

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA, AGRONEGOCIOS  
Y BIOTECNOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**ALIMENTACIÓN CON INSUMOS PROTEICOS NO  
TRADICIONALES DE ORIGEN ANIMAL EN LOS  
ÍNDICES PRODUCTIVOS DE TRUCHA ARCOÍRIS  
(*Oncorhynchus Mykiss*)**

**Autor: Bach. Elias Guelac Mori**

**Asesor: M.Sc. César Augusto Maraví Carmen**

**Registro: (.....)**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2023**

# AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



## ANEXO 3-H

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

#### 1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): GUELAG MORI ELIAS  
DNI N°: 70814279  
Correo electrónico: 7081437951@untrm.edu.pe  
Facultad: INGENIERIA ZOOTECNISTA AGRONEgocios Y BIOTECNOLOGIA  
Escuela Profesional: INGENIERIA ZOOTECNISTA

#### Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): \_\_\_\_\_  
DNI N°: \_\_\_\_\_  
Correo electrónico: \_\_\_\_\_  
Facultad: \_\_\_\_\_  
Escuela Profesional: \_\_\_\_\_

#### 2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

"ALIMENTACIÓN CON INSUMOS PROTEICOS NO TRADICIONALES DE ORIGEN ANIMAL EN LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus Mykiss*)"

#### 3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: MARAVI CARMEN CESAR AUGUSTO  
DNI, Pasaporte, C.E N°: 33417148  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) <https://orcid.org/0000-0003-2603-8632>

#### Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: \_\_\_\_\_  
DNI, Pasaporte, C.E N°: \_\_\_\_\_  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) \_\_\_\_\_

#### 4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Inmunología)

[https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde\\_ford.html](https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html)  
4.02.00 - Ciencia Animal, Ciencia de productos lácteos - cria

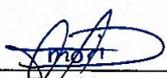
#### 5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

#### 6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 30, Octubre, 2023

  
Firma del autor 1

\_\_\_\_\_  
Firma del autor 2

  
Firma del Asesor 1

\_\_\_\_\_  
Firma del Asesor 2

## **DEDICATORIA**

Mi trabajo de investigación lo dedico a mis padres, Elias y Dina quienes con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para seguir a delante y siempre ser perseverante con fin de lograr mis metas. A mis hermanos, que me brindaron su apoyo, cariño y buenos consejos siempre. Por ultimo a todas las personas que me han apoyado y han hecho que el investigación se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios; quien siempre guía mi vida, dirigiéndome por el camino correcto, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

A quienes les debo todo lo que soy en este momento, a mis padres Elias y Dina, del fondo de mi corazón, gracias por el constante apoyo y hacer posible este momento.

En forma especial a mí asesor M.Sc. César Augusto Maraví Carmen, por sus valiosas sugerencias hacia mi persona y apoyo incondicional en el desarrollo de este trabajo de investigación y al Dr. Elias Torres Armas por el apoyo en la interpretación del análisis estadístico de la investigación.

Especial agradecimiento al Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA), por el apoyo en la ejecución del presente trabajo de investigación

Agradezco a los encargados de la Estación Experimental Chachapoyas - UNTRM y a los profesionales que laboran en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos, por haberme brindado su apoyo intelectual durante el desarrollo de las actividades experimentales.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ  
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph.D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA

**RECTOR**

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA

**VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

Dr. HÉCTOR VLADIMIR VÁSQUEZ PÉREZ

**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA,  
AGRONEGOCIOS Y BIOTECNOLOGÍA**

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS



**UNTRM**

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

### ANEXO 3-L

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo ( ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada ALIMENTACIÓN CON INSUMOS PROTEICOS NO TRADICIONALES DE ORIGEN ANIMAL EN LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus Mykiss*) del egresado ELIAS GUELA MORI de la Facultad de INGENIERIA ZOOTECNISTA, AGRONEGOCIOS Y BIOTECNOLOGIA Escuela Profesional de INGENIERIA ZOOTECNISTA de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 30 de Octubre de 2023

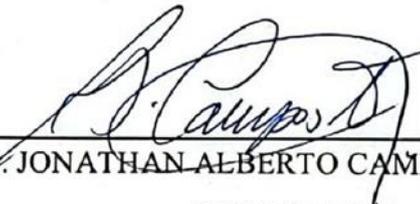
Firma y nombre completo del Asesor  
M. SC. CÉSAR AUGUSTO MARAVÍ CARMEN

**JURADO EVALUADOR DE LA TESIS**



---

**Dr. HUGO FRÍAS TORRES**  
**PRESIDENTE**



---

**Dr. JONATHAN ALBERTO CAMPOS TRIGOSO**  
**SECRETARIO**



---

**Dr. MILTON JAILER TRIGOSO YALTA**  
**VOCAL**

# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



**UNTRM**

**REGLAMENTO GENERAL**  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-Q

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

ALIMENTACIÓN CON INSECTOS PROTEÍCAS NO TRADICIONALES DE ORIGEN ANIMAL EN LOS ÍNDICES

PRODUCTIVOS DE TRUCHA ARCOÍRES (ONCORHYNCHUS MYKISS)

presentada por el estudiante ( )/egresado (X) ELIAS GUELA MORI

de la Escuela Profesional de INGENIERÍA ZOOTECNISTA

con correo electrónico institucional 7081737951@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 22 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene — % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 28 de Mayo del 2023

SECRETARIO

VOCAL

PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....  
.....

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



## ANEXO 3-S

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 24 de Julio del año 2023, siendo las 16:00 horas, el aspirante: Elias Gualde Mori, asesorado por M.Sc. César Augusto Moravi Carman defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Alimentación con insumos proteicos no tradicionales de origen animal en los endecas productivos de tuccha arceotis (Conorhynchus Mykiss), para obtener el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Dr. Hugo Frías Torres  
Secretario: Dr. Jonathan Alvaro Campos Trigos  
Vocal: Dr. Milton Jaiar Trigos Yalta

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 17:00 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

## ÍNDICE

<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM</b> .....	ii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS</b> .....	v
<b>VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS</b> .....	vi
<b>JURADO EVALUADOR DE LA TESIS</b> .....	vii
<b>CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS</b> .....	viii
<b>ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS</b> .....	ix
<b>ÍNDICE</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xiii
<b>RESUMEN</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xv
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	16
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	21
2.1. Lugar de ejecución. ....	21
2.2. Instalaciones y equipos .....	21
2.3. Animales experimentales .....	22
2.4. Variable de estudio. ....	22
2.5. Dietas experimentales. ....	23
2.6. Preparación de dietas.....	25
2.7. Sistema de alimentación.....	27
2.8. Evaluación de variables productivas. ....	27
2.9. Evaluación físico-químico del agua: .....	29
2.10. Análisis de datos. ....	30
<b>III. RESULTADOS</b> .....	31
3.1. Ganancia de peso (GP) .....	31
3.2. Ganancia de talla (GT) .....	31
3.3. Ganancia de biomasa (GB) .....	32
3.4. Consumo de alimento de Trucha Arcoíris .....	33
3.5. Índice de conversión Alimenticia (ICA) .....	34

3.6. Mortalidad (M) .....	34
3.7. Costo de alimento por Kilogramo de ganancia de peso. ....	35
3.8. Evaluación físico-químico del agua: .....	36
<b>IV. DISCUSIÓN</b> .....	37
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	39
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	40
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	41
<b>VIII. ANEXOS</b> .....	43

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Parámetros físico-químicos del agua requerido para el cultivo de truchas arcoíris.....	20
<b>Tabla 2.</b> Dietas Experimentales.....	23
<b>Tabla 3.</b> Formula de dietas experimentales. ....	24
<b>Tabla 4.</b> Composición nutricional calculado (%). ....	25
<b>Tabla 5:</b> Registro de Temperatura y pH. ....	36
<b>Tabla 6:</b> Análisis de varianza y test de Duncan en Ganancia de Peso.....	43
<b>Tabla 7:</b> Análisis de varianza y test de Duncan Ganancia de Talla. ....	43
<b>Tabla 8:</b> Análisis de varianza y test de Duncan Ganancia de Biomasa. ....	44
<b>Tabla 9:</b> Análisis de varianza y test de Duncan Consumo de Alimento.....	45
<b>Tabla 10:</b> Análisis de varianza y test de Duncan Conversión Alimenticia. ....	45
<b>Tabla 11:</b> Análisis de varianza y test de Duncan Evaluación del costo del alimento por kilogramo de peso. ....	46
<b>Tabla 12:</b> Mortalidad de Truchas Arcoíris .....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Mapa de ubicación geográfica .....	21
<b>Figura 2:</b> Diagrama de flujo para la elaboración de dos alimentos extruido para trucha arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ).....	26
<b>Figura 3:</b> Ganancia de Peso .....	31
<b>Figura 4:</b> Ganancia de Talla .....	32
<b>Figura 5:</b> Ganancia de Biomasa .....	33
<b>Figura 6:</b> Consumo de Alimento.....	33
<b>Figura 7:</b> Índice de Conversión Alimenticia.....	34
<b>Figura 8:</b> Mortalidad.....	35
<b>Figura 9:</b> Costo de alimento por Kilogramo de ganancia de peso .....	35
<b>Figura 10:</b> División de Estanques .....	49
<b>Figura 11:</b> Pesado y Mezclado de Insumos.....	49
<b>Figura 12:</b> Producción de Alimento Extruido para Truchas Arcoíris etapa de Engorde	49
<b>Figura 13:</b> Distribución e Identificación de Tratamientos.....	49
<b>Figura 14:</b> Toma de Datos Biométricos Inicial .....	49
<b>Figura 15:</b> Alimentación de Truchas .....	49
<b>Figura 16:</b> Toma de Datos Biométricos Día 10 .....	49
<b>Figura 17:</b> Medita de Parámetros del Agua (Temperatura y pH) .....	49

## RESUMEN

La investigación se enfocó en determinar el efecto de la alimentación con insumos proteicos no tradicionales de origen animal en los índices productivos de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorde en la región Amazonas. Se evaluaron diversos parámetros, conversión alimenticia, consumo de alimento, índice de crecimiento longitudinal y mortalidad, así como los niveles físico-químicos del agua como temperatura y pH. Se utilizaron 420 truchas con un peso promedio de  $280 \pm 1.5$  gramos; Se empleó un diseño de estudio completamente aleatorio con cuatro tratamientos en total, incluyendo el grupo de control. Los tratamientos consistieron en diferentes proporciones de harinas de origen animal: T-1 (Harina de Sangre Bovina al 50%), T-2 (Harina de Hígado Bovino al 50%), y T-3 (Harina de Vísceras de Pollo al 50%). A lo largo del estudio, se registraron pesos y tallas con intervalos de diez días. Los resultados promedio revelaron diferencias significativas entre los tratamientos en términos de ganancia de peso y biomasa, siendo el tratamiento T-1 el más favorable con una ganancia de peso de 258.9 gramos y una ganancia de biomasa de 9.06 kilogramos. El consumo de alimento no mostró diferencias significativas entre los tratamientos. Además, el tratamiento T-1 resultó en costos más bajos, con 7.64 soles por kilogramo. En conclusión, se recomienda el uso de la alimentación con harina de sangre bovina al 50% en la etapa de engorde de truchas arcoíris, ya que no afecta el rendimiento productivo y tiene un menor costo en comparación con los otros tratamientos evaluados.

**Palabras clave:** *Oncorhynchus mykiss*, alimento extruido, sangre bovina, hígado bovino, vísceras de trucha, vísceras de pollo.

## ABSTRACT

The research focused on determining the effect of feeding with non-traditional protein inputs of animal origin on the productive indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the fattening stage in the Amazon region. Various parameters were evaluated, feed conversion, feed consumption, longitudinal growth rate and mortality, as well as the physical-chemical levels of the water such as temperature and pH. 420 trout were used with an average weight of  $280 \pm 1.5$  grams; A completely randomized study design was used with four treatments in total, including the control group. The treatments consisted of different proportions of flours of animal origin: T-1 (50% Bovine Blood Meal), T-2 (50% Bovine Liver Meal), and T-3 (50% Chicken Viscera Meal). Throughout the study, weights and heights were recorded at ten-day intervals. The average results revealed significant differences between the treatments in terms of weight gain and biomass, with treatment T-1 being the most favorable with a weight gain of 258.9 grams and a biomass gain of 9.06 kilograms. Food consumption did not show significant differences between treatments. Additionally, the T-1 treatment resulted in lower costs, at 7.64 soles per kilogram. In conclusion, the use of feeding with 50% bovine blood meal is recommended in the fattening stage of rainbow trout, since it does not affect productive performance and has a lower cost compared to the other treatments evaluated.

**Keywords:** *Oncorhynchus mykiss*, extruded feed, bovine blood, bovine liver, trout viscera, chicken viscera.

## I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura en Perú inició con la introducción de la trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en 1934, que se adapta fácilmente al agua dulce. En cuanto a la piscicultura, se evitó la sobrepesca, con un aumento del 46,8 % en 2016 y del 25,7 % con respecto al año 2000. La acuicultura compensa la demanda mundial de pescado y reduce significativamente los impactos sociales y ambientales negativos (Ríos, 2016).

La acuicultura es una actividad productora importante a nivel mundial, especialmente en Puno y Junín, donde se cultiva principalmente la trucha arcoíris. La producción de truchas ha aumentado significativamente en los últimos años, pasando de 1.928 toneladas en el año 2000 a 20.100 toneladas en el año 2012 (PRODUCE, 2012). La acuicultura en Latinoamérica se ha convertido en una actividad socioeconómica relevante, generando empleo y demostrando un gran potencial de crecimiento futuro. (Ardila *et al.*, 2018)

El cultivo de la trucha arcoíris ha excedido un nivel de producción importante en el Perú; la acuicultura depende en gran medida de la importación de huevos o alevines, y su productividad y rentabilidad dependen de quienes gestionan los recursos y las capacidades técnicas y la infraestructura utilizada. La importancia de esta actividad también se evidencia en la dinámica socioeconómica de los piscicultores, que se sustenta en un próspero mercado local a pesar de ser una actividad artesanal con limitada formación técnica (Ministerio del Ambiente, 2021).

La trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) es la especie con mayor producción, lo cual se viene cultivando desde el siglo pasado en el departamento de Junín, donde la introdujeron por primera vez en el Perú. En las regiones alto andinas del país se ha visto favorecido el cultivo de trucha arcoíris, debido a las condiciones naturales en las que se encuentra el ecosistema de esta región., por lo cual permitiendo el crecimiento de la trucha durante todo el año. Según (Maximixe Consult S.A. 2010) el cultivo de trucha ha pasado de cosechar 12818 Tn a 50794 Tn en el Perú, esto se debe a las condiciones medioambientales y del agua óptima para el buen desarrollo de la actividad acuícola.

La trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) ha sido primordialmente criada por su particular color plateado y su excelente capacidad de crecimiento tanto en agua salada como en agua dulce. Sin embargo, a pesar de su fuerte adaptabilidad a diferentes ambientes acuáticos, su cultivo aún no es muy común en nuestro país, principalmente por la falta de apoyo de las instituciones gubernamentales y del sector privado para promover el desarrollo del cultivo de truchas. El uso de cepas de trucha arcoíris convierte al Perú en una zona de gran potencial para esta actividad (Troutlodge, 2020).

La alimentación en una explotación intensiva de truchas, representa el un costo mayor, alrededor del 55% de los precios de producción anuales totales. Altos precios de producción asociados al consumo de alimentos muchas veces se relacionan a una pobre, eficiencia de conversión alimenticia (Morales & Quiros, 2017).

Las truchas son depredadores por naturaleza que viven atrapando y devorando a otros seres vivos. Sus sistemas digestivos están capacitados para el uso de proteínas animales, y solo pueden digerir productos vegetales muy limitados. La mayor parte de las mezclas utilizadas originalmente para alimentar truchas domésticas se obtienen a través del sentido común y de pruebas aleatorias. Las raciones básicas se pueden formular desde un punto de vista práctico, y es seguro que el alimento óptimo para la trucha es el que tiene el mayor contenido de proteína de origen animal; entre 45-50%. (Orna, 2017).

Para la trucha arcoíris se recomienda un 40% cuando se utiliza harina de pescado blanco. Para esta especie, el 36% de proteína en la dieta fue suficiente siempre que la ingesta de energía fuera alta. Dado que la trucha no usa bien los carbohidratos con fines energéticos, se requiere un 40% de proteína cruda si desea usar un alto porcentaje de carbohidratos. Si la grasa es el componente principal de la fuente de energía, entonces solo se requiere un 30-35% de proteína para un crecimiento (Noel, 2013).

Los alimentos extruidos son alimentos que son tratados térmicamente con vapor a temperaturas entre 120 y 180°C, luego son pasados por una extrusora que produce presión mecánica durante 30 segundos, reduciendo el contenido de humedad y la carga microbiana, permitiendo un mayor tiempo de conservación de los alimentos; de igual manera, los inflados los alimentos tienen propiedades físicas como dureza, flotabilidad, retención de aceite y resistencia a la desintegración, y nutricionalmente,

los alimentos son más digeribles debido a la inactivación de factores antinutricionales; sin embargo, debido a la exposición a altas temperaturas y altas presiones, los aminoácidos y las vitaminas pueden perderse, por lo que se requiere un enfriamiento rápido del producto para reducir las pérdidas de aminoácidos y vitaminas. (Gattmah, Ozturk, & Orhan, 2017)

El alimento extruido posee propiedades físicas como dureza, flotabilidad, capacidad de absorción de aceite, también de resistencia a la desintegración, lo cual mejora la digestibilidad, por eso se prefiere el uso de alimentos extruidos por su ligereza, alta productividad, calidad, bajo costo, eficiencia energética, ausencia de efluente y posibilidades de diseño del producto, hace que este alimento extruido sea aún mejor (Alcántara & Avalos, 2016).

La harina de sangre bovino es un producto que se origina mediante la deshidratación de la sangre del vacuno, con 2,8 kg de rendimiento por animal sacrificado, y su contenido proteico se estima en un 85% lo cual permitiría completar una dieta diaria con un pequeño porcentaje por su alto valor nutritivo de la harina de sangre (Laca, Diaz, & Rendueles, 2014).

El hígado bovino es una fuente rica en proteínas, vitaminas y minerales y que benefician las dietas de alimentación de diferentes especies, el hígado bovino se puede encontrar en grandes cantidades en los centros de faenado de ganado bovino, las cuales a la inspección sanitaria se consideran no aptas para el consumo humano (Barboza, 2020)

La harina de vísceras de subproductos avícolas que proceden de las plantas de beneficio, son una alternativa importante para la alimentación animal ya que aumenta el rendimiento nutricional, por los altos contenidos proteicos presentes en ellas (Falla, 2014).

(Quimbiamba, 2009) sustituyeron las raciones comerciales por harina de sangre bovina procesada en casa. En consecuencia, existe una dieta de control (T1) y otras dos dietas que contienen un 30% (T2) y un 50% (T3) de contenido de sangre, respectivamente, con tres repeticiones cada una. El aumento de la biomasa arrojó T1 = 13,3 kg, T2 = 13,7 kg y T3 = 11,9 kg, lo que validó el rendimiento superior de la T2. En cuanto a la tasa de conversión alimentaria en un período de 70 días, se determina que la T1

necesita 1,05 kg de pienso para producir 1 kg de carne, la T2 necesita 1,10 kg de pienso para producir 1 kg de carne y la T3 necesita 1,15 kg de pienso para producir 1 kg de carne. Estos datos sugieren que la T1 obtiene mejores resultados.

(Keramat, Shahsavari, & Hedayatyfard, 2014), reemplazando harina de pescado por harina de subproductos avícolas, con una dieta control 3 dietas con valores de reemplazo de 33, 66 y 100% respectivamente. Los experimentos se iniciaron con los siguientes pesos: (g)  $51,3 \pm 1,3$ ;  $48,5 \pm 2,1$ ;  $52,4 \pm 2,3$ ;  $50,0 \pm 1,5$ , correspondientes a dieta control y 33, 66, 100% de reposición, respectivamente. Nuevamente, al final del estudio, los pesos fueron:(g)  $122,7 \pm 2,65$ ,  $122,5 \pm 2,63$ ,  $108,26 \pm 2,08$ ,  $82,0 \pm 2,26$  por servicio correspondiente. La trucha arcoíris logró un menor aumento de peso al aumentar la cantidad de harina de subproductos avícolas en la dieta. Por lo tanto, al 66 % y al 100 % de reemplazo, se logró un peso corporal más bajo en comparación con la dieta de control y al 33 % de reemplazo.

El éxito de un cultivo de la trucha es dependiente de diversos componentes como la calidad y cantidad del agua, la densidad de siembra y la uniformidad en los tamaños, el manejo y la disponibilidad de alimentos (Martinez, 2012).

El ingreso de agua a utilizar debe de ser de calidad y cantidad en cuanto a los parámetros físico-químicos y caudal para certificar el buen desarrollo y bienestar de las truchas, ya que las propiedades mencionadas están relacionadas con las condiciones atmosféricas y climáticas, cualquier cambio en el ambiente externo afectará la calidad del agua. Sin embargo, solo hay cambios menores en las propiedades químicas; nuevamente, la calidad del agua depende de la cantidad de organismos y patógenos presentes o ausentes en el ecosistema acuático (Tabla 1 ) (Echevarría, 2014)

**Tabla 1:** *Parámetros físico-químicos del agua requerido para el cultivo de truchas arcoíris.*

<b>Parámetros</b>	<b>Rango óptimo</b>
Temperatura	15 – 16 °C
Oxígeno Disuelto	6.0 – 8.5 mg/L
pH	6.6 – 7.9
Alcalinidad	80 – 180 ppm
Dureza total	60 – 300 ppm
Dióxido de carbono	<2 ppm

Fuente: (FONDEPES, 2021)

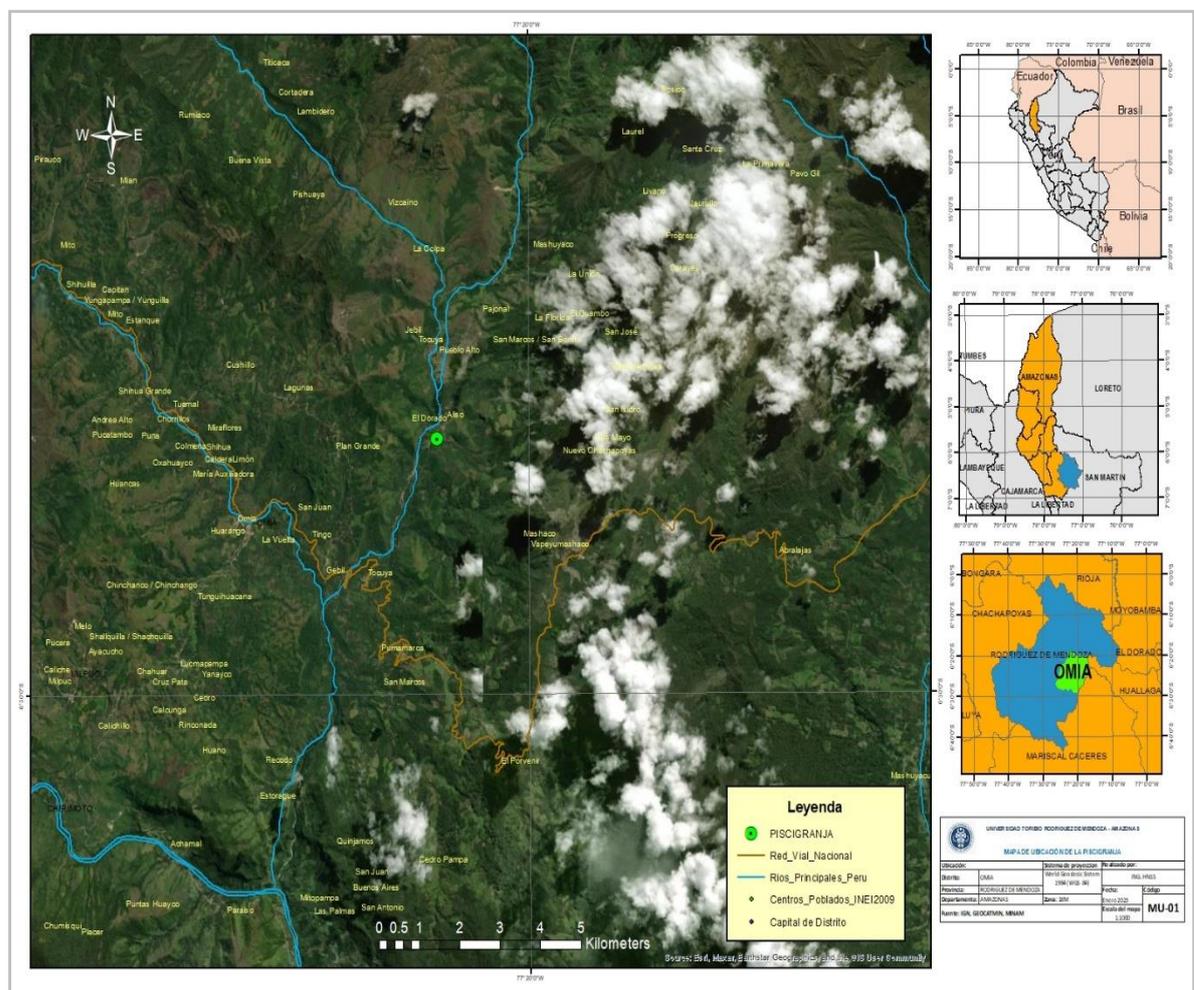
Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue determinar efecto de la alimentación con insumos proteicos no tradicionales de origen animal en los índices productivos; ganancia de peso y talla, biomasa, ganancia de biomasa, conversión alimenticia, mortalidad, consumo de alimento, índice de crecimiento longitudinal, mortalidad de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorde, en la región Amazonas.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Lugar de ejecución.

La ejecución del trabajo de investigación, se llevó a cabo en dos partes, la primera se realizó la preparación de las dietas de alimentación en la planta de preparación de alimentos balanceados de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. La segunda parte experimental en el Centro poblado El Aliso, distrito de Omia, Provincia de Rodríguez de Mendoza, con una altitud de 1494 m.s.n.m. y con las siguientes coordenadas: Latitud Sur: 6° 26' 53.8" S, Longitud Oeste: 77° 21' 7" W. Temperatura promedio 19 °C (Figura 1).

**Figura 1:**  
*Mapa de ubicación geográfica*



### 2.2. Instalaciones y equipos

Para el desarrollo de la presente investigación, se acondiciono 2 estanques (9 m x 2.5 m x 0.90 m cada una) las cuales fueron limpiados y divididos en 12 sub-

estanques, contaron con un flujo constante de agua de calidad para toda la etapa experimental.

Durante el manejo y toma de datos biométricos se utilizaron las siguientes equipos y materias:

- Carcales de pesca
- Recipientes de plástico
- Regla de 30 cm
- Guantes
- Lapiceros
- Registro de apuntes
- Balanza digital (30 Kg)
- Mutilparámetro de calidad de agua marca HANNA, modelo 99163. El cual mide parámetros como pH y temperatura.

### **2.3. Animales experimentales**

Para el presente estudio se trabajó con 420 truchas etapa engorde, la cual se obtuvo este número mediante el pesado y contabilizado y se separaron aleatoriamente en 4 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, se distribuyeron 35 truchas por cada sub-estanque con un peso promedio 280 gramos.

### **2.4. Variable de estudio.**

#### **2.4.1. Variables independientes**

- Insumos proteicos no tradicionales de origen animal
  - Harina de sangre bovino.
  - Harina de hígado bovino
  - Harina de vísceras de pollo

#### **2.4.2. Variables dependientes**

- Ganancia de peso (GP)
- Ganancia de talla (GT)
- Biomasa (B)
- Ganancia de biomasa (GB)
- Conversión Alimenticia (CA)
- Mortalidad (M)

## 2.5. Dietas experimentales.

Se emplearon tres dietas experimentales (tratamientos) y un testigo (Tabla 2), cada uno con tres repeticiones. Las dietas experimentales son isoproteicas y el testigo un alimento comercial (Nicovita).

**Tabla 2.** *Dietas Experimentales.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción de las dietas experimentales</b>
T0	Alimento comercial (Nicovita)
T1	Harina de sangre bovina al 50 %
T2	Harina de hígado bovino al 50 %
T3	Harina de vísceras de pollo al 50 %

Con base en los requerimientos nutricionales de la trucha arcoíris en la etapa engorde, se formuló las raciones con el menor costo (programación lineal). Se prepararon tres dietas, de las cuales fueron suplementadas con harina de hígado bovino, harina de sangre bovina y harina de viseras de pollo, la cual sustituirán en (50 %) a la harina de pescado en la ración. fueron elaboradas en la planta de alimentos balanceados de la estación experimental de Chachapoyas – UNTRM. En la (Tabla 3) se muestra las dietas elaboradas en la alimentación de las truchas, así también en la (Tabla 4) su composición nutricional.

En la preparación de los tratamientos se utilizaron ingredientes tales como harina de pescado, harina de trigo, polvillo de arroz, torta de soya, harina de soya, salvado de trigo, aceite de pescado, premezclas, liposorb (emulsificantes), vitamina C, Antioxidantes, inhibidor de moho y captador de micotoxinas.

**Tabla 3.** *Formula de dietas experimentales.*

<b>Ingredientes</b>	<b>T-1</b>	<b>T-2</b>	<b>T-3</b>
Harina de pescado	23.58	23.58	23.58
Harina de Hígado Bovino	23.58	-	-
Harina de Sangre Bovino	-	23.58	-
Harina de Viseras de Pollo	-	-	23.58-
Harina de trigo	16.00	16.00	16.00
Polvillo de arroz	2.34	2.34	2.34
Soja, entera, extruida	15.00	15.00	15.00
Harina de soya 45%	10.00	10.00	10.00
Salvado de trigo	1.50	1.50	1.50
Aceite de pescado	7.63	7.63	7.63
Premezcla de vitaminas <sup>1</sup>	0.20	0.20	0.20
Liposorb (emulsificantes) <sup>2</sup>	0.03	0.03	0.03
Vitamina C	0.08	0.08	0.08
Antioxidante <sup>3</sup>	0.03	0.03	0.03
Inhibidor de moho <sup>4</sup>	0.02	0.02	0.02
Captador de micotoxinas <sup>5</sup>	0.02	0.02	0.02
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

<sup>1</sup>Premezcla de vitaminas: 10<sup>6</sup> Unidades Internacionales (UI), Vit A: 333 x 10<sup>6</sup> UI, Vit D3: 50 x 10<sup>6</sup> UI, Vit E: 146 x 10<sup>3</sup> UI, Calcio: 26.6 g, Fosforo: 10.8 g.

<sup>2</sup>Liposorb (emulsificantes): Glicerol monoesterato no ionico, Sorbitol anhídrido monolaurato, Sucrosa monolaurato.

<sup>3</sup>Antioxidante: Etoxiquina, Butil Hidroxiquinona, Ácido fosfórico, Ácido Cítrico, Propilen Glicol.

<sup>4</sup>Inhibidor de moho: Propionato De Calcio Mínimo, Acido Propionico Mínimo, Propionato De Sodio Mínimo, Propionato Amónico Mínimo.

<sup>5</sup>Captador de micotoxinas: Celulosa, Proteasa, Amilasa, Lipasa, Xilanasa, Fitasa

**Tabla 4.** *Composición nutricional calculado (%)*.

	<b>H. Sangre Bovino</b>	<b>H. Hígado Bovino</b>	<b>H. Vísceras De Pollo</b>	<b>Testigo</b>
Humedad (%)	5.5	11	5.3	10
Proteína cruda (%)	41.7	40.3	38.4	40.0
Fibra (%)	3.5	5.3	5.5	3.0
Grasa (%)	12.6	14.4	15.2	13.0

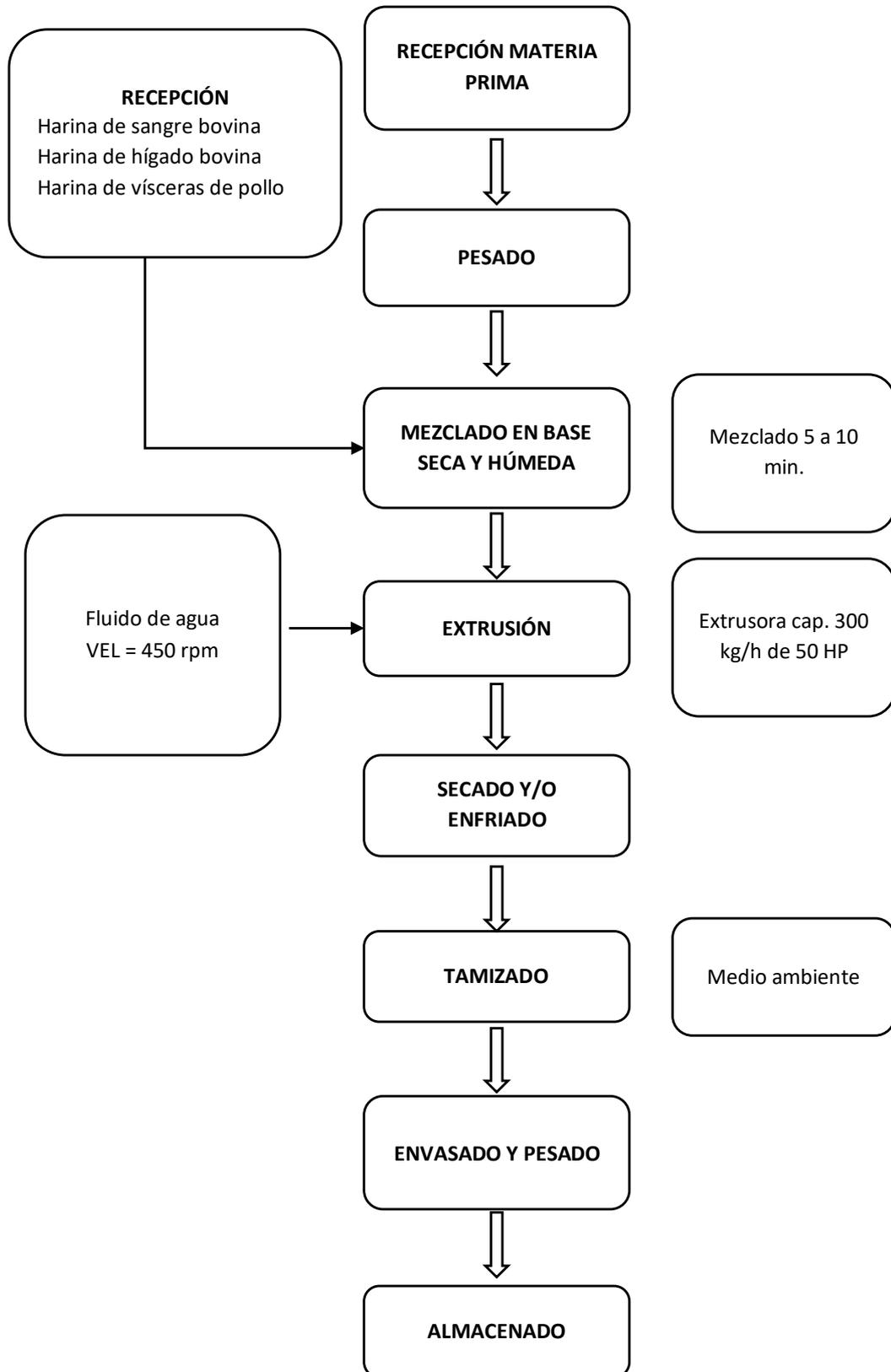
Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos – UNTRM

## **2.6. Preparación de dietas.**

La elaboración del alimento extruido, se realizó según lo descrito en la Figura 2, consiguiendo un alimento con un tamaño y forma regular que permitirá su aprovechamiento a la hora de alimentar a las truchas. para la cual se hizo en la planta de alimentos balanceados y el análisis bromatológico en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos – UNTRM, una caracterización bromatológica en contenido de humedad según AOAC 930.15, extracto etéreo según AOAC 960.39, contenido de cenizas según AOAC 920.153 y contenido de proteína según AOAC 954.01. Todos los reactivos utilizados fueron de grado analítico (A.O.A.C., 1990).

**Figura 2:**

Diagrama de flujo para la elaboración de dos alimentos extruido para trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).



## 2.7. Sistema de alimentación.

El suministro de alimento se realizará de forma manual todos los días, excepto los días de la toma de datos biométricos, de acuerdo a los tratamientos indicados; asegurando que cada trucha de la unidad experimental recibiera hasta el punto de saciedad, es decir, hasta que el pez perdiera interés o hambre, evitando el desperdicio de alimento. Al observar el comportamiento de alimentación de las truchas, se determinará el momento de cortar el suministro de alimentos. Las frecuencias de alimentación de truchas son las siguientes: 8 am, 1 pm y 5 pm.

## 2.8. Evaluación de variables productivas.

### 2.8.1. Ganancia de peso (GP).

La ganancia de peso se obtendrá por diferencia del peso promedio de las truchas de cada sub-estanque al inicio y termino de la fase experimental. (Loarte & Luna, 2017), emplearon la siguiente ecuación (1):

$$GP = Pf - Pi \quad (1)$$

**Donde:**

Pi: Peso promedio inicial

Pf: Peso promedio final

### 2.8.2. Ganancia de talla (GT).

La ganancia de talla se obtendrá por diferencia de la talla promedio de las truchas de cada sub-estanque al inicio y termino de la fase experimental, cuya medida será efectuada desde la boca hasta el final de la aleta caudal. (Herbas, 2017), empleó la siguiente ecuación (2):

$$GT = Tf - Ti \quad (2)$$

**Donde:**

Ti: Talla inicial de los peces (cm)

Tf: Talla final de los peces (cm)

### 2.8.3. Biomasa (B).

Se realizará mediante la sumatoria de los pesos unitarios de las truchas de cada tratamiento usando la ecuación (3).

(3)

$$\text{Biomasa (Kg)} = \frac{\text{Peso unitario promedio (g)} \times \text{Número de truchas}}{1000}$$

### 2.8.4. Ganancia de biomasa (GB).

La ganancia de biomasa se obtendrá por diferencia del peso de la biomasa total de cada poza al inicio y termino de la fase experimental. (Herbas, 2017) usando la ecuación (4).

$$G = W_f - W_i \quad (4)$$

**Dónde:**

Wi: Biomasa inicial

Wf: Biomasa final

### 2.8.5. Consumo de alimento.

Se determinó de acuerdo a la temperatura promedio de la piscigranja donde se realizó el trabajo (17 °C), donde el consumo del alimento es del 1.85% y 1.90% de la biomasa para engorde respectivamente: Utilizando la ecuación (5)

$$\text{Consumo aparente de A.} = \text{Alimento ofrecido} - \text{Residuo} \quad (5)$$

### 2.8.6. Índice de conversión Alimenticia (ICA).

La conversión alimenticia se describe a la relación entre la cantidad de alimento consumido sobre la ganancia de peso durante el periodo experimental. (Herbas, 2017) utilizando la ecuación (6).

$$ICA = Q \div \Delta W \quad (6)$$

**Donde:**

Q: Cantidad de alimento (Kg) tal como ofrecido, consumido durante el periodo experimental.

$\Delta W$ : Ganancia de Biomasa (Kg) durante el periodo experimental.

### 2.8.7. Mortalidad (M).

Para obtener el porcentaje de mortalidad se realiza en primer lugar el cálculo del porcentaje de mortalidad que se tiene a partir de la siguiente ecuación: (Herbas, 2017) utilizando la ecuación (7).

$$M(\%) = (N * 100) / P \quad (7)$$

**Donde:**

N: Número de peces muertos

P: Población total

### 2.8.8. Costo de alimento por Kilogramo de ganancia de peso.

Se realizó el cálculo del costo de cada dieta experimental (PA), el cual se multiplicó por la conversión alimenticia (CA) obteniendo el costo de alimento por kilogramo de peso ganado durante el periodo experimental (Camacho, 2012). emplearon la siguiente ecuación. utilizando la ecuación (8).

$$C = PA \times CA \quad (8)$$

## 2.9. Evaluación físico-químico del agua:

Para el análisis físicos-químicos del agua, las muestras se hicieron en los sub-estanques. Para el pH se realizaron el mismo día de obtención de datos biométricos. Las temperaturas se registraron a las 8:30 a.m., 12:30 y 5:00 p.m. Con el uso del equipó multíparamente de la marca: HANNA modelo: HI98194.

### 2.9.1. Temperatura

Se registrará directamente desde el sub-estanque con el equipo de un rango de -5.00 a 55.00°C.

### 2.9.2. pH

Se utilizará un medidor de pH, con un rango de medición de 0.00 to 14.00 pH y una resolución de 0,1 mV.

### **2.10. Análisis de datos.**

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos y testigo, la unidad experimental está definida por cada sub-estanque y conformada por 35 trucha arcoíris etapa de engorde. Para la comparación de promedios de los parámetros se empleó la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ). Para estos análisis se utilizó el Software SPSS. Los datos fueron transformados porque no cumplían la normalidad.

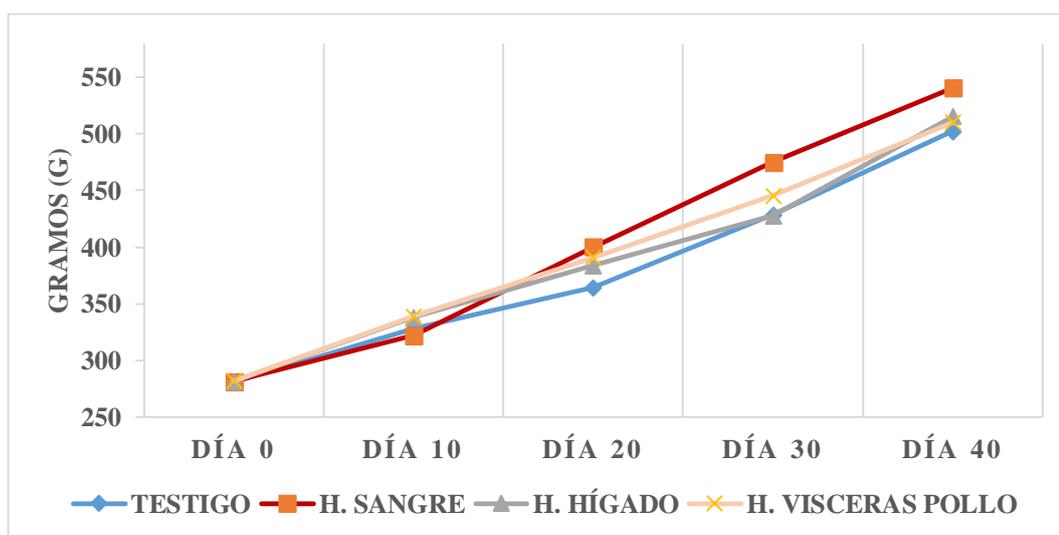
### III. RESULTADOS.

#### 3.1. Ganancia de peso (GP)

Los resultados obtenidos para la ganancia de biomasa en promedio, se muestran en la (Figura 3) y en el (Anexo I), donde observa que el peso unitario inicial de los cuatro tratamientos evaluados no presenta diferencias significativas ( $P > 0.05$ ); por lo tanto, la respuesta de los animales durante el experimento no ha sido afectada por los pesos iniciales. El incremento de peso obtenido al final del experimento mostró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) al análisis de varianza. Todos los tratamientos presentan diferente peso, siendo T-1 (H. Sangre) con mayor promedio de peso de 259 g, seguido del T-2 (H. Hígado Bovino) con 234 g., T-3 (H. Vísceras de Pollo) con 228 g. y T-0 (Testigo) con 221 g. respectivamente.

**Figura 3:**

*Ganancia de Peso de Trucha Arcoíris.*



#### 3.2. Ganancia de talla (GT)

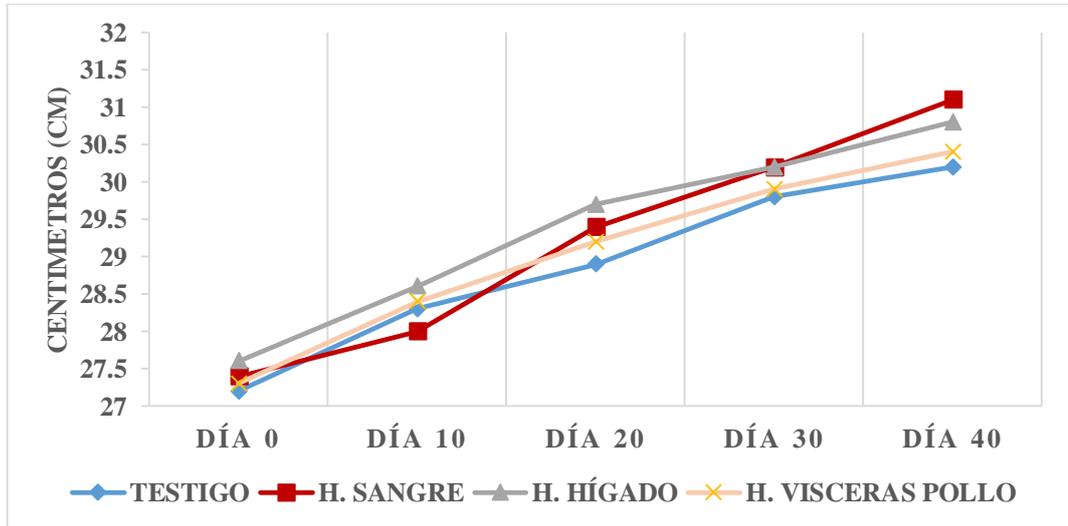
Los resultados obtenidos del incremento de talla se muestran en la (Figura 4) y en el (Anexo II). El análisis de variancia indica que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos para la talla inicial.

El incremento de talla, al final del experimento (40 días) menos la talla inicial, indica que si hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los cuatro tratamientos. Sin embargo, se observa que el incremento en talla es numéricamente mayor en el tratamiento T-1 (3.7 cm); asimismo se observa que el

tratamiento T-2 (3.2 cm) mostraron incrementos de talla numéricamente mayores con respecto al control a los tratamientos T-3 (3.1 cm) y T- 0 (2.9 cm), respectivamente.

**Figura 4:**

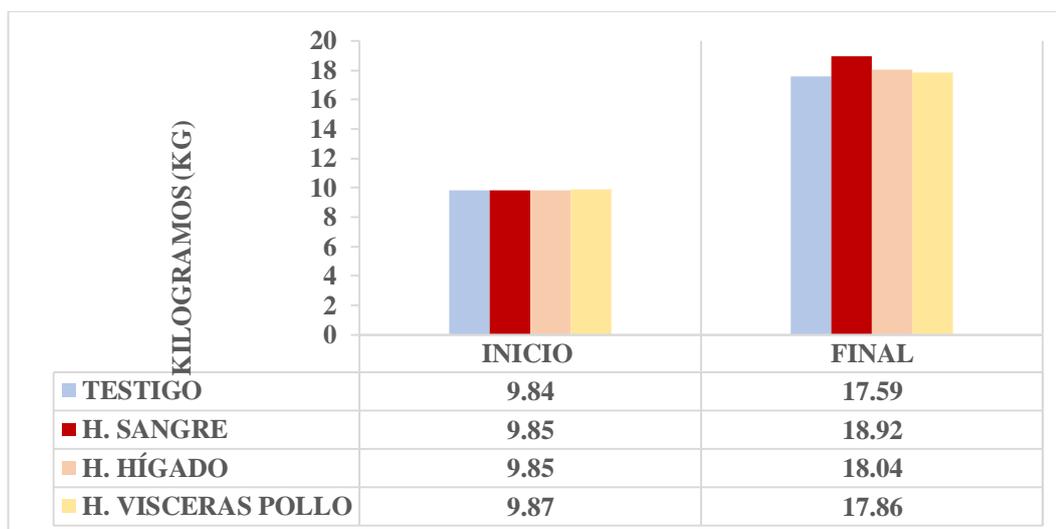
*Ganancia de Talla de Trucha Arcoíris.*



### 3.3. Ganancia de biomasa (GB)

La Figura 5 y el Anexo III muestran un aumento en la ganancia de biomasa, calculada como la diferencia entre la biomasa final y la biomasa inicial después de 45 días de experimento. Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). El análisis de varianza reveló que los animales en los tratamientos T-3 y T-0 tuvieron la menor ganancia de peso (7.98 Kg y 7.75 Kg, respectivamente), mientras que los tratamientos T-1 (9.06 Kg) y T-2 (8.19 Kg) mostraron una ganancia significativamente mayor ( $P < 0.05$ ). Se observa una tendencia a que la ganancia de peso sea mayor a medida que aumenta la dosis de proteína en comparación con el tratamiento T-0. La inclusión de los tratamientos T-1 y T-2 mejoró la ganancia de peso en comparación con los tratamientos T-3 y T-0.

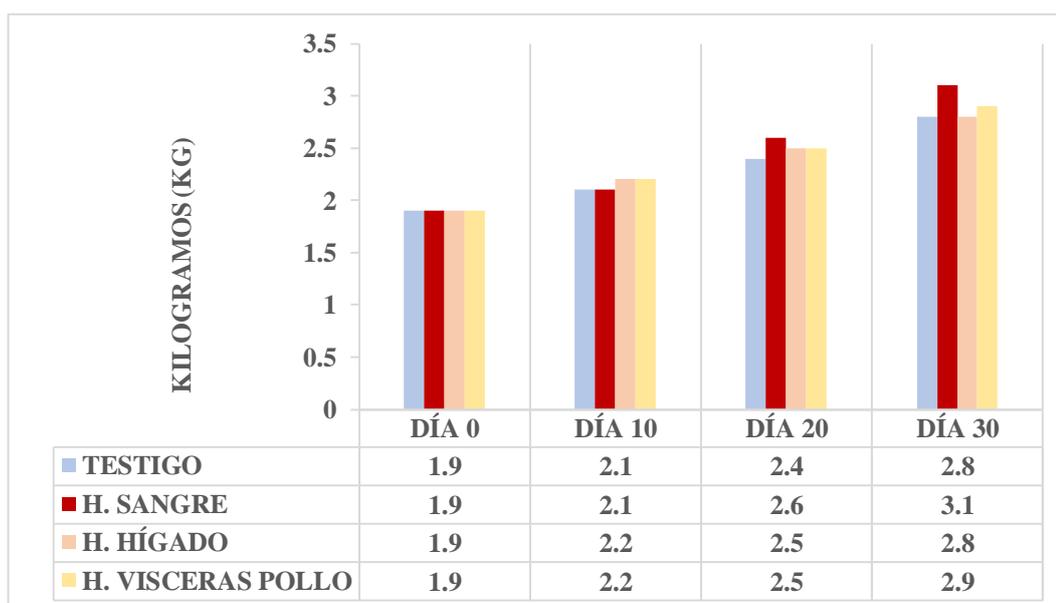
**Figura 5:**  
Ganancia de Biomasa de Trucha Arcoíris



### 3.4. Consumo de alimento de Trucha Arcoíris

Los resultados del consumo de alimento se muestran en la (Figura 6) y (Anexo IV). El análisis de varianza no mostró diferencias significativas. para el consumo final acumulado ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, los animales que recibieron alimento del tratamiento T-1 (9.6 Kg) y T-3 (9.5 Kg), mostraron consumos de alimento numéricamente mayores que los tratamientos T-2 (9.3 Kg) y control (9.1 Kg).

**Figura 6:**  
Consumo de Alimento de Trucha Arcoíris

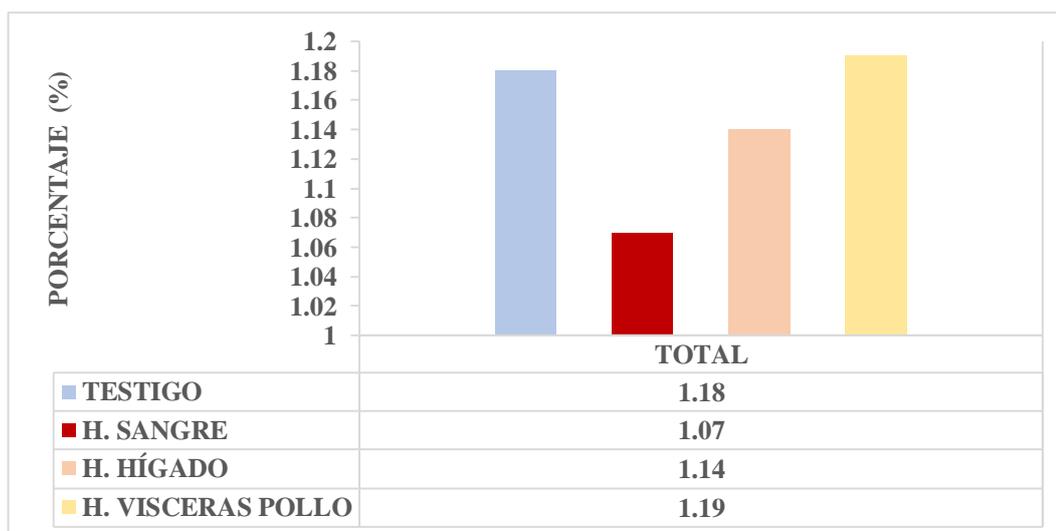


### 3.5. Índice de conversión Alimenticia (ICA)

En la (Figura 7) y (Anexo V), se observan los resultados de la conversión alimenticia promedio, en donde se mostró diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos. Sin embargo, se observa que el T-3, aumento la conversión alimenticia en comparación al Testigo, esto indica que los que consumieron las dietas T-1 y T-2, obtuvieron mayor ganancia de peso en relación al consumo de alimento de las otras dietas. Al analizar el (Cuadro 3), las dietas del T-1 y T-2 obtuvieron menor conversión alimenticia que la dieta testigo, siendo el tratamiento T-1 el que obtuvo menor índice de conversión, esto indica que las truchas que fueron tratados con la dieta de harina de sangre obtuvieron mayor ganancia de peso con un menor consumo de alimento que las otras dietas.

**Figura 7:**

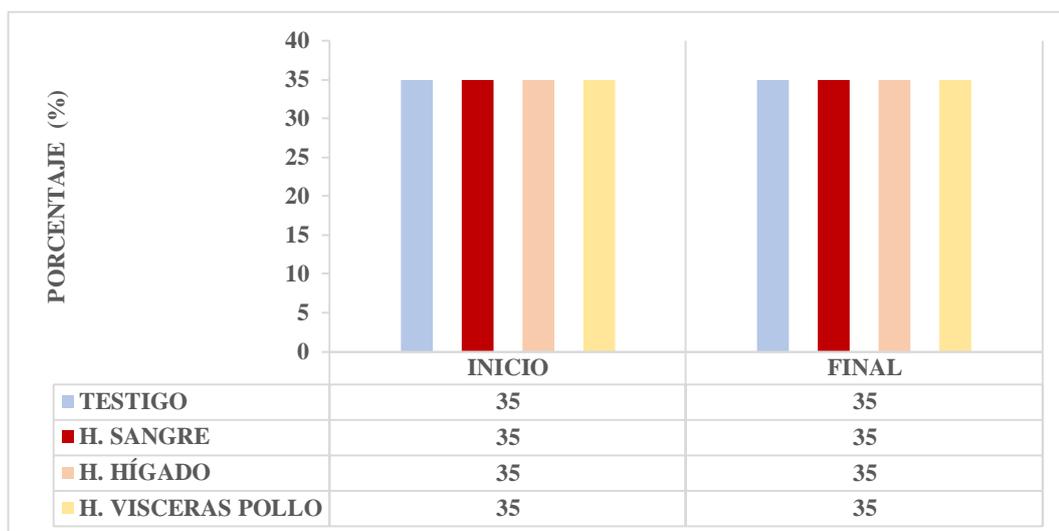
*Índice de Conversión Alimenticia de Trucha Arcoíris*



### 3.6. Mortalidad (M)

En toda la fase experimental se obtuvo 0.0% de mortalidad, evidenciándose la ausencia de enfermedades, así como la óptima calidad de agua en el sistema. La mortalidad para cada tratamiento fue igual (Figura 8) y (Anexo VIII), por tal razón es posible que no exista efecto adverso con respecto a la inclusión de insumos no tradicionales.

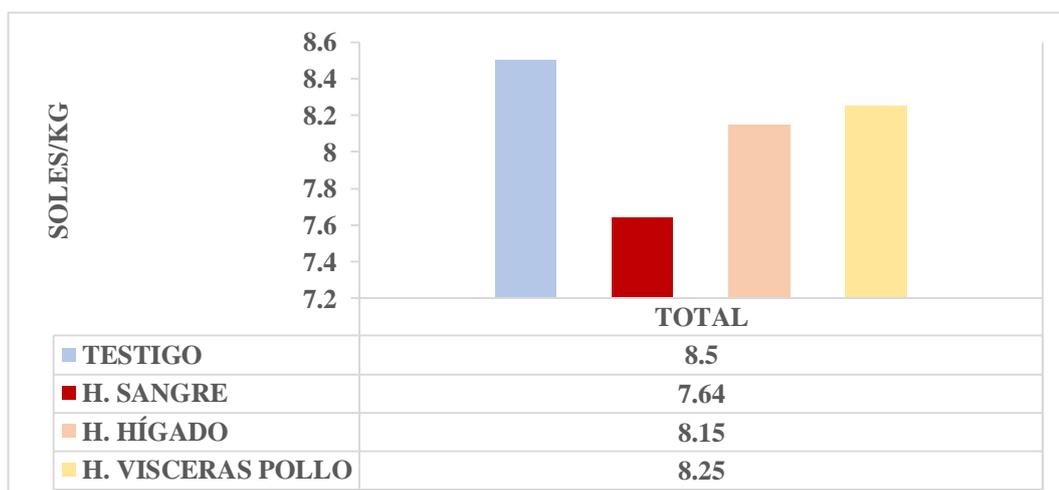
**Figura 8:**  
*Mortalidad de Trucha Arcoíris*



### 3.7. Costo de alimento por Kilogramo de ganancia de peso.

En la (Figura 9), se presentan el precio del alimento y el costo de alimentación por Kg de ganancia de peso. Al análisis de varianza mostró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) (Anexo VII) entre tratamientos. Sin embargo, el tratamiento T-1 (7.64 soles) generó un menor costo por Kg de alimento producido, seguido del tratamiento T-2 (8.15 soles) y T-3 (8.25 soles) respectivamente y el tratamiento Testigo (8.50 soles). Esto nos indica que el tratamiento T-1 es la mejor opción, pues al analizar el costo por Kg de ganancia de peso, esta dieta generó un menor costo con respecto a las otras dietas.

**Figura 9:**  
*Costo de alimento por Kilogramo de ganancia de peso*



### 3.8. Evaluación físico-químico del agua:

En el (Cuadro 5) se muestra el comportamiento de las temperaturas de los sub-estanques por tratamientos (Anexo IX). También se muestra los registros promedios de pH del agua durante la fase de experimentación (Anexo X).

**Tabla 5:** *Registro de Temperatura y pH.*

<b>Parámetro</b>	<b>T-1</b>	<b>T-2</b>	<b>T-3</b>	<b>Testigo</b>
<b>Temperatura de agua (°C)</b>				
08:00 a.m.	17.5	17.7	17.3	17.5
12:00 p.m.	17.7	17.8	18.0	17.7
05:00 p.m.	17.2	17.3	17.6	17.8
<b>pH</b>				
R-1	7.26	7.21	7.64	7.35
R-2	7.69	7.29	7.29	7.38
R-3	7.09	7.73	7.07	7.24

#### IV. DISCUSIÓN

Al analizar los resultados de ganancia de peso se obtiene mejores resultados en los tratamientos T-1 (H. Sangre) 259 g, y T-2 (H. Hígado Bovino) con 234 g., siendo mayores que los tratamientos T-3 (H. Vísceras de Pollo) con 228 g. y T-0 (Testigo) con 221 g, similar lo que describe (Quimbiamba, 2009) que la adición del 50% de harina de sangre (T-2) tuvo un incremento mayor en ganancia de peso en cuanto a la adición del 30% de harina de sangre (T-1) y su dieta de control. A su vez (Keramat, Shahsavari, & Hedayatyfard, 2014) sustituyeron a la harina de pescado con harina de vísceras de pollos en tres dietas al 33%, 66% y 100% lo cual obtuvieron pesos bajo en comparación a la del dieta control.

Entre los parámetros de ganancia de talla se inició con una talla en promedio de 27.3 cm según la etapa de desarrollo que se encuentran las truchas (AQUATECH 2022) se obtiene que el incremento en talla es numéricamente mayor en el tratamiento en el T-1 con un incremento de talla (3.7 cm); asimismo se observa que el tratamiento T-2 tiene un incremento de talla (3.2 cm) por lo tanto mostraron incrementos de talla numéricamente mayores con respecto al control a los tratamientos T-3 tiene un incremento de talla (3.1 cm) y T-0 obtuvo un incremento de talla (2.9 cm), respectivamente.

En la ganancia de biomasa (Figura 5) y en el (Anexo III) se presentaron incremento en la biomasa final, es decir a los 40 días de realizado el experimento menos la biomasa inicial, indicando que hubo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). ya que las truchas de los tratamientos T-3 (7.98 Kg) y T-0 (7.75 Kg) mostraron la menor ganancia de biomas. Las ganancias de biomasa observadas con tratamiento T-1 (9.06 Kg) y T-2 (8.19 Kg) fueron significativamente mayor ( $P < 0.05$ ); se aprecia una tendencia a que la ganancia de peso sea mayor cuanto más alta es la dosis de proteína con respecto al tratamiento T-0. La inclusión de los tratamientos T-1 y T-2 mejoró la ganancia de peso con respecto al el tratamiento T-3 y T0.

En cuanto al consumo de alimento se muestran en la (Figura 6) y (Anexo IV). El análisis de varianza no mostró diferencias significativas. para el consumo final acumulado ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, los animales que recibieron alimento del tratamiento T-1 (9.6 Kg) y T-3 (9.5 Kg), mostraron consumos de alimento numéricamente mayores que los tratamientos T-2 (9.3 Kg) y T-0 control (9.1 Kg).

En el precio del alimento y el costo de alimentación por Kg de ganancia de peso la (Figura 9), se observó que el tratamiento T-1 (7.64 soles) generó un menor costo por Kg de alimento producido, seguido del tratamiento T-2 (8.15 soles) y T-3 (8.25 soles) respectivamente y el tratamiento Testigo (8.50 soles). Esto nos indica que el tratamiento T-1 es la mejor opción, pues al analizar el costo por Kg de ganancia de peso, esta dieta generó un menor costo con respecto a las otras dietas.

La mortalidad (Figura 8) y (Anexo VIII), no se evidenció en toda la fase experimental, esto se debe a la ausencia de enfermedades, también a la etapa de vida de las truchas que se sometieron a investigación y al tener una óptima calidad de agua en todo el periodo de evaluación, por tal razón es posible que no exista efecto adverso con respecto a la inclusión de insumos no tradicionales.

Los rangos óptimos para la crianza de truchas arcoíris es de 13 a 17°C (FAO, 2014). las aguas de la piscigranja presentaban una temperatura promedio de 17.6 °C. A pesar de ser una temperatura mayor al máximo, no afectó la etapa de crecimiento y ganancia de peso

El pH del agua es otro de los factores que actúan en el buen desarrollo de la trucha arcoíris, ya que interviene como regulador de la actividad metabólica, considerando valores óptimos de 6.5 - 7.9 (FAO,2014; FONDEPES, 2021). El agua de la piscigranja se registró valores de 7.81 en el agua de entrada y 7.20 en el agua de salida, por lo que podemos decir que se encuentran dentro de los parámetros normales.

## V.CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se realizó la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- El tratamiento 1, alcanzo mayor ganancia de peso (259 g) y ganancia de talla (3.7 cm) promedio al finalizar la evaluación, observándose un efecto positivo en la harina de sangre. La mortalidad se mostró en 0% estable en función al tiempo, no encontrándose diferencias significativas.
- En cuanto a la ganancia de biomasa, fue el tratamiento 1 que obtuvo (9.1 Kg), a comparación del tratamiento 2 (8.2 Kg), tratamiento 3 (8.0 Kg) y el testigo con (7.8 Kg) en promedio.
- El alimento extruido de tratamiento 1 reduce el costo del alimento por kilogramo de ganancia de peso (7.64 S/Kg) en relación los alimentos extruidos del tratamiento 2 (8.15 S/Kg), tratamiento 3 (8.25 S/Kg) y el alimento extruido Nicovita (8.50 S/Kg).
- Las pruebas estadísticas aplicadas en los tratamientos ANOVA no muestran diferencia estadística significativa en la totalidad de las variables desarrolladas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Los resultados obtenidos bajo las condiciones de la presente investigación permiten recomendar lo siguiente:

- Se recomienda la utilizar de harina de sangre en el alimento extruido de truchas Arco Iris, durante la etapa engorde, debido a un menor costo en la alimentación y mayor ganancia de peso.
- Realizar evaluaciones de alimentación con insumos proteicos no tradicionales de origen animal en las etapas de alevines y juveniles en trucha arcoíris ya que estos requieren más contenido de proteína.
- Evaluar la calidad organolépticas del producto final (olor, sabor y textura) de la trucha arco iris en basa a la suplementación de insumos proteicos no tradicionales de origen animal.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. (1990). Official Methods of Analysis. 15th Edition,. *Association of Official Analytical Chemist*.
- AQUATECH. (2022). AQUATECH. <https://aquatech.pe/truchas/>
- Alcántara, J., & Avalos, J. (2016). Mejora en el diseño de proceso de elaboración y composición de alimentos balanceados en la empresa J. Alcántara. . *Retrieved* , 100.
- Aranibar, A., Calmet, U., & Roque, H. B. (2013). Valoración energética de nuevos alimentos para truchas Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*). *Investigaciones Altoandinas*, 15(2), 275-284.
- Barboza, P. (2020). Efecto del tratamiento térmico en la composición nutricional de harina de hígado de bovino como estrategia sustentable en la alimentación animal en la provincia de Chachapoyas región Amazonas. Doctoral disertación. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Chachapoyas
- Echevarría, M. (2014). *Determinación de la formulación más adecuada de dieta para trucha arco iris (oncorhynchus mykiss) en sus diferentes etapas de desarrollo*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Falla, C. (1994). Desechos de Matadero como Alimento Animal en Colombia. <http://www.fao.org/livestock/AGAP/FRG/APH134/cap7.htm>
- FAO. (2014). (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). *Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO.*, 1-8.
- FONDEPES, (2021). Manual de Cultivo de Trucha. *Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero*.
- Gattmah, J., Ozturk, F., & Orhan, S. (2017). Effects of process parameters on hot extrusion of hollow tube. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 2021–2030.
- Herbas, S. (2017). *Reemplazo del aceite crudo de soya por aceite acidulado de soya en dietas para alevines de trucha (Oncorhynchus mykiss)*. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, Lima, Perú.
- Keramat, A., Shahsavari, M., & Hedayatyfard, M. (2014). Full replacement of fishmeal by poultry by - product meal in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 13(4).
- Loarte, C., & Luna, Y. (2017). *Sustitución parcial de harina de pescado por harina de hoja de yuca (Manihot esculenta) como insumo en la dieta, en el crecimiento y supervivencia de Colossoma macropomum "gamitana" en laboratorio*. Universidad Nacional de Santa.
- Martinez, M. A. (2012). Evaluación de cría, levante y engorde de trucha arcoíris - Colombia. . *Monografias.com*, 1-2.

- Ministerio del Ambiente. (2021). Línea de base de la trucha arcoíris con fines de bioseguridad en el Perú. Lima.
- Nicovita. (2017). Alimento extruido de lento hundimiento. Callao.
- Morales, G., & Quiros, R. (2017). Desempeño productivo de la trucha arco iris en jaulas bajo diferentes estrategias de alimentación. *CONICET*, 2-9.
- Noel, W. (2013). Formulación y Elaboración de dietas para peces y crustáceos. *Tacna*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman – Facultad de ingeniería pesquera., Perú.
- Orna, E. (2017). Manual De Alimento Balanceado Para Truchas. *ALIMENTO BALANCEADO – ELABORACION Y FORMULACION*.
- PRODUCE. (2012). Elaboración del estudio de mercado de la trucha en Arequipa, Cusco, Lima, Huancayo y Puno. *MAXIMIXE CONSULT S.A.* Obtenido de <http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/DGA-PUBLICACIONES/estudio-de-mercado-trucha.pdf>
- PRODUCE. (2017). Cultivo de la trucha arco iris en el Perú con énfasis en la importación de ovas embrionadas y la comercialización de la producción. Ministerio de la Producción, 34
- Quimbiamba, E. (2009). *Crecimiento y eficiencia alimentaria de truchas “arco iris” (Oncorhynchus mykiss) en etapa de crecimiento, con sustitución parcial de alimento balanceado por sangre de bovinos*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, Quito, Ecuador .
- Ríos, L. (2016). Estado de la acuicultura en el Perú. *Revista AquaTIC*, 37.
- Troutlodge. (2020). Ovas de trucha. Obtenido de <https://www.troutlodge.com/es/trout-productos/ovas-de-trucha>

## VIII. ANEXOS

### ANEXO I.

**Tabla 6:** Análisis de varianza y test de Duncan en Ganancia de Peso.

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3619,000 <sup>a</sup>	5	723,800	1,424	,337
Intersección	639408,333	1	639408,333	1257,578	,000
TRATAMIENTO	3254,333	3	1084,778	2,134	,197
BLOQUE	364,667	2	182,333	,359	,713
Error	3050,667	6	508,444		
Total	646078,000	12			
Total corregida	6669,667	11			

a. R cuadrado = .543 (R cuadrado corregida = .161)

Test: Duncan

TRATAMIENTOS	Media	Desv. típ.	Error típ. de la media
T-1	259,00a	20,785	12,000
T-2	225,00ab	19,000	10,970
T-4	217,67c	26,690	15,409
T-0	221,67c	14,224	8,212
Total	230,83	24,624	7,108

Letras iguales significan diferencias no significativas

a, b, c, d, = prueba post hoc de Duncan

### ANEXO II.

**Tabla 7:** Análisis de varianza y test de Duncan Ganancia de Talla.

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	186,083a	5	37,217	,238	,932
Intersección	12480,750	1	12480,750	79,650	,000
BLOQUE	94,500	2	47,250	,302	,750
TRATAMIENTO	91,583	3	30,528	,195	,896
Error	940,167	6	156,694		
Total	13607,000	12			
Total corregida	1126,250	11			

a. R cuadrado = .165 (R cuadrado corregida = -.530)

Test: Duncan

TRATAMIENTOS	Media	Desv. típ.	Error típ. de la media
T-1	36,67a	3,512	2,028
T-2	32,33b	8,737	5,044
T-3	30,67c	12,583	7,265
T-0	29,33d	16,442	9,493
Total	32,25	10,119	2,921

Letras iguales significan diferencias no significativas  
a, b, c, d, = prueba post hoc de Duncan

### ANEXO III.

**Tabla 8:** Análisis de varianza y test de Duncan Ganancia de Biomasa.

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	442,083a	5	88,417	1,465	,325
Intersección	78246,750	1	78246,750	1296,311	,000
BLOQUE	40,500	2	20,250	,335	,728
TRATAMIENTO	401,583	3	133,861	2,218	,187
Error	362,167	6	60,361		
Total	79051,000	12			
Total corregida	804,250	11			

a. R cuadrado = .550 (R cuadrado corregida = .174)

Test: Duncan

TRATAMIENTOS	Media	Desv. típ.	Error típ. de la media
T-1	90,67a	7,234	4,177
T-2	78,67b	6,506	3,756
T-3	76,33c	9,074	5,239
T-0	77,33d	4,933	2,848
Total	80,75	8,551	2,468

Letras iguales significan diferencias no significativas  
a, b, c, d, = prueba post hoc de Duncan

## ANEXO IV.

**Tabla 9:** *Análisis de varianza y test de Duncan Consumo de Alimento.*

### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	48,667a	5	9,733	1,864	,235
Intersección BLOQUE	95052,000	1	95052,000	18201,447	,000
	2,000	2	1,000	,191	,831
TRATAMIENTO	46,667	3	15,556	2,979	,118
Error	31,333	6	5,222		
Total	95132,000	12			
Total corregida	80,000	11			

a. R cuadrado = .608 (R cuadrado corregida = .282)

Test: Duncan

TRATAMIENTOS	Media	Desv. típ.	Error típ. de la media
T-1	92,00a	1,000	,577
T-2	88,00bc	1,000	,577
T-3	89,33bc	3,512	2,028
T-0	86,67d	1,528	,882
Total	89,00	2,697	,778

Letras iguales significan diferencias no significativas  
a, b, c, d, = prueba post hoc de Duncan

## ANEXO V.

**Tabla 10:** *Análisis de varianza y test de Duncan Conversión Alimenticia.*

### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	444,083a	5	88,817	1,182	,415
Intersección BLOQUE	147630,083	1	147630,083	1964,763	,000
	41,167	2	20,583	,274	,769
TRATAMIENTO	402,917	3	134,306	1,787	,249
Error	450,833	6	75,139		
Total	148525,000	12			
Total corregida	894,917	11			

a. R cuadrado = .496 (R cuadrado corregida = .076)

Test: Duncan

TRATAMIENTOS	Media	Desv. típ.	Error típ. de la media
T-1	101,67a	6,658	3,844
T-2	112,33b	8,505	4,910
T-3	117,67c	9,504	5,487
T-0	112,00bc	6,245	3,606
Total	110,92	9,020	2,604

Letras iguales significan diferencias no significativas  
a, b, c, d, = prueba post hoc de Duncan

## ANEXO VI.

**Tabla 11:** *Análisis de varianza y test de Duncan Evaluación del costo del alimento por kilogramo de peso.*

### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	16994,083a	5	3398,817	,915	,529
Intersección	7471830,083	1	7471830,083	2010,463	,000
BLOQUE	2415,167	2	1207,583	,325	,735
TRATAMIENTO	14578,917	3	4859,639	1,308	,356
Error	22298,833	6	3716,472		
Total	7511123,000	12			
Total corregida	39292,917	11			

a. R cuadrado = .432 (R cuadrado corregida = -.040)

### Test: Duncan

TRATAMIENTOS	Media	Desv. típ.	Error típ. de la media
T-1	729,00a	48,662	28,095
T-2	806,33bd	58,501	33,775
T-3	814,67c	68,061	39,295
T-0	806,33bd	43,981	25,392
Total	789,08	59,767	17,253

Letras iguales significan diferencias no significativas  
a, b, c, d, = prueba post hoc de Duncan

**ANEXO VII.**

Ingredientes	Costo (S/. / Kg)	TRATAMIENTOS			TESTIGO
		T-1	T-2	T-3	
Harina de pescado	S/ 5.00	S/ 1.1790	S/ 1.1790	S/ 1.1790	
Harina de Hígado Bovino	S/ 5.00	<b>S/ 1.1790</b>	-	-	
Harina de Sangre Bovino	S/ 5.00	-	<b>S/ 1.1790</b>	-	
Harina de Viseras de Pollo	S/ 4.00	-	-	<b>S/ 0.9400</b>	
Harina de Trigo	S/ 5.00	S/ 0.8000	S/ 0.8000	S/ 0.8000	
Polvillo de arroz	S/ 1.17	S/ 0.0274	S/ 0.0274	S/ 0.0274	
Soja, entera, extruida	S/ 3.17	S/ 0.4755	S/ 0.4755	S/ 0.4755	
Harina de soya	S/ 2.96	S/ 0.2960	S/ 0.2960	S/ 0.2960	
Salvado de trigo	S/ 1.75	S/ 0.0263	S/ 0.0263	S/ 0.0263	
Aceite de pescado	S/ 23.88	S/ 1.8221	S/ 1.8221	S/ 1.8221	
Premezcla de vitaminas	S/ 19.26	S/ 0.0385	S/ 0.0385	S/ 0.0385	
Liposorbente (Emulsificante)	S/ 6.40	S/ 0.0016	S/ 0.0016	S/ 0.0016	
Vitamina C	S/ 120.00	S/ 0.0900	S/ 0.0900	S/ 0.0900	
Antioxidante	S/ 35.00	S/ 0.0105	S/ 0.0105	S/ 0.0105	
Inhibidor de moho (propionato de calcio)	S/ 80.00	S/ 0.0160	S/ 0.0160	S/ 0.0160	
Captador de micotoxinas	S/ 20.00	S/ 0.0040	S/ 0.0040	S/ 0.0040	
Equipos, material y mano de obra	S/ 1.20	S/ 1.20	S/ 1.20	S/ 1.20	
<b>COSTO DE DIETA</b>	<b>(S/. / Kg)</b>	<b>S/ 7.17</b>	<b>S/ 7.17</b>	<b>S/ 6.93</b>	<b>S/ 7.20</b>

**ANEXO VIII.**

**Tabla 12:** *Mortalidad de Truchas Arcoíris*

Tratamiento	Repetición	Número de peces vivos	Numero de peces muertos	Mortalidad (%)
<b>T-1</b>	<b>R-1</b>	35	0	0,0%
	<b>R-2</b>	35	0	0,0%
	<b>R-3</b>	35	0	0,0%
<b>Total</b>		<b>105</b>	<b>0</b>	<b>0,0%</b>
<b>T-2</b>	<b>R-1</b>	35	0	0,0%
	<b>R-2</b>	35	0	0,0%
	<b>R-3</b>	35	0	0,0%
<b>Total</b>		<b>105</b>	<b>0</b>	<b>0,0%</b>
<b>T-3</b>	<b>R-1</b>	35	0	0,0%
	<b>R-2</b>	35	0	0,0%
	<b>R-3</b>	35	0	0,0%
<b>Total</b>		<b>105</b>	<b>0</b>	<b>0,0%</b>
<b>Testigo</b>	<b>R-1</b>	35	0	0,0%
	<b>R-2</b>	35	0	0,0%
	<b>R-3</b>	35	0	0,0%
<b>Total</b>		<b>105</b>	<b>0</b>	<b>0,0%</b>

**ANEXO IX.**

PARÁMETRO	TRATAMIENTO	HORA	SEMANA				PROMEDIO
			1	2	3	4	
<b>Temperatura °C de agua</b>	<b>T-1</b>	08:00 a.m.	17.4	17.8	17.2	17.5	<b>17.5</b>
		12:00 p.m.	18.5	17.9	17.1	17.3	<b>17.7</b>
		05:00 p.m.	17.0	17.2	17.2	17.5	<b>17.2</b>
	<b>T-2</b>	08:00 a.m.	18.0	17.2	17.9	17.9	<b>17.7</b>
		12:00 p.m.	18.9	18.0	17.0	17.3	<b>17.8</b>
		05:00 p.m.	17.1	17.5	17.3	17.2	<b>17.3</b>
	<b>T-3</b>	08:00 a.m.	17.1	18.0	17.1	17.1	<b>17.3</b>
		12:00 p.m.	19.6	17.1	17.5	17.6	<b>18.0</b>
		05:00 p.m.	17.8	17.0	17.7	17.9	<b>17.6</b>
	<b>Testigo</b>	08:00 a.m.	17.5	17.7	17.9	17.1	<b>17.5</b>
		12:00 p.m.	19.2	17.1	17.5	17.2	<b>17.7</b>
		05:00 p.m.	18.0	17.7	17.9	17.5	<b>17.8</b>

**ANEXO X.**

PARÁMETRO	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	SEMANA				PROMEDIO
			1	2	3	4	
Oxígeno disuelto (mg/L)	T-1	R-1	6.90	7.45	7.06	7.62	<b>7.26</b>
		R-2	7.71	7.63	7.75	7.70	<b>7.70</b>
		R-3	7.10	7.07	6.55	7.62	<b>7.09</b>
	T-2	R-1	6.48	7.53	7.63	7.20	<b>7.21</b>
		R-2	7.16	7.03	7.89	7.09	<b>7.29</b>
		R-3	7.73	7.80	7.48	7.92	<b>7.73</b>
	T-3	R-1	7.49	7.44	7.84	7.79	<b>7.64</b>
		R-2	7.01	7.07	7.50	7.78	<b>7.34</b>
		R-3	6.07	7.37	6.95	7.90	<b>7.07</b>
	T-4	R-1	7.08	7.89	7.17	7.02	<b>7.29</b>
		R-2	7.89	7.45	6.36	7.06	<b>7.19</b>
		R-3	6.78	7.05	6.61	7.81	<b>7.06</b>
	Testigo	R-1	6.99	7.58	7.43	7.41	<b>7.35</b>
		R-2	7.44	7.30	7.38	7.41	<b>7.38</b>
		R-3	6.92	7.32	6.90	7.81	<b>7.24</b>

**ANEXO XI. Panel fotográfico**

**Figura 10:** *División de Estanques*



**Figura 11: Pesado y Mezclado de Insumos**



**Figura 12: Producción de Alimento Extruido para Truchas Arcoíris etapa de Engorde**



**Figura 13:** Distribución e Identificación de Tratamientos



**Figura 14: Toma de Datos Biométricos Inicial**



**Figura 15: Alimentación de Truchas**



**Figura 16:** *Toma de Datos Biométricos Día 10*



**Figura 17:** Medida de Parámetros del Agua (Temperatura y pH)

