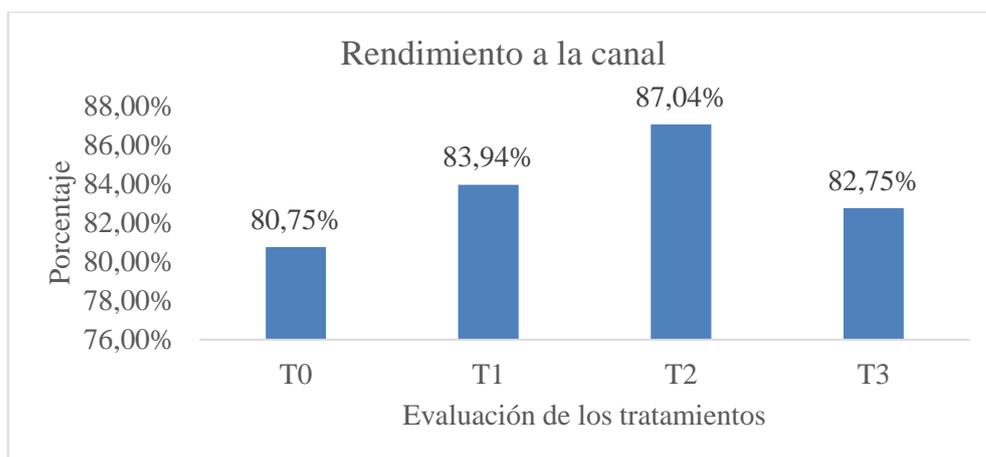


Gráfico 5-3. Rendimiento a la canal de las Truchas, como efecto de la aplicación diferentes niveles de harina de fréjol en su alimentación.

Fuente: Costales, B. 2021

En base al análisis de regresión se determinó que rendimiento a la canal frente a los diferentes niveles de harina de fréjol como fuente proteica están relacionadas significativamente ($P < 0,01$), obteniendo un modelo de regresión cuadrática (ver Gráfico 6-3), que alcanzó un coeficiente de determinación del 62%, identificándose que inicia con un intercepto de 0,08047; luego por cada nivel de sustitución de harina de fréjol con proteína de 0 a 20% de sustitución va incrementándose en 0.0057 gramos, y a niveles de 20 al 30 sustitución de harina de fréjol como fuente de proteína, va descendiendo en 0.0001. La ecuación de la regresión se presenta a continuación:

$$\text{Rendimiento a la canal} = 0,8047 - 0,0057(\% \text{NHFP}) + 0,0001(\% \text{NHFP})^2$$

Dónde:

NHFP = Niveles de harina de frejol como fuente de proteína, %

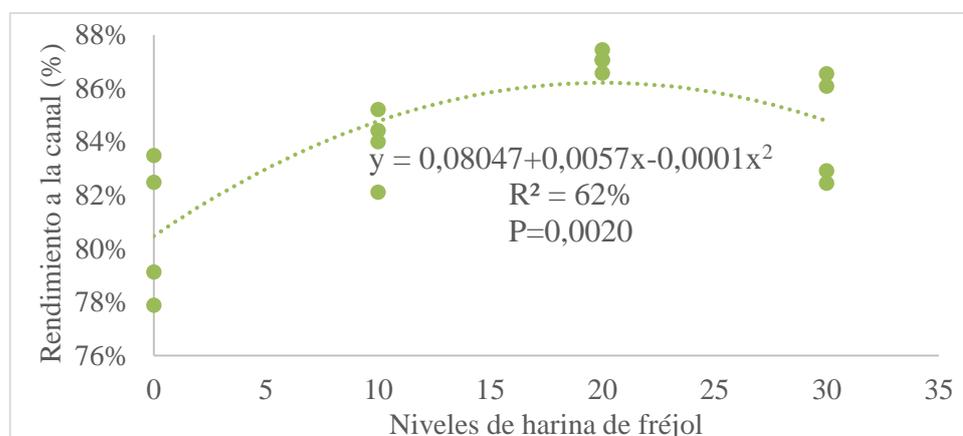


Gráfico 6-3. Curva de la regresión ajustada para el rendimiento a la canal de las truchas, como efecto de la aplicación de diferentes niveles de harina de fréjol.

Fuente: Costales, B. 2021

3.6. Evaluación del tamaño de las truchas por etapas (cm)

3.6.1. Evaluación de la tamaño inicial-longitud (cm)

El tamaño inicial de los peces a una edad de 90 días, al inicio de la investigación no registró diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), pero sí diferencias numéricas entre los tratamientos, con promedios de 14,98 cm; 14,7 cm; 14,83 cm y 14,28 cm; para los tratamientos T0, T1, T2 y T3 respectivamente. En este sentido, y comparando con lo establecido por el Manual de Crianza de Trucha de Ragash en el (2009) señala que en la fase juvenil el pez tiene 10 cm a 15 cm, datos que se asemejan a los registrados al inicio del presente experimento. (Ver gráfico 7-3). Damacela (2015), al iniciar su investigación, y evaluar tres sistemas de alimentación: balanceado, lombrices de tierra y mixto, determinó longitudes de 15,77 cm, 15,54 cm, 14,86 cm respectivamente, valores que no difieren significativamente a los reportados en nuestro trabajo.

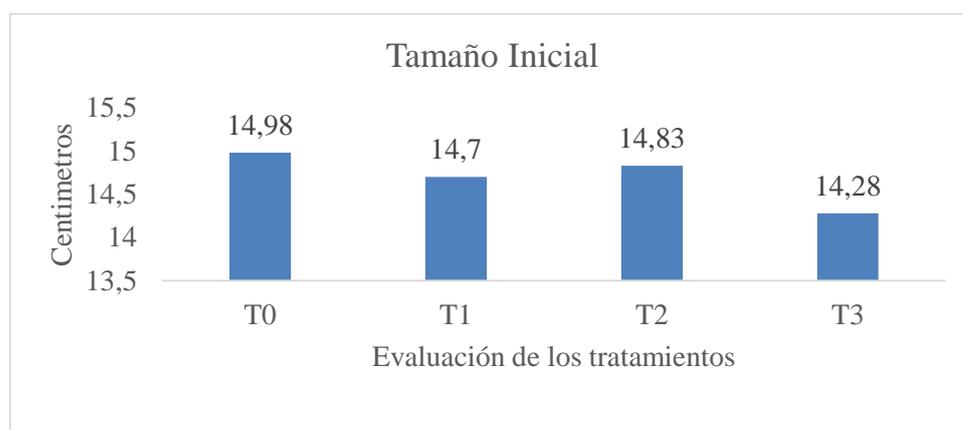


Gráfico 7-3. Tamaño inicial en centímetros de las Truchas a los 90 días de edad.

Fuente: Costales, B. 2021

3.6.2. Evaluación del tamaño de la semana 2(cm)

Al evaluar la longitud de las truchas a la segunda semana, no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P>0,05$) entre los tratamientos, pero si diferencias numéricas entre los mismos, registrando el mejor resultado el tratamiento T3 con 15,65 cm, mientras que los tratamientos T0, T1 y T2 registraron longitudes similares de 15,6 cm.

Damacela (2015), al evaluar tres sistemas de alimentación: balanceado, lombrices de tierra y mixto, determinó longitudes de las truchas en la segunda semana de 16,91 cm; 16,90 cm y 16,29 cm respectivamente, datos que difieren al de nuestra investigación, posiblemente por la calidad del agua, un mejor aprovechamiento de éste tipo de proteína de origen animal, y condiciones ambientales mas favorables.

3.6.3. Evaluación del tamaño de la semana 4 (cm)

A la cuarta semana de iniciado el trabajo experimental, no se reportó diferencias estadísticas significativas ($P>0,05$), pero si diferencias numéricas, el mejor resultado presentó el tratamiento T3 con 17,05 cm; seguido por el tratamiento T2 con 16,95 cm; T1 con 16,73 cm; y el tratamiento control T0 con 16,63 cm (Ver Tabla 12-3).

Tabla 12-3: Comportamiento biológico del tamaño inicial, quincenal y final de la trucha alimentada bajo diferentes niveles de harina de fréjol.

Variables	Tratamientos				Media	E.E.	Prob	Signi
	Testigo (T0)	10%harina de fréjol y 90% balanceado (T1)	20%harina de fréjol y 80% balanceado(T2)	30%harina de fréjol y 70% balanceado(T3)				
Tamaño inicial (cm)	14,98 a	14,7 a	14,83 a	14,28 a	14,6975	0,19	0,1096	ns
Tamaño semana 2 (cm)	15,6 a	15,6 a	15,6 a	15,65 a	15,6125	0,08	0,9603	ns
Tamaño semana 4 (cm)	16,63 a	16,73 a	16,95 a	17,05 a	16,84	0,15	0,2283	ns
Tamaño semana 6 (cm)	18,4 a	18,35 a	18,4 a	18,25 a	18,35	0,17	0,912	ns
Tamaño semana final (cm)	20,78 b	21,55 a b	21,85 a b	22,1 a	21,57	0,29	0,0356	*

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ($P < 0.05$)

Prob: Probabilidad.

Signif: Significancia.

Realizado por: Costales, B. 2021

Damacela (2015), al evaluar tres sistemas de alimentación: balanceado, lombrices de tierra y mixto, determinó longitudes de las truchas en la cuarta semana de 19,30 cm; 19,60 cm, y 18,08 cm, respectivamente, datos que también difieren al de nuestra investigación, posiblemente por la calidad del agua, un mejor aprovechamiento de éste tipo de proteína de origen animal, y condiciones ambientales mas favorables.

3.6.4. Evaluación del tamaño de la semana 6 (cm)

Al evaluar la variable tamaño a la sexta semana, no se reportó diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), pero si diferencias numéricas, el mejor resultado presentó el tratamiento T2 con 18,4 cm; seguido por el tratamiento T0 con 18,4 cm; T1 con 18,34 cm; y el tratamiento T3 con 18,25 cm.

Damacela (2015), al evaluar tres sistemas de alimentación: balanceado, lombrices de tierra y mixto, determinó longitudes de las truchas en la sexta semana de 20,86 cm; 21,10 cm, y 20,51 cm, respectivamente, datos que también difieren al de nuestra investigación, posiblemente también debido a la calidad del agua, un mejor aprovechamiento de éste tipo de proteína de origen animal, y condiciones ambientales mas favorables.

3.6.5. Evaluación del tamaño semana final (cm)

En relación a la evaluación de la longitud final de las truchas, se registraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos, presentando una talla final superior en las truchas alimentadas con el tratamiento T3, con tamaño promedio de 22,1 cm; seguido de los tratamientos T2 y T1 con tamaños promedios de 21,85cm y 21,55 cm respectivamente; el tratamiento testigo reportó un tamaño inferior a los demás tratamientos, con un promedio de 20,78 cm. (Ver Gráfico 8-3).

Damacela (2015), al evaluar tres sistemas de alimentación: balanceado, lombrices de tierra y mixto, determinó longitudes en la etapa final de las truchas de 21,85 cm; 22,33 cm, y 22,03 cm, respectivamente, datos que presentan cierta similitud a los reportados en nuestra investigación.

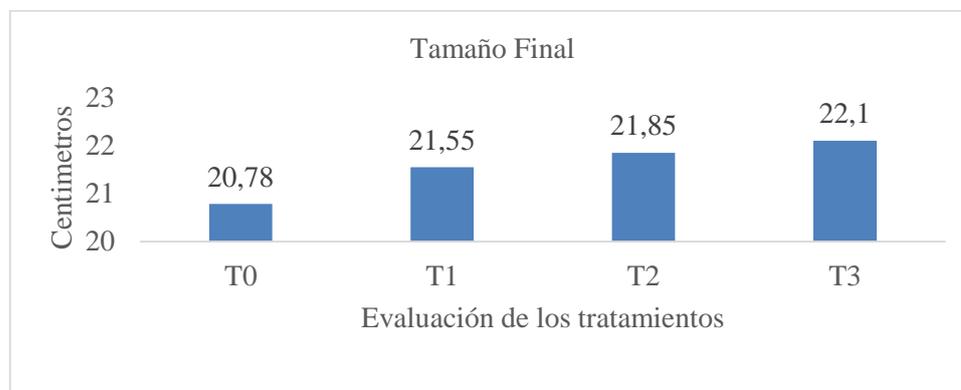


Gráfico 8-3. Tamaño final en centímetros de las Truchas a los 60 días, como efecto de la aplicación de diferentes niveles de harina de fréjol como fuente proteica en su alimentación.

Fuente: Costales, B. 2021

Los valores reportados por Yanzapanta (2010) quien al utilizar dos sustitutos proteicos (lombriz y vicerase de pollo) que reemplazan al balanceado comercial determino el mejor tamaño longitudinal de 23,27 centímetros este valor es superior a los obtenidos en este trabajo.

El gráfico 9-3 resume, la evolución de talla en centímetros de la trucha sometida a diferentes niveles de harina de fréjol como fuente proteica, se observa una tendencia de incremento lineal en la talla hasta el término del estudio.

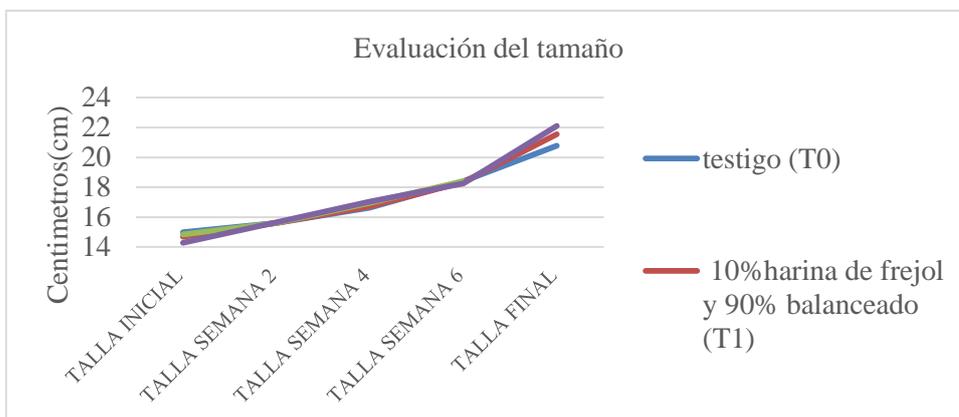


Gráfico 9-3. Dinámica del tamaño en centímetros de la Trucha durante 60 días como efecto de la aplicación de diferentes niveles de harina de fréjol como fuente proteica en la alimentación.

Fuente: Costales, B. 2021

En base al análisis de regresión se determinó que el tamaño (cm) de las truchas frente a los diferentes niveles de proteína de fréjol, están relacionadas significativamente ($P < 0,05$); obteniendo un modelo de regresión lineal, que alcanzó un coeficiente de determinación de 34%, identificándose que inicia con un intercepto de 21,018 cm, con un incremento para cada nivel de 0,0368 cm. (Gráfico 10-3). La ecuación de regresión se presenta a continuación:

$$\text{Tamaño final} = 21,018 + 0,0368(\text{NHFP})$$

Donde:

NHFP = Niveles de harina de fréjol como fuente de proteína, %

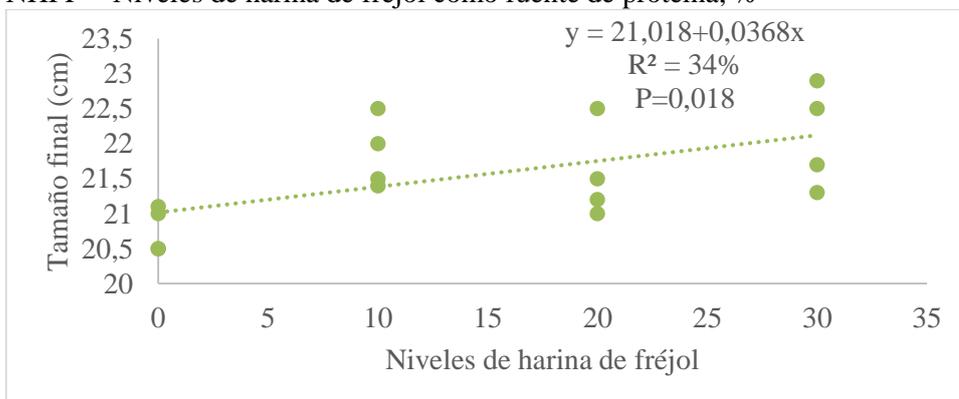


Gráfico 10-3. Curva de la regresión ajustada para el tamaño de las truchas final, como impacto de la aplicación de diferentes niveles de harina de fréjol como fuente proteica.

Fuente: Costales, B. 2021

3.7. Evaluación de la conversión alimenticia por etapas

3.7.1. Evaluación de la conversión alimentación en la semana 2

La conversión alimenticia en la segunda semana, presentó diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$), entre los tratamientos, la mejor conversión alimenticia registró los peces alimentados en base al tratamiento T2 con un índice de 1,2; seguido por las truchas a las que se les aplicó los tratamientos T1 y T3, con índices de conversión de 1,25 y 1,43 respectivamente; finalmente se registró una conversión menos eficiente de 2,04 para el tratamiento control T0. (Ver Tabla 13-3). Damacela (2015), al evaluar tres sistemas de alimentación: balanceado, lombrices de tierra y mixto, determinó conversiones alimenticias, en esta semana de, 2,75, 1,83 y 1,67 respectivamente, datos que difieren al de nuestra investigación, posiblemente existe un mayor aprovechamiento de la proteína del fréjol en comparación con otros tipos de proteína.

Tabla 13-3: Comportamiento biológico de la conversión alimenticia, quincenal y final de la trucha alimentada bajo diferentes niveles de harina de fréjol como fuente proteica.

VARIABLES	TRATAMIENTOS				Media	E.E.	Prob	Signi
	Testigo (T0)	10%harina de fréjol y 90% balanceado (T1)	20%harina de fréjol y 80% balanceado(T2)	30%harina de fréjol y 70% balanceado(T3)				
Conversión alimenticia semana 2	2,04 b	1,25 a b	1,2 a	1,43 a b	1,48	0,19	0,0349	*
Conversión alimenticia semana 4	1,58 b	1,07 a	1,1 a	0,9 a	1,1625	0,09	0,0012	**
Conversión alimenticia semana 6 (g)	1,01 a	1,19 a	1,08 a	1,13 a	1,1025	0,08	0,4445	ns
Conversión alimenticia semana final	0,93 a	0,9 a	0,97 a	0,89 a	0,9225	0,06	0,8023	ns
Conversión total	1,13 b	1 a	1,02 a	1,01 a	1,04	0,03	0,0154	*

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ($P < 0.05$)

Prob: Probabilidad.

Signif: Significancia.

Realizado por: Costales, B. 2021

3.7.2. Evaluación de la conversión alimentación en la semana 4

La conversión alimenticia en la cuarta semana, presenta diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$), entre los tratamientos, la mejor conversión alimenticia registró los peces alimentados en base al tratamiento T3 con un índice de 0,9; seguido por las truchas a las que se les aplicó los tratamientos T1 y T2, con índices de conversión de 1,07 y 1,1, respectivamente; finalmente se registró una conversión menos eficiente de 1,58 para el tratamiento control T0.

Damacela (2015), al evaluar tres sistemas de alimentación: balanceado, lombrices de tierra y mixto, determinó en la cuarta semana, conversiones alimenticias de, 0,82, 0,90 y 0,92 respectivamente, datos que tienen cierta similitud a los registrados en nuestra investigación en que el mejor fue de 0,9 para el tratamiento T3, ello significa que se necesita 0,9 gramos de alimento para incrementar 1 gramo de peso.

3.7.3. Evaluación de la conversión alimentación en la semana 6

El análisis de varianza para la sexta semana, en la variable conversión alimenticia reportó que no existen diferencias significativas ($P > 0,05$) pero si diferencias numéricas, la mejor conversión alimenticia reportó el tratamiento T0, con un índice de 1,01, seguido por el tratamiento T2 con 1,08; T3 con 1,13; y el tratamiento T1 con 1,19.

Damacela (2015), al evaluar tres sistemas de alimentación: balanceado, lombrices de tierra y mixto, determinó en la sexta semana, conversiones alimenticias de 1,10; 2,57; y 1,16 respectivamente, datos que difieren a los registrados en nuestra investigación en que el mejor fue de 1,01 para el tratamiento T0.

3.7.4. Evaluación de la conversión alimentación en la semana final

El análisis de varianza para la semana final, en la variable conversión alimenticia reportó que no existen diferencias significativas ($P > 0,05$) pero si diferencias numéricas, la mejor conversión alimenticia reportó el tratamiento T3, con un índice de 0,89, seguido por el tratamiento T1 con 0,9; T0 con 0,93; y el tratamiento T2 con 0,97.

Damacela (2015), al evaluar tres sistemas de alimentación: balanceado, lombrices de tierra y mixto, determinó en la semana final, conversiones alimenticias de 1,69; 1,80; y 1,37 respectivamente, datos que difieren a los registrados en nuestra investigación en que el mejor fue de 0,83 para el tratamiento T3, ello significa que se necesita 0,83 gramos de alimento para incrementar 1 gramo de peso.

3.7.5. Evaluación de la conversión alimentación total

Los resultados del ADEVA para la conversión alimenticia total, reportaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) en el período de estudio, bajo la influencia de los diferentes tratamientos en la alimentación de las truchas y que mediante la separación de medias según Tukey los mejores resultados fueron con el tratamiento T1 con un valor de conversión alimenticia de 1; seguido del T3 con un valor de 1,01; T2 con un valor de 1,02. La conversión alimenticia menos eficiente registró el tratamiento control T0 con un valor de 1,13.

Damacela (2015), al evaluar tres sistemas de alimentación: balanceado, lombrices de tierra y mixto, determinó conversiones alimenticias totales de 1,41; 1,40; y 1,29 respectivamente, datos que difieren a los registrados en nuestra investigación en que el mejor fue de 1 para el tratamiento T1.

Yanzapanta (2010), al utilizar dos sustitutos proteicos, lombriz y vísceras de pollo, en la alimentación de truchas, registró la mejor conversión alimenticia de 1.21 gramos este valor es superior a los obtenidos en nuestro trabajo.

En base al análisis de regresión se determinó que la conversión alimenticia frente a los diferentes niveles de harina de fréjol como fuente proteica están relacionadas significativamente ($P < 0,05$); obteniendo un modelo de regresión cuadrática, ver gráfico 11-3, que alcanzó un coeficiente de determinación del 51%, identificándose que inicia con un intercepto de 1,1218, luego por cada nivel de sustitución de harina de fréjol como fuente de proteína de 0 a 20% de sustitución va descendiendo en 0.0128, y a niveles de 20 al 30% sustitución de harina de fréjol como fuente de proteína, se incrementa 0.0003 a lo cual se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Conversión alimenticia} = 1,1218 - 0,0128(\% \text{NHFP}) + 0,0003(\% \text{NHFP})^2$$

Dónde:

NHFP = Niveles de harina de fréjol como fuente de proteína, %

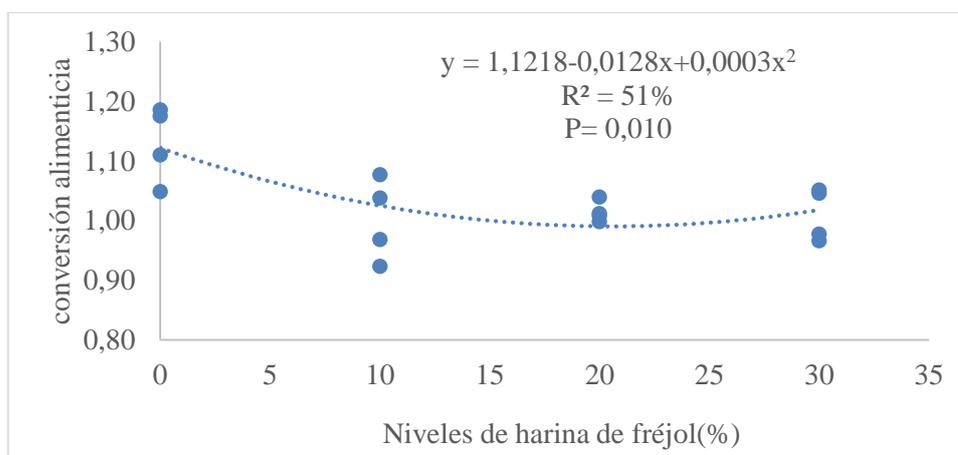


Gráfico 11-3. Curva de la regresión ajustada para la conversión alimenticia final de las truchas, como efecto de la aplicación de diferentes niveles de harina de fréjol.

Fuente: Costales, B. 2021.

3.8. Evaluación de la mortalidad (%)

La mortalidad se evaluó con los resultados logrados en un conteo del número final de truchas presentes al concluir el ensayo en porcentaje, relacionadas al número de truchas contadas al principio de la investigación. Luego del ensayo no se registraron diferencias significativas ($P > 0,05$) por efecto de los tratamientos en estudio, puesto que se presentaron mortalidades, obteniéndose los siguientes resultados: T0= 5%; T1= 2,5%; T2= 2,5 % y T3=1,25%. (Gráfico 12-3).

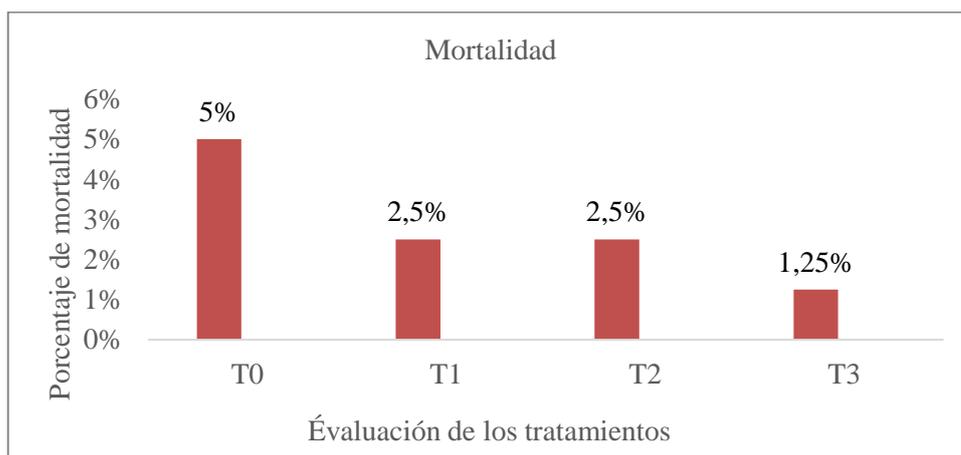


Gráfico 12-3. Mortalidad en porcentaje de las Truchas durante los 60 días de investigación, como efecto de la aplicación de diferentes niveles de harina de fréjol en su alimentación.

Fuente: Costales, B. 2021

Damacela (2015), al evaluar tres sistemas de alimentación balanceado, lombrices de tierra y mixto, determinó un porcentaje de mortalidad del 2,5% al aplicar una dieta a base de balanceado, valor que es similar a los obtenidos en nuestro trabajo respecto a los tratamientos T1 y T2, sin embargo es menor si lo comparamos con el tratamiento T0 en que se registró 5% de mortalidad. Gualavisí (2009), al sustituir en forma parcial el alimento balanceado por sangre de bovino obtiene un porcentaje de mortalidad del 1,2%, dato que es inferior al de la presente investigación, posiblemente debido a mejores condiciones ambientales para la producción de la trucha.

Yanzapanta (2010), al utilizar dos sustitutos proteicos, lombriz y víceras de pollo, en la alimentación de truchas, registró mortalidad de 2,5%, este valor es inferior a los obtenidos en nuestra investigación, siendo datos aceptables de mortalidad en piscicultura.

3.9. Evaluación del Beneficio / Costo

Se puede describir que los resultados económicos alcanzados en el presente análisis, establece que tuvieron un beneficio costo diferente en cada uno de los tratamientos prediciéndose que el tratamiento económicamente más rentable es alimentar con 10% de harina de fréjol y 90% de balanceado (T1), que registró un beneficio costo / trucha de 1,12, lo cual significa que por cada dólar invertido en la producción de truchas, se obtiene una ganancia de 0,12 centavos de dólar, es decir un 12% de rentabilidad / trucha en el proceso de producción, siguiéndole por su puesto al alimentar con 30% de harina de fréjol y 70% balanceado(T3) y al 20% harina de fréjol y 80% balanceado (T2) con un indicador beneficio costos / trucha de 1,11 y 1,10 respectivamente representando una rentabilidad del 11% y 10%, determinando que por cada dólar invertido hay un beneficio de 11 centavos y 10 centavos de dólar respectivamente .

De esta manera se explica que el tratamiento T0 (balanceado) obtuvo un menor indicador beneficio / costo trucha de 1,02, puesto que, por cada dólar invertido en la producción de truchas, se tiene un beneficio de 2 centavo de dólar lo que indica una rentabilidad del 2% en el proceso de producción.(ver Tabla 14-3)

Tabla 14-3: Análisis económico total de la producción de la trucha alimentadas con diferentes niveles de harina de fréjol como fuente de proteína

	Unidad	Cantidad	Costo total	Costo promedio x trucha	T0	T1	T2	T3
Egresos								
Alimentación	Kg	1	36,28	0,11	0,117	0,115	0,112	0,110
Termómetro	1	1	8,00	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Balanza digital	1	1	12,00	0,04	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375
Regla de madera	1	1	3,00	0,01	0,009375	0,009375	0,009375	0,009375
Jaulas		16	115,00	0,36	0,359375	0,359375	0,359375	0,359375
Insumos (5%)			25,91	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Truchas de 15 cm		320	180,00	0,56	0,5625	0,5625	0,5625	0,5625
Mano de obra	Jornal	1	160,00	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Egresos Totales					1,692	1,689	1,687	1,685
Ingresos								
Precio saca	1				0,432	0,472	0,462	0,467
Precio ventas	Kg	1	\$ 4		1,73	1,89	1,85	1,87
B/C					1,02	1,12	1,10	1,11

Fuente: Costales, B. 2021

CONCLUSIONES

- Se determinó la eficacia de la proteína de fréjol (*Phaseolus vulgaris*) en la etapa de engorde en un periodo de 60 días, empezando con un peso inicial promedio de 34,04 gramos y una talla promedio de 14,7 centímetros, al final la investigación se registró que el mejor peso final corresponde al tratamiento T1 (10% harina de fréjol y 90% balanceado) con 118,13 gramos, y el mejor tamaño, corresponde del tratamiento T3(30% harina de fréjol y 70% balanceado), con un resultado de 22,10 cm.
- Se analizó los índices zootécnicos productivos consiguiéndose una ganancia de peso de 83,63 gramos, y una conversión alimenticia de 1 por ende se determinó como el mejor, tratamiento T1 (10% de harina de fréjol y 90% de balanceado), respecto al rendimiento a la canal, el mejor tratamiento resultó ser el T2 (20% de harina de fréjol y 80% de balanceado) con un valor de 83,63% y el tratamiento que registró la mortalidad más baja fue el T3 (30% de harina de fréjol y 70% de balanceado) con un valor de 1,25%.
- En relación al análisis económico, el mejor resultado presentó el tratamiento T1 (10% harina de fréjol y 90% balanceado) con un beneficio costo de 1,12 dólares americanos (USD), lo cual significa que por cada dólar invertido existe una ganancia de 0,12 centavos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el tratamiento T1 (10% de harina de fréjol y 90% de balanceado comercial) debido a que registró los mejores resultados en cuanto a peso final, ganancia de peso, conversión alimenticia y además por ser el más económico rentable respecto a los demás tratamientos.
- En el análisis de los tratamientos de la investigación se debe utilizar el tratamiento T1 para la ganancia de peso, T3 para el tamaño de talla de la trucha, T2 para el mejor rendimiento ala canal.
- Profundizar la investigación utilizando harina de fréjol en otras fases de desarrollo de la trucha, considerando que las diferentes fases varían desde el punto de vista fisiológico.
- Se recomienda utilizar el T1 (10% de harina de fréjol y 90% de balanceado comercial) para abaratar costos de producción que vaya en beneficio de los productores.

BIBLIOGRAFIA

- **ACUÑA, S.** "Composición y factores antinutricionales de las semillas del género, " *Mucuna*, n° 1 (2009), (Medellin) pp. 6-8.
- **AGROTENDENCIAS.** "El camaleón de los ríos". *Cultivo de trucha*, n° 1 (2020), (México) pp. 8-14.
- **AKIYAMA.** "Nutrición de Camarones Peneidos para la Industria de Alimentos Comerciales". Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura [en línea], 2014, (México) 4(1), pp. 8-10. [Consulta: 20 agosto 2021], ISSN 970-694-51-0. Disponible en : <https://www.cibnor.gob.mx/images/stories/biohelis/pdfs/Estrategias-de-alimentacion-en-la-etapa-de-engorda-del-camaron.pdf>.
- **ALANIS, Guadalupe.** *Leguminosas*. Pamplona : PortalIG, 2017. 149.
- **ARREGUI, L.** *El cultivo de la trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss)* [en línea]. 6cuadernos de acuicultura, Madrid-Colombia: DiScript Preimpresión, 2013. [Consulta : 20 marzo 2021]. Disponible en : https://www.observatorioacuicultura.es/sites/default/files/images/adjuntos/libros/cuaderno_trucha_digital_web.pdf.
- **BADUI, D.** *Química de los alimentos*. Mexico : Alhambra, 1986, pp. 353-362.
- **BEDRIÑANA, M.** *Manual de Crianza de Truchas en Ambientes*. Huancayo – Perú , 2008. pp. 567-568..
- **BLANCO, M.** *La trucha "Cria Industrial"*. España : Mundi-Prensa, 1995. p. 435.
- **CAMACHO, B.** *Guía para el cultivo de trucha*. Mexico : Recursos Naturales y Pesca, 2000.
- **CORPEL.** "Perfil del Frejol". *Centro de información e inteligencia comercial*, n°28 (2009), p. 3.
- **CUP, El Pedregal Silver.** Alimentos de trucha arcoiris. [En línea] 2000 [Consulta: 09 de Noviembre de 2020.]. Disponible en : <http://el-pedregal.com/descargas/Trucha%20Arco%20C3%ADris-extruido.pdf>.
- **DAMACELA, Alfonso.** Respuesta biológica de la trucha arcoíris frente a tres sistemas de alimentación (balanceado, lombrices de tierra y mixto (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Ciencias Pecuarias, Zootecnia. (Riobamba-Ecuador). 2015. pp. 33-70. [Consulta: 2021-07-11]. Disponible en : <file:///C:/Users/User%20.%20TecSoft/Desktop/archivos%20marco%20teor%20tesis/17T1305.pdf>. 17T1305.
- **ESCUADERO, Alfonso.** *Biología, regulación, fomento, nuevas tendencias y estrategia comercial*. TOMO I . Madrid: Fundame, 2004. p. 258.

- **ESPINOSA, Joel.** *Piscicultura*. [En línea], 2004. [Consulta: 19 Abril 2021]. Disponible en : <https://www.inec.gob.pa/Archivos/P2051PISCICULTURA.pdf>.
- **FACIAG.** *Eficiencia de 6 fungicidas de uso comercial para el control.*[blog]. T-UTB, 2009. [Consulta: 8 marzo 2021] Disponible en : <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/463/T-UTB-FACIAG-AGR-000078.02.pdf?sequence=8>.
- **FAO.** *Manual práctico para el cultivo de la trucha arcoiris*. [En línea], 2014. [Consulta 8 marzo 2021]. Disponible en : <http://www.fao.org/3/a-bc354s.pdf>.
- **FAO.** *Desarrollo de la acuicultura*. [En línea], 2006. [Consulta: 8 marzo 2021]. Disponible en : <http://www.fao.org/aquaculture/es/>.
- **FAO.** *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020*. [En línea], La sostenibilidad en acción, Roma: 2020. [Consulta 8 marzo 2021]. Disponible en : <http://www.fao.org/3/ca9229es/CA9229ES.pdf>
- **FAO.** *Manual practico para el cultivo de la trucha arcoiris* . [En línea], 2014. [Consulta 8 marzo 2021]. Disponible en : copyright@fao.org.
- **FAO.** “Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional”. Seguridad alimentaria y nutricional para los territorios más rezagados[En línea], 2019, (Chile) volumen 13 (150). [Consulta: 08 Noviembre 2020.]. Disponible en : <http://www.fao.org/documents/card/es/c/cb2242es/>.
- **FENALCE.** Sensibilidades del sector cerealista y de leguminosas: frejol. [En línea], 09 de Noviembre de 2004. [Consulta: 08 Noviembre 2020.]. Disponible en : <http://fenalce.org/archivos/frijoldmlm.pdf>.
- **FISHER ;& BENDER.** *Valor nutritivo de los alimentos*. España : LIMUSA, 2002. pp. 72-74.
- **FONDEPES.** *Manual de Cultivo de Trucha* [en línea] . Perú : Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero, 2015. [consulta: 13 de julio 2021]. Disponible en : https://www.fondepes.gob.pe/src/manuales/MANUAL_TRUCHA.pdf.
- **GUALAVISÍ, E.** Crecimiento y eficiencia alimentaria de truchas “ArcoIris” (Oncorhynchus mykiss) en etapa de crecimiento , con susutitucion parcial de alimento balanceado por sangre de bovino , Cayambe - Ecuador 2008. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingenieria) Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, Ciencias agropecuarias y ambientales, Agropecuaria Ecuador. 2009. pp. 110-120 [Consulta: 2021-07-13]. Disponible en : <file:///C:/Users/User%20-%20TecSoft/Desktop/archivos%20marco%20teor%20tesis/UPS-YT00045.pdf>.
- Estación Meteorológica de Guaslan .<<Registros de las condiciones meteorológicas del canton chambo >> Meteorología del cantón Chambo , Chimborazo:Guaslan, 22 de Marzo de 2021.
- **Harborne.** Factores antinutricios y actividad antioxidante en variedades mejoradas de frijol común. [En línea] 2005. [Consultado: 09 de Noviembre de 2020.]. Disponible en : <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30239603.1405-3195> .

- **Hernandez.** Manual basico para el cultivo de las truchas.[En línea] 2008. [Consulta: 16 Junio 2021.]. Disponible en : file:///C:/Users/User%20-%20TecSoft/Downloads/fdocuments.ec_manual-basico-para-el-cultivo-de-trucha-arco-iris-1.pdf.
- **HERNÁNDEZ, J. et al.** “evaluación productiva de truchas arcoíris (oncorhynchus mykiss) en el instituto de investigaciones agropecuarias universidad de los andes”. Agricultura Andina [En línea], 2017.(.) volumen (21), pp. 1-5. [Consulta: 18 Mayo 2021]. Disponible en : <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/43098/articulo3.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- **INEGI.** *Cultivos Anuales de México.* Mexico : VII Censo Agropecuario, 2015. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/380/702825117924/702825117924_40.pdf
- **MIRANDA, Rodríguez.** “Efecto de la concentracion de harina de frijol (phaseolus vulgaris l.), contenido de humedad y temperatura de extrusion sobre las propiedades funcionales de alimentos acuicolas”. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, (2014), (Durango Mexico) pp. 3-6.
- **MOLINA, C.** *Produccion y comercializacion de truchas.* [en línea], 2004, [Consulta: 11 Noviembre 2020]. Disponible en : <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/872/1/75964.pdf>.
- **MORA, Veronica. (ed.).** Situacion actual de las especies introducidas en el ecuador con fines acuícolas.[En línea] 2004. [Consultado: 04 de Mayo de 2020.]. Disponible en : <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1550/1/3076.pdf>. 09.
- **MOSCOSO, M.** *Texto Básico de Piscicultura.* Ecuador. pp. 8-9.
- **NAGY.** *Potential Food Uses for Protein from Tropical and Subtropical Plant Leaves.* [en línea], 2010, [Consulta: 08 Noviembre 2020]. Disponible en : <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf60219a028>. 1016-1028.
- **PERALTA, E.** *Manual agrícola de frejol y otras leguminosas [en linea].* Tercera edición. Quito-Ecuador 2013. [Consulta: 23 abril 2021]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2705/1/iniapscpm135%283%29.pdf>.
- **PRADA, A.** *La Demanda de la Carne de Trucha[blog].* monografias.com, 2006. [: Consulta 04 Mayo 2021]. Disponible en : <https://www.monografias.com/trabajos58/demanda-carne-de-trucha/demanda-carne-de-trucha2.shtml>.
- **SINCHEZ, Rigoberto.** *Evaluación de alimentos micropelletizado y pulverizado sobre características productivas y económicas de alevinos nacionales de trucha arco iris.* Huancayo - Perú (Trabajo de Titulación) (Ingeniería).Universidad Nacional del centro del Perú, zootecnia. (Huancayo-Perú). pp. 34-35 [En línea] 2013. [Consulta: 2021-08-11]. Disponible en

: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1822/Tesis%20Tomas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- **YANZAPANTA, Segundo.** ‘Evaluación de dos densidades de siembra y dos fuentes de proteína (lombrices y visceras de pollo) en la producción de trucha “arco iris” (Oncorhynchus mykiss)’. (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). Universidad Nacional de Loja, Administración y producción agropecuariacuador. (Riobamba-Ecuador). pp. 60-80 [En línea] 2010. [Consulta: 2021-08-11]. Disponible en : <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5559/1/Carrera%20Yanzapanta%20Segundo.pdf>.
- **ZAPATA, Damacela.** “Respuesta biológica de la trucha arcoíris frente a tres sistemas de alimentación (balanceado, lombrices de tierra y mixto)”. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ciencias Pecuarias, Zootecnia. (Riobamba-Ecuador). pp. 60-70. [Consulta: 2021-03-14]. Disponible en : <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5219/1/17T1305.pdf>.

ANEXOS

ANEXO A. PESO INICIAL DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, gramos.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
TO (Balanceado 100%)	33,00	35,40	33,80	33,60	135,80	33,95
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	32,60	35,00	34,60	35,80	138,00	34,50
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	33,00	35,20	33,20	32,40	133,80	33,45
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	34,60	33,60	35,20	33,60	137,00	34,25
Promedio general						34,04
Desviación estándar						1,08
Coefficiente de variación						3,29%

Realizado por: Costales, B. 2021

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	2,45	0,82	0,65	0,5967
Error	12	15,01	1,25		
Total	15	17,46			

Realizado por: Costales, B. 2021

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY ($P \leq 0,05$)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	34,5	0,56	a
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	34,25	0,56	a
TO (Balanceado 100%)	4	33,95	0,56	a
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	33,45	0,56	a

Medias con una letra común no son significativos diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Costales, B. 2021

ANEXO B. PESO SEMANA 2 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, gramos.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
TO (Balanceado 100%)	41,00	43,00	39,00	39,50	162,50	40,63
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	43,60	47,00	41,30	54,00	185,90	46,48
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	43,00	52,00	43,00	42,30	180,30	45,08
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	44,00	43,50	42,40	45,00	174,90	43,73
Promedio general						43,98
Desviación estándar						4,04
Coefficiente de variación						8,54%

Realizado por: Costales, B. 2021

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	74,98	24,99	1,77	0,2062
Error	12	168,41	14,12		
Total	15	244,39			

Realizado por: Costales, B. 2021

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	46,48	1,88	a
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	45,08	1,88	a
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	43,73	1,88	a
TO (Balanceado 100%)	4	40,63	1,88	a

Medias con una letra común no son significativos diferentes (p>0,05)

Realizado por: Costales, B. 2021

ANEXO C. PESO SEMANA 4 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, gramos.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
TO (Balanceado 100%)	50,50	55,00	48,50	49,00	203,00	50,75
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	59,50	63,50	54,00	69,00	246,00	61,50
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	54,50	64,50	64,00	58,00	241,00	60,25
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	64,00	60,00	61,00	61,00	246,00	61,50
Promedio general						58,50
Desviación estándar						6,06
Coefficiente de variación						7,42%

Realizado por: Costales, B. 2021

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	324,5	108,17	5,74	0,0113
Error	12	226	18,83		
Total	15	550,5			

Realizado por: Costales, B. 2021

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	61,5	2,17	a
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	61,5	2,17	a
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	60,25	2,17	a
TO (Balanceado 100%)	4	50,75	2,17	b

Medias con una letra común no son significativos diferentes (p>0,05)

Realizado por: Costales, B. 2021

ANEXO D. PESO SEMANA 6 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, gramos.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
TO (Balanceado 100%)	70,00	74,00	75,00	70,00	289,00	72,25
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	82,00	81,00	75,00	85,00	323,00	80,75
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	75,00	89,00	80,00	78,00	322,00	80,50
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	80,00	80,00	79,00	79,00	318,00	79,50
Promedio general						78,25
Desviación estándar						5,03
Coefficiente de variación						5%

Realizado por: Costales, B. 2021

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	195,5	65,17	4,26	0,0289
Error	12	183,5	15,29		
Total	15	379			

Realizado por: Costales, B. 2021

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY ($P \leq 0,05$)

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	80,75	1,96	a
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	80,5	1,96	a
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	79,5	1,96	a b
TO (Balanceado 100%)	4	72,25	1,96	b

Medias con una letra común no son significativos diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Costales, B. 2021

ANEXO E. PESO FINAL DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE Phaseolus Vulgaris (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, gramos.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		TRATAM.
TO (Balanceado 100%)	104,00	115,00	109,00	104,00	432,00	108,00
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	123,00	112,50	115,00	122,00	472,50	118,13
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	115,50	115,50	116,00	116,00	463,00	115,75
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	114,00	119,00	115,00	120,00	468,00	117,00
Promedio general						114,72
Desviación estándar						5,42
coeficiente de variación						3,45%

Realizado por: Costales, B. 2021

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	252,05	84,02	5,35	0,0143
Error	12	188,44	15,7		
Total	15	440,48			

Realizado por: Costales, B. 2021

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	118,13	1,98	a
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	117	1,98	a
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	115,75	1,98	a b
TO (Balanceado 100%)	4	108	1,98	b

Medias con una letra común no son significativos diferentes (p>0,05)

Realizado por: Costales, B. 2021

ANEXO F. TAMAÑO INICIAL DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL) EN LA ETAPA DE ENGORDE, cm.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
TO (Balanceado 100%)	14,5	15,5	15,2	14,7	59,9	14,975
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	14,5	14,5	15	14,8	58,8	14,7
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	14,7	15	14,6	15	59,3	14,825
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	14,5	14,6	14,5	13,5	57,1	14,275
Promedio general						14,69
Desviación estándar	-	-	-	-	-	0,43
Coficiente de variación	-	-	-	-	-	2,59%

Realizado por: Costales, B. 2021

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	1,09	0,36	2,49	0,1096
Error	12	1,74	0,15		
Total	15	2,83			

Realizado por: Costales, B. 2021

2. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
TO (Balanceado 100%)	4	14,98	0,19	a
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	14,83	0,19	a
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	14,7	0,19	a
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	14,28	0,19	a

Medias con una letra común no son significativos diferentes (p>0,05)

Realizado por: Costales, B. 2021

ANEXO G. TAMAÑO SEMANA 2 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL), cm.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
TO (Balanceado 100%)	15,6	15,8	15,5	15,5	62,4	15,6
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	15,7	15,7	15,5	15,5	62,4	15,6
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	15,5	15,7	15,7	15,5	62,4	15,6
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	15,5	15,5	15,6	16	62,6	15,65
Promedio general						15,6125
Desviación estándar						0,14548769
coeficiente de variación						1,03%

Realizado por: Costales, B. 2021

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	0,01	5,00E-03	0,1	0,9603
Error	12	0,32	0,03		
Total	15	0,32			

Realizado por: Costales, B. 2021

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	15,65	0,08	a
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	15,6	0,08	a
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	15,6	0,08	a
TO (Balanceado 100%)	4	15,6	0,08	a

Medias con una letra común no son significativos diferentes (p>0,05)

Realizado por: Costales, B. 2021

ANEXO H. TAMAÑO SEMANA 4 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL), cm.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
TO (Balanceado 100%)	16,5	17	16,2	16,8	66,5	16,625
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	16,5	16,5	16,9	17	66,9	16,725
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	16,9	17	16,9	17	67,8	16,95
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	17,5	16,5	17,2	17	68,2	17,05
Promedio general						16,8375
Desviación estándar						0,32429411
coeficiente de variación						1,81%

Realizado por: Costales, B. 2021

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	0,46	0,15	1,66	0,2283
Error	12	1,12	0,09		
Total	15	1,58			

Realizado por: Costales, B. 2021

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	17,05	0,15	a
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	16,95	0,15	a
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	16,73	0,15	a
TO (Balanceado 100%)	4	16,63	0,15	a

Medias con una letra común no son significativos diferentes (p>0,05)

Realizado por: Costales, B. 2021

ANEXO I. TAMAÑO SEMANA 6 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL), cm.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
TO (Balanceado 100%)	18	18,6	18,6	18,4	73,6	18,4
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	18,4	18	18,5	18,5	73,4	18,35
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	18	19	18,6	18	73,6	18,4
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	18,5	18,5	18	18	73	18,25
Promedio general						18,35
Desviación estándar						0,30983867
Coefficiente de variación						1,85%

Realizado por: Costales, B. 2021

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	0,06	0,02	0,17	0,912
Error	12	1,38	0,12		
Total	15	1,44			

Realizado por: Costales, B. 2021

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	18,4	0,17	a
TO (Balanceado 100%)	4	18,4	0,17	a
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	18,35	0,17	a
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	18,25	0,17	a

Medias con una letra común no son significativos diferentes (p>0,05)

Realizado por: Costales, B. 2021

ANEXO J. TAMAÑO SEMANA FINAL DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL), gramos.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
TO (Balanceado 100%)	21,1	20,5	21	20,5	83,1	20,775
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	21,5	21,4	22	22,5	87,4	21,85
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	21,2	21	21,5	22,5	86,2	21,55
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	21,3	22,5	21,7	22,9	88,4	22,1
Promedio general						21,56875
Desviación estándar						0,72912619
coeficiente de variación						2,68%

Realizado por: Costales, B. 2021

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	3,97	1,32	3,96	0,0356
Error	12	4,01	0,33		
Total	15	7,97			

Realizado por: Costales, B. 2021

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P<0,05)

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	22,1	0,29	a
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	21,85	0,29	a b
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	21,55	0,29	a b
TO (Balanceado 100%)	4	20,78	0,29	b

Medias con una letra común no son significativos diferentes (p>0,05)

Realizado por: Costales, B. 2021

ANEXO K. RENDIMIENTO A LA CANAL DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL), %.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
TO (Balanceado 100%)	77,88	79,13	83,49	82,49	322,99	80,75
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	82,11	84,00	85,22	84,43	335,76	83,94
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	86,58	87,45	87,07	87,07	348,17	87,04
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	82,46	86,55	86,09	82,92	338,02	84,51
Promedio general						84,06
Desviación estándar						0,03
coeficiente de variación						2,18%

Realizado por: Costales, B. 2021

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	80,32	26,77	7,95	0,0035
Error	12	40,4	3,37		
Total	15	120,72			

Realizado por: Costales, B. 2021.

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	87,04	0,92	a
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	84,51	0,92	a b
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	83,94	0,92	a b
TO (Balanceado 100%)	4	80,75	0,92	b

Medias con una letra común no son significativos diferentes (p>0,05)

Realizado por: Costales, B. 2021

ANEXO L. GANANCIA DE PESO SEMANA 2 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL), gramos.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
TO (Balanceado 100%)	8,00	7,60	5,20	5,90	26,70	6,68
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	11,00	12,00	6,70	18,20	47,90	11,98
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	10,00	16,80	9,80	9,90	46,50	11,63
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	9,40	9,90	7,20	11,40	37,90	9,48
Promedio general						9,94
Desviación estándar						3,55
coeficiente de variación						31,52%

Realizado por: Costales, B. 2021

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	71,43	23,81	2,43	0,116
Error	12	117,71	9,91		
Total	15	189,14			

Realizado por: Costales, B. 2021

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	5,23	1,57	a
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	4,88	1,57	a
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	4,45	1,57	a
TO (Balanceado 100%)	4	3,15	1,57	a

Medias con una letra común no son significativos diferentes (p>0,05)

Realizado por: Costales, B. 2021

ANEXO M. GANANCIA DE PESO SEMANA 4 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL), gramos.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
TO (Balanceado 100%)	9,50	12,00	9,50	9,50	40,50	10,13
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	15,90	16,50	12,70	15,00	60,10	15,03
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	11,50	12,50	21,00	15,70	60,70	15,18
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	20,00	16,50	18,60	16,00	71,10	17,78
Promedio general						14,53
Desviación estándar						3,66
coeficiente de variación						17,59%

Realizado por: Costales, B. 2021

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	122,38	40,79	6,25	0,0084
Error	12	78,31	6,53		
Total	15	200,69			

Realizado por: Costales, B. 2021

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	17,18	1,28	a
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	15,18	1,28	a b
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	15,03	1,28	a b
TO (Balanceado 100%)	4	10,13	1,28	b

Medias con una letra común no son significativos diferentes (p>0,05)

Realizado por: Costales, B. 2021

ANEXO N. GANANCIA DE PESO SEMANA 6 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL), gramos.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
TO (Balanceado 100%)	19,50	19,00	26,50	21,00	86,00	21,50
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	22,50	17,50	21,00	16,00	77,00	19,25
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	20,50	24,50	16,00	20,00	81,00	20,25
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	16,00	20,00	18,00	18,00	72,00	18,00
Promedio general						19,75
Desviación estándar						2,98
coeficiente de variación						15,12%

Realizado por: Costales, B. 2021

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	26,5	8,83	0,99	0,4301
Error	12	107	8,92		
Total	15	133,5			

Realizado por: Costales, B. 2021

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
TO (Balanceado 100%)	4	21,5	1,49	a
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	20,25	1,49	a
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	19,25	1,49	a
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	18	1,49	a

Medias con una letra común no son significativos diferentes (p>0,05)

Realizado por: Costales, B. 2021

ANEXO O. GANANCIA DE PESO FINAL DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL), gramos.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
TO (Balanceado 100%)	34,00	41,00	34,00	34,00	143,00	35,75
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	41,00	31,50	40,00	37,00	149,50	37,38
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	40,50	26,50	36,00	38,00	141,00	35,25
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	34,00	39,00	36,00	41,00	150,00	37,50
Promedio general						36,47
Desviación estándar						4,07
Coefficiente de variación						12,07%

Realizado por: Costales, B. 2021

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	15,55	5,18	0,27	0,8477
Error	12	232,23	19,39		
Total	15	248,23			

Realizado por: Costales, B. 2021

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	37,5	2,2	a
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	37,38	2,2	a
T0 (100% balanceado)	4	35,75	2,2	a
T1 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	35,25	2,2	a

Medias con una letra común no son significativos diferentes (p>0,05)

Realizado por: Costales, B. 2021

ANEXO P. GANANCIA DE PESO TOTAL DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL), gramos.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
TO (Balanceado 100%)	71,00	79,60	75,20	70,40	296,20	74,05
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	90,40	77,50	80,40	86,20	334,50	83,63
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	82,50	80,30	82,80	83,60	329,20	82,30
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	79,40	85,40	79,80	86,40	331,00	82,75
Promedio general						80,68
Desviación estándar						5,10
coeficiente de variación						5,08%

Realizado por: Costales, B. 2021

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	238,16	79,39	4,73	0,0211
Error	12	201,45	16,79		
Total	15	439,6			

Realizado por: Costales, B. 2021

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	83,63	2,05	a
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	82,75	2,05	a
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	82,3	2,05	a b
TO (Balanceado 100%)	4	74,05	2,05	b

Medias con una letra común no son significativos diferentes (p>0,05)

Realizado por: Costales, B. 2021

ANEXO Q. CONVERSIÓN ALIMENTICIA SEMANA 2 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL).

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
TO (Balanceado 100%)	1,65	1,74	2,54	2,24	8,16	2,04
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	1,20	1,10	1,97	0,73	5,00	1,25
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	1,32	0,79	1,35	1,33	4,79	1,20
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	1,40	1,33	1,83	1,16	5,73	1,43
Promedio general						1,48
Desviación estándar						0,49
coeficiente de variación						26,25%

Realizado por: Costales, B. 2021

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	1,81	0,6	3,99	0,0349
Error	12	1,81	0,15		
Total	15	3,62			

Realizado por: Costales, B. 2021

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY ($P \leq 0,05$)

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	1,2	0,19	A
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	1,25	0,19	a b
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	1,43	0,19	a b
TO (Balanceado 100%)	4	2,04	0,19	B

Medias con una letra común no son significativos diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Costales, B. 2021

ANEXO R. CONVERSIÓN ALIMENTICIA SEMANA 4 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL).

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
TO (Balanceado 100%)	1,67	1,32	1,67	1,67	6,33	1,58
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	1,00	0,96	1,25	1,06	4,26	1,07
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	1,38	1,27	0,75	1,01	4,41	1,10
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	0,79	0,96	0,85	0,99	3,60	0,90
Promedio general						1,16
Desviación estándar						0,31
coeficiente de variación						15,68%

Realizado por: Costales, B. 2021

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	1,03	0,34	10,36	0,0012
Error	12	0,4	0,03		
Total	15	1,43			

Realizado por: Costales, B. 2021

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	0,9	0,09	a
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	1,07	0,09	a
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	1,1	0,09	a
TO (Balanceado 100%)	4	1,58	0,09	b

Medias con una letra común no son significativos diferentes (p>0,05)

Realizado por: Costales, B. 2021

ANEXO S. CONVERSIÓN ALIMENTICIA SEMANA 6 DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL).

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
TO (Balanceado 100%)	1,09	1,12	0,80	1,01	4,03	1,01
T1 (90% balanceado +10% de harina de frejol)	0,95	1,22	1,01	1,33	4,51	1,13
T2 (80% balanceado +20% de harina de frejol)	1,04	0,87	1,33	1,07	4,30	1,08
T3 (70% balanceado +30% de harina de frejol)	1,33	1,07	1,18	1,18	4,76	1,19
Promedio general						0,80
Desviación estándar						0,02
coeficiente de variación						14,41%

Realizado por: Costales, B. 2021

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	0,07	0,02	0,96	0,4445
Error	12	0,3	0,03		
Total	15	0,37			

Realizado por: Costales, B. 2021

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
TO (Balanceado 100%)	4	1,01	0,08	a
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	1,08	0,08	a
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	1,13	0,08	a
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	1,19	0,08	a

Medias con una letra común no son significativos diferentes (p>0,05)

Realizado por: Costales, B. 2021

ANEXO T. CONVERSIÓN ALIMENTICIA FINAL DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL).

4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
TO (Balanceado 100%)	0,97	0,81	0,97	0,97	3,73	0,93
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	0,81	1,05	0,83	0,89	3,58	0,90
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	0,82	1,25	0,92	0,87	3,86	0,96
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	0,97	0,85	0,92	0,81	3,55	0,89
Promedio general						0,92
Desviación estándar						0,12
coeficiente de variación						13,44%

Realizado por: Costales, B. 2021

5. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	0,02	0,01	0,33	0,8023
Error	12	0,18	0,02		
Total	15	0,2			

Realizado por: Costales, B. 2021

6. MEDIAS Y AIGNACION DE RANGOS DE ACUERDO A LAPUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	0,89	0,06	a
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	0,9	0,06	a
T0 (100% balanceado)	4	0,93	0,06	a
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	0,97	0,06	a

Medias con una letra común no son significativos diferentes (p>0,05)

Realizado por: Costales, B. 2021

ANEXO U. CONVERSIÓN ALIMENTICIA TOTAL DE TRUCHAS ALIMENTADAS CON PROTEÍNA DE *Phaseolus Vulgaris* (FRÉJOL).

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
TO (Balanceado 100%)	1,18	1,05	1,11	1,19	4,53	1,13
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	0,92	1,08	1,04	0,97	4,01	1,00
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	1,01	1,04	1,01	1,00	4,06	1,02
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	1,05	0,98	1,05	0,97	4,05	1,01
Promedio general						1,04
Desviación estándar						0,07
coeficiente de variación						5,17%

Realizado por: Costales, B. 2021

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F	P-valor
Tratamiento	3	0,05	0,02	5,23	0,0154
Error	12	0,03	0,009		
Total	15	0,08			

Realizado por: Costales, B. 2021

3. MEDIAS Y AIGNACION DE RANGOS DE ACUERDO A LAPUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

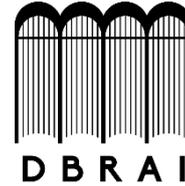
TRAT	REPETICIONES	MEDIA	E.E.	RANGO
T1 (90% balanceado +10% de harina de fréjol)	4	1	0,03	a
T3 (70% balanceado +30% de harina de fréjol)	4	1,01	0,03	a
T2 (80% balanceado +20% de harina de fréjol)	4	1,02	0,03	a
TO (Balanceado 100%)	4	1,13	0,03	b

Medias con una letra común no son significativos diferentes (p>0,05)

Realizado por: Costales, B. 2021



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 10/12/2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)

Nombres – Apellidos: Bayron Marcelo Costales Tapia

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: *Ciencias Pecuarias*

Carrera: Zootecnia

Título a optar: Ingeniero Zootecnista

CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO
RUIZ

Firmado digitalmente por
CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ
Fecha: 2021.12.10
17:24:29 -05'00'



2192-DBRA-UTP-2021