

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



**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA,  
BIOTECNOLOGÍA, AGRONEGOCIOS Y CIENCIA DE DATOS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA**

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

**“FUENTES DE CARBOHIDRATOS NO TRADICIONALES  
EN ENGORDE DE TRUCHAS (*Oncorhynchus mykiss*) EN  
LA REGIÓN AMAZONAS”**

**AUTOR: Bach. Lister Culqui Mas**

**ASESOR: M.Sc. Cesar Augusto Maraví Carmen**

Registro (...)

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2025**

## **Dedicatoria**

Dedico la presente tesis a mis padres, Nilser y Nely por brindarme todo su apoyo y creer en mí, a mis hermanos Shannon, Audrey y Neiron por su constante motivación en este largo camino.

## **Agradecimiento**

A Dios por darme la vida y guiarme por el buen camino, a mi alma mater la Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza y a mis docentes por mi formación profesional. A mi asesor el M.Sc. Cesar Augusto Maraví Carmen por guiarme en este trabajo de investigación, al Dr. José Américo Uriarte Saucedo por su apoyo y consejos. Así mismo agradecer al Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos y a la Piscigranja El Aliso por permitirme desarrollar la presente investigación dentro de sus instalaciones, finalmente agradezco también al Dr. Nilton Luis Murga Valderrama por sus enseñanzas y apoyo durante mi formación profesional.

**Autoridades de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de  
Amazonas**

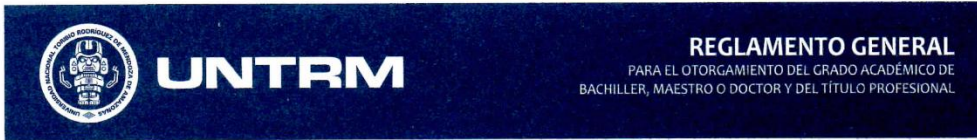
**Ph.D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA  
RECTOR**

**Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES  
VICERRECTOR ACADÉMICO**

**Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA  
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

**Dr. SEGUNDO JOSÉ ZAMORA HUAMÁN  
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA,  
BIOTECNOLOGÍA, AGRONEGOCIOS Y CIENCIA DE DATOS**

## Visto Bueno del Asesor de la Tesis



### ANEXO 3-L

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

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ( λ )/Profesional externo (    ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Fuentes de carbohidratos no tradicionales en engorde de fructus (Oncorhynchus mykiss) en la región Amazonas. ;  
del egresado Lister Culqui Maw  
de la Facultad de Ingeniería Zootécnica, Biotecnología, Agronegocios y Ciencia de Datos.  
Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica  
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, 13 de marzo de 2025

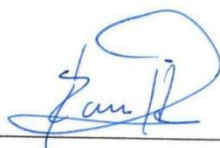
Firma y nombre completo del Asesor  
M. Sc. CÉSAR AUGUSTO MARÍN CARMEN

**Jurado Evaluador de la Tesis**



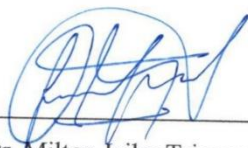
---

Dr. Hugo Frias Torres  
**Presidente**



---

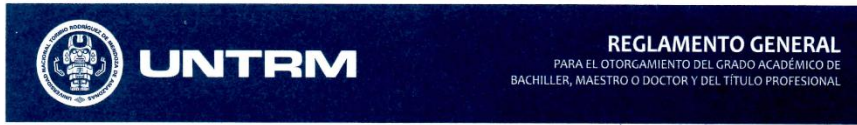
Dr. Segundo José Zamora Huamán  
**Secretario**



---

Dr. Milton Jailer Trigoso Yalta  
**Vocal**

# Constancia de Originalidad de la Tesis



## ANEXO 3-Q

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

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

Fuentes de carbohidratos no tradicionales en ongorde de frutas  
(Onchorhynchus mykiss) en la región Amazonas

presentada por el estudiante ( )/egresado (x) Lister Culqui Mas

de la Escuela Profesional de Ingeniería Zootecnista

con correo electrónico institucional 081025A112@untrm.edu.pe

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

- a) La citada Tesis tiene 21 % 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.
- b) 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, 08 de julio del 2025

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....  
.....

## Reporte Turnitin

### TESIS

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>21</b> % INDICE DE SIMILITUD	<b>20</b> % FUENTES DE INTERNET	<b>6</b> % PUBLICACIONES	<b>5</b> % TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------	---------------------------------------

#### FUENTES PRIMARIAS

1	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	10%
2	<b>repositorio.untrm.edu.pe</b> Fuente de Internet	2%
3	<b>tesis.unap.edu.pe</b> Fuente de Internet	1%
4	<b>dspace.unitru.edu.pe</b> Fuente de Internet	1%
5	<b>Submitted to Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas</b> Trabajo del estudiante	1%
6	<b>www.researchgate.net</b> Fuente de Internet	1%
7	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<1%
8	<b>repositorio.unprg.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1%
9	<b>repositorio.unsaac.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1%
10	<b>Submitted to Escuela Politecnica Nacional</b> Trabajo del estudiante	<1%
11	<b>www.scielo.org.co</b> Fuente de Internet	<1%
12	<b>eprints.uanl.mx</b> Fuente de Internet	<1%
13	<b>repositorio.lamolina.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1%
14	<b>www.scielo.org.mx</b> Fuente de Internet	<1%
15	<b>repositorio.unh.edu.pe</b>	

Dr: Hugo Frías Torres



# Acta de Sustentación de la Tesis



## ANEXO 3-5

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

En la ciudad de Chachapoyas, el día 22 de abril del año 2025, siendo las 17:00 horas, el aspirante: Bach. Lister Gilgwi Mau, asesorado por M.Sc. Cesar Augusto Maraví Carmen defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Fuentes de carbohidratos no tradicionales en engorde de truchas (*Oncorhynchus mykiss*) en la región Amazonas, 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. Segundo José Zamora Huamán

Vocal: Dr. Milton Javier Frigos 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.

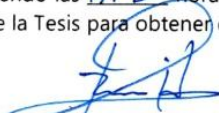
Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

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 17:45 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 General

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iii</b>
<b>AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>VISTO BUENO DEL ASESOR.....</b>	<b>v</b>
<b>JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....</b>	<b>vi</b>
<b>CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....</b>	<b>vii</b>
<b>REPORTE TURNITIN.....</b>	<b>viii</b>
<b>ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiv</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>II. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>19</b>
2.1.Población, muestra y muestreo.....	19
2.2.VARIABLES DE ESTUDIO.....	19
2.3.Métodos.....	20
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>28</b>
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>37</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>41</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>46</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1. Requerimientos nutricionales de truchas en etapa de engorde.....	21
Tabla 2. Dietas experimentales.....	23
Tabla 3. Formula de dieta experimental con sustitución de harina de papa, yuca y arracacha.....	24
Tabla 4. Mortalidad de truchas arcoíris ( <i>O. mykiss</i> ).....	31
Tabla 5. Temperatura y pH del agua.....	32
Tabla 6. Parámetros de peso y talla de trucha con alimentación de papa, yuca, arracacha y un testigo.....	33
Tabla 7. Variables medidas en truchas con alimentación de papa, yuca, arracacha y un testigo.....	34

## Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación geográfica del estudio .....	20
Figura 2. Flujograma de elaboración de alimento balanceado para truchas.....	22
Figura 3. Ganancia de peso de truchas arcoíris ( <i>O. mykiss</i> ).....	28
Figura 4. <i>Ganancia de talla de trucha arcoíris (O. mykiss)</i> .....	29
Figura 5. <i>Ganancia de Biomasa de trucha arcoíris (O. mykiss)</i> .....	29
Figura 6. <i>Consumo de alimento de trucha arcoíris (O. mykiss)</i> .....	30
Figura 7. <i>Índice de conversión alimenticia (ICA) de trucha arcoíris (O. mykiss)</i> .....	30
Figura 8. <i>Correlación Pearson de los parámetros peso y talla de truchas arcoíris (O. Mykiss)</i> .....	35
Figura 9. <i>Correlación Pearson de las variables medidas en truchas arcoíris (O. Mykiss)</i> .....	36
Figura 10. <i>Acondicionamiento de pozas</i> .....	46
Figura 11. <i>Separación de pozas según tratamientos</i> .....	46
Figura 12. <i>Alimentación de truchas de acuerdo a los tratamientos</i> .....	47
Figura 13. <i>Toma de datos (peso y talla)</i> .....	47
Figura 14. <i>Toma de datos fisicoquímicos del agua</i> .....	48

## Resumen

La acuicultura es una de las actividades más importantes para la humanidad ya que es un pilar para la seguridad alimentaria dado que los productos resultantes de esta actividad poseen un alto valor nutritivo, por lo cual el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la sustitución de fuentes de carbohidratos no tradicionales en etapa de engorde de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la región Amazonas. En ese sentido la metodología aplicada fue la elaboración de dietas con niveles de sustitución de 50% con carbohidratos a base de yuca, arracacha y papa, se realizó el estudio con 420 truchas arcoíris de peso inicial de 150g y talla 17 cm repartidas en tres repeticiones por tratamiento. Se realizó la medición de variables como: ganancia de peso, ganancia de talla, biomasa, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad. Así mismo, se midió parámetros físico químicos como temperatura de agua y pH. Los resultados indican que la dieta con mejor respuesta a la ganancia de peso fue la dieta testigo con 160.93 gramos, la dieta con mejores valores para ganancia de talla, biomasa y consumo de alimento fue la de papa, la dieta de yuca tuvo mejor resultado para conversión alimenticia (1.67 kg), mientras que datos como temperatura y pH fueron registrados a lo largo del estudio teniendo promedios de 17.2-18°C y 7.07-7.70 respectivamente. Se concluye que entre las dietas no existen diferencias significativas según los resultados obtenidos.

**Palabras clave:** acuicultura, alimentación, carbohidratos, *Oncorhynchus mykiss*.

## **Abstract**

Aquaculture is one of the most important activities for humanity since it is a pillar for food security given that the products resulting from this activity have a high nutritional value, therefore the objective of this research was to evaluate the effect of the substitution of non-traditional carbohydrate sources in the fattening stage of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the Amazon region. In this sense, the methodology applied was the elaboration of diets with 50% substitution levels with carbohydrates based on yucca, arracacha and potato. The study was carried out with 420 rainbow trout of initial weight of 150g and size 17 cm distributed in three replicates per treatment. Variables such as weight gain, length gain, biomass, feed consumption, feed conversion and mortality were measured. Physical and chemical parameters such as water temperature and pH were also measured. The results indicate that the diet with the best response to weight gain was the control diet with 160.93 grams, the diet with the best values for length gain, biomass and feed consumption was the potato diet, the cassava diet had the best result for feed conversion (1.67 kg), while data such as temperature and pH were recorded throughout the study with averages of 17.2-18°C and 7.07-7.70 respectively. It is concluded that there are no significant differences between the diets according to the results obtained.

**Keywords:** aquaculture, carbohydrates, feeding, *Oncorhynchus mykiss*.

## I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura es una de las actividades más representativa para el ser humano, dado al crecimiento progresivo que permite fortalecer la seguridad alimentaria, por el alto valor nutritivo en su composición, ya que el 50% del pescado producido se destina al consumo a nivel mundial (FAO, 2020). En nuestro país se da inicio con la acuicultura alrededor de 1934 con la introducción de la trucha (*Oncorhynchus mykiss*), dicha actividad equilibra la demanda mundial de pescado y reduce los impactos sociales y ambientales negativos (Ríos, 2016).

En América Latina la actividad acuícola se ha convertido en una actividad con impacto económico notable, ya que permite la generación de empleo y exponiendo un potencial de crecimiento (Ardila, 2019), es así que el consumo de estos productos se ha incrementado. A pesar de que los productos provenientes de la pesca se mantienen constantes, es importante tener en cuenta que el agotamiento de estas fuentes podría llevar a un aumento en los precios, lo que dificultaría su acceso para las personas de bajos ingresos (Gasco *et al.*, 2020).

La trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* es la especie con mejor adaptación al sistema de crianza intensivo, brindando resultados favorables sobre los parámetros productivos en su producción, este pez es la principal especie dulceacuícola cultivada en el país, dentro de los departamentos que se consideran como los principales representantes en la producción de *O. mykiss* se encuentran Puno, Huancavelica y Junín (RNIA, 2017).

Así mismo, la trucha arcoíris viene siendo criada por su singular color plateado y su capacidad de adaptación a medios de agua salada como dulce. Sin embargo, la crianza de estos peces es escasa en nuestro medio, dado que existe una falta de promoción por parte de las entidades encargadas (Troutlodge, 2020).

En los últimos años la acuicultura continental ha conseguido desarrollarse de manera favorable en el Perú, lo cual refleja el incremento de los derechos otorgados a los productores y hectáreas de espejos de agua aptas para el desarrollo de dicha actividad, considerando que existe un alza en los costos de producción (Orna, 2010).

Las truchas son animales considerados como depredadores por naturaleza ya que viven cazando y devorando a otros seres vivos, eso se debe a la función de sus sistemas digestivos están aptos para procesar la proteína de origen animal. Por lo que el alimento

óptimo para la trucha debe contener un porcentaje de proteína de origen animal; entre 45-50%. (Orna, 2017). Siendo la alimentación de truchas en crianza intensiva alrededor del 55% de los precios de producción anuales totales (Morales & Quiros, 2017).

La utilización de alimentos balanceados completos para los animales surge de la necesidad de obtener un mayor rendimiento en menor tiempo y de esta manera optimizar la rentabilidad de los productores, la elaboración de una dieta para cualquier especie tiene principalmente dos etapas, la primera, formulación y la segunda, proceso de fabricación (Parisi *et al.*, 2020).

Dentro de este tipo de alimentos encontramos a los alimentos extruidos, los mismos que se caracterizan por ser tratados usando vapor a temperaturas que van desde los 120 a los 180°C, posterior a ese proceso se pasa el alimento a una extrusora donde es sometido a presión mecánica por un periodo de 30 segundos, lo que permite reducir humedad y microbios asegurando la duración del alimento (Gattmah, Ozturk, & Orhan, 2017). De esa manera, se considera que los alimentos extruidos son poseedores de propiedades importantes en la alimentación de truchas como la capacidad de flotabilidad, dureza y absorción de nutrientes, lo que contribuye con una mejor digestibilidad (Alcántara & Avalos, 2016).

En ese sentido, estudios dan a conocer que las truchas presentan deficiencia en la utilización de carbohidratos, es por ello que un grupo de investigadores realizaron la comparación de dos líneas isogénicas de truchas arcoíris para determinar si existe diferencia en el aprovechamiento de carbohidratos, concluyen que existen diferencias zootécnicas entre líneas además de confirmar la presencia de regulaciones moleculares en el metabolismo de la glucosa (Acar *et al.*, 2018a; Song *et al.*, 2018 a).

De manera similar se determinó los efectos moleculares sobre el metabolismo intermediario de dos tejidos importantes en la fisiología de las truchas, el hígado y músculo. Usando dos dietas experimentales, una alta y otra baja determinaron que los carbohidratos en la dieta tienen efecto en el metabolismo de la glucosa, además de tener impacto en el metabolismo de los lípidos y energía en el hígado y el músculo de las truchas (Song *et al.*, 2018 b).

Es por ello que en diversas partes del mundo se busca mejorar este aspecto, y se realizan estudios probando nuevas fuentes de carbohidratos. Autores mencionan que, al usar dietas formuladas a base de harina de papas no se obtiene buenos resultados debido a que las

truchas presentaron retraso en el crecimiento y elevada mortalidad, así mismo Yilmaz (2019) coincide que la harina de papa tiene efectos negativos sobre la ganancia de peso y el crecimiento, así como efectos sobre el sistema inmune de *Oncorhynchus mykiss*.

Mientras que otras investigaciones indican que los tubérculos como la arracacha presentan niveles de almidón hasta en un 76% y fibra en un 2,9 % (Maldonado y Pacheco, 2000; Carpoica, 2003). Sin embargo, uno de los factores a tener en cuenta al usar dichas plantas como fuente de alimentos es que existe la presencia de sustancias tóxicas que estas producen de manera natural, y para disminuir los efectos se recalca la importancia de realizar el secado de las raíces (Acar *et al.*, 2018b).

Por otro lado, investigadores determinaron que la harina de yuca ha mostrado ser un candidato capaz de prolongar la estabilidad del alimento acuícola en agua (Olawale & Oluniyi, 2020), mientras que Onisowurun (2021) menciona que la harina de yuca puede reemplazar al maíz ya que probó la sustitución gradual de harina de maíz por harina de yuca usando 20, 50, 75 y 100 % en las dietas experimentales teniendo mejores porcentajes de crecimiento y ganancia de peso en los peces alimentados harina de yuca, determinando que puede ser reemplazada con éxito hasta en un 100%.

En una investigación probaron las diferencias entre dietas a base de vegetales y dietas basadas en carbohidratos en la alimentación de truchas en etapa juvenil y de engorde, teniendo como resultado que, aquellos peces alimentados con la dieta vegetal presentaron un menor peso corporal a diferencia de las truchas que fueron alimentadas con dietas de carbohidratos (Lazzarotto *et al.*, 2018). Similar a lo mencionado por Fevalier *et al* (2021), donde evaluaron las consecuencias de alimentar a las truchas en etapa reproductiva con dietas altas en carbohidratos sobre el metabolismo, llegando a la conclusión de que no existen efectos negativos sobre el desarrollo de los peces alimentados usando este tipo de fuente de energía como son los carbohidratos.

Se sabe que el tipo de alimentación de los padres tiene efectos directos sobre el metabolismo de los hijos, eso mismo ocurre en el caso de los peces, por lo que un estudio menciona que se puede realizar un tipo de programación nutricional, dando a conocer que las fuentes de carbohidratos vegetales son sustitutos de la harina de pescado comúnmente usada en este tipo de dietas (Callet *et al.*, 2022).

La trucha arcoíris es de naturaleza carnívora, por lo que es deficiente en la utilización de glucosa, por lo que es considerado como un pez intolerante a la glucosa. En ese sentido se realizó una investigación donde determinaron que las truchas alimentadas con dietas altas en carbohidratos tienen efecto benéfico sobre la ganancia de músculo, y en etapa temprana induce a que los peces desarrollen el metabolismo de la glucosa (Song *et al.*, 2019). Otro estudio ha demostrado que las dietas acuícolas en su composición pueden sustituir a las proteínas hasta en un 35% con carbohidratos que sean digeribles permitiendo que los peces desarrollen sus ciclos de vida con normalidad (Callet *et al.*, 2020).

Además existen investigaciones realizadas sobre la utilización de otras fuentes de carbohidratos no tradicionales en la elaboración de dietas para truchas como harina de maíz, donde mencionan que también puede ser reemplazada por harina de plátano, ya que esta demostró tener propiedades favorables al desarrollo de los peces usando dietas experimentales con 30% de harina de plátano y 70% de harina de maíz (Félix & Silva *et al.*, 2020), por otro lado se considera como una opción viable de reemplazo de la harina convencional, sugiriendo el uso de gluten de maíz hasta en un 50% en dietas de truchas juveniles (Longoria *et al.*, 2018).

En esa misma línea, el arroz es uno de los alimentos que contiene múltiples cualidades, dentro de las cuales se puede resaltar que dentro de su composición es rico en hidratos de carbono complejos, lo cual le permite ser un alimento excelente en el aporte de energía. En la elaboración de dietas para peces se usa en un 20% puesto que también brinda un porcentaje de proteína a las mismas (Hinostroza & Canturin, 2021).

Dada la creciente necesidad de aumentar la productividad en la crianza de truchas, esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la sustitución de fuentes de carbohidratos no tradicionales en etapa de engorde de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la región Amazonas.

## **II. MATERIALES Y METODOS**

### **2.1 Población, muestra y muestreo:**

#### **2.1.1 Población y muestra:**

La población estuvo compuesta por 420 truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) entrantes a la etapa de engorde de aproximadamente 8 meses de edad (Bojórquez, 2009) en la piscigranja del sector Aliso. Mismas que fueron seleccionadas con un peso individual inicial promedio de 150 g y talla individual promedio de 17 cm (FONDEPES, 2017), se realizó la distribución aleatoria de 35 truchas en cada una de las pozas que cumplían con las dimensiones de 1.5 m x 3m x 1m (4.5 m<sup>3</sup>), separadas en 4 tratamientos con 3 repeticiones.

#### **2.1.2 Muestreo:**

El muestreo se realizó de manera aleatoria en cada poza, por cada una se realizó tres repeticiones en diferentes puntos, que se llevó a cabo usando un chinguillo permitió tomar las medidas para el análisis biométrico de las truchas, dichos datos se tomaron cada 10 días, evitando el estrés de los peces (FONDEPES, 2017).

### **2.2 Variables de estudio:**

#### **2.2.1 Variable independiente:**

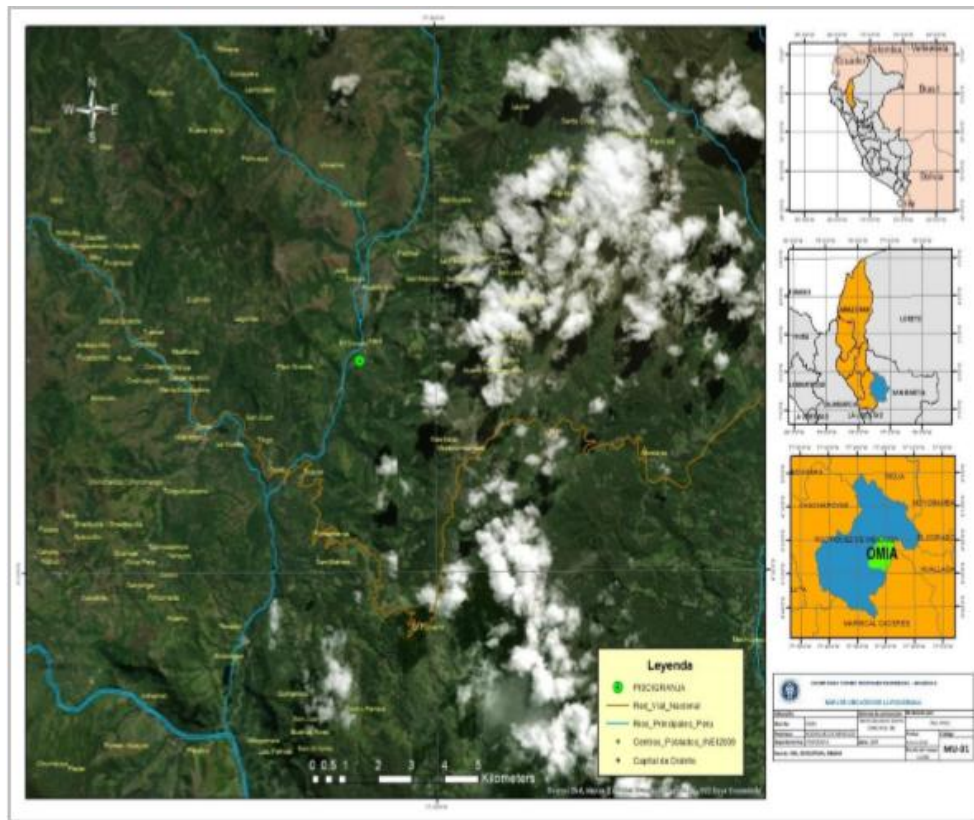
- ✓ Dietas con 50% de sustitución de:
  - Harina de papa
  - Harina de yuca
  - Harina de arracacha
- ✓ Dieta control

#### **2.2.2 Variables dependientes:**

- ✓ Parámetros productivos de las truchas
- ✓ Parámetros físico- químicos del agua
- ✓ Cambio de biomasa

## 2.3 Métodos:

### 2.3.1 Ubicación del estudio:



**Figura 1.**

*Ubicación geográfica del estudio*

El presente estudio se desarrolló en dos etapas, la formulación y elaboración de dietas experimentales se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos y en la Planta de Alimentos de la E.E de Chachapoyas de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, mientras que, la fase experimental se llevó a cabo en el distrito de Omia, provincia Rodríguez de Mendoza, región de Amazonas, dentro de las instalaciones de la piscigranja el Aliso.

### 2.3.2 Dietas experimentales:

Las dietas experimentales comprendidas por cuatro tratamientos fueron formuladas de acuerdo a los requerimientos nutricionales de las truchas arcoíris en etapa de engorde, mismas que al momento de su preparación fueron incluidas las sustituciones de fuentes de carbohidratos usando insumos regionales (harina

de yuca, harina de arracacha y harina de papa en un 50%); para su formulación se tuvo en cuenta los porcentajes presentados en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Requerimientos nutricionales de truchas en etapa de engorde*

<b>Nutriente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Etapas de engorde</b>
<b>Proteínas</b>	%	40.0
<b>Carbohidratos</b>	%	12.0
<b>Grasa</b>	%	18.0
<b>Minerales</b>	%	10.0
<b>Fibra</b>	%	5.0
<b>Humedad</b>	%	15.0
<b>Total</b>	%	100.00

(Choquehuayta, 2008; NTP 209.255, 2009; Caritas del Perú 2015; AQUATECH 2019).

### **2.3.3 Proceso de elaboración de alimento balanceado para truchas:**

**Recepción de materia prima:** Se recibió los insumos requeridos para la elaboración de las dietas experimentales, teniendo en cuenta la calidad de cada uno de ellos.

**Pesado:** Se pesó cada insumo de acuerdo a los requerimientos establecidos.

**Mezclado 1:** Los insumos que comprenden a proteínas y carbohidratos se mezclaron por un tiempo de 15 minutos para tener un producto uniforme.

**Molienda:** El producto obtenido anteriormente se procedió a moler en un molino de martillo que tiene una malla de 0.5mm para tener una harina uniforme.

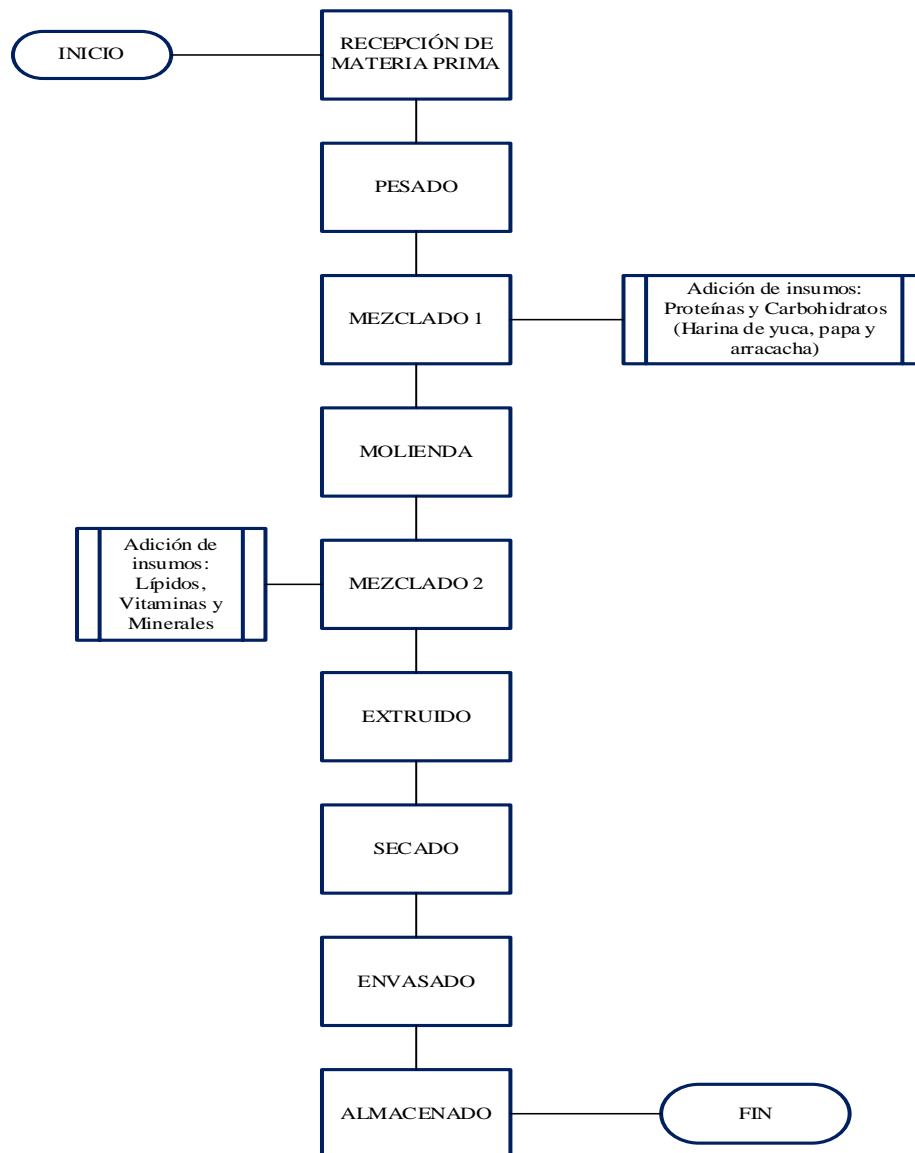
**Mezclado 2:** Se realizó un segundo mezclado de la harina obtenida con el resto de insumos necesarios para las dietas, también por un periodo de 15 minutos.

**Extruido:** La mezcla preparada se puso en la extrusora para completar el proceso, de esa manera obtener pellets.

**Secado:** Una vez listo los pellets estos se encuentran húmedos, por lo tanto, se llevan a secarlos.

**Envasado:** Una vez listo, el producto final es pesado y colocado en sacos de polipropileno para evitar la contaminación y humedad del ambiente.

**Almacenado:** Dichos sacos son colocados ordenadamente en un ambiente propicio para ser guardados hasta su uso.



**Figura 2:**

*Flujograma de elaboración de alimento balanceado para truchas*

### 2.3.4 Alimentación de las truchas:

Para la administración de las dietas, se colocó el alimento extruido de 6 mm en la superficie del agua de cada poza. El consumo de alimento fue calculado cada semana al momento del muestreo tomando en cuenta la biometría de las truchas, biomasa y temperatura de agua (Echevarría, 2014). La alimentación de las truchas se realizó tres veces al día (8 am, 1 pm y 6 pm), suministrando el alimento de forma manual, considerando la cantidad de alimento necesaria para la saciedad de los peces y evitar el desperdicio (Herbas, 2017).

### 2.3.5 Tratamientos:

Este estudio contó con cuatro tratamientos incluyendo al grupo control o testigo, cada uno contó con tres repeticiones manteniendo el porcentaje de sustitución parcial de carbohidratos (Tabla 2).

**Tabla 2.**

*Dietas experimentales*

<b>Tratamiento</b>	<b>Dietas experimentales</b>
T0	Control o testigo
T1	Harina de papa al 50%
T2	Harina de yuca al 50%
T3	Harina de arracacha al 50%

De acuerdo a los requerimientos nutricionales de las truchas arcoíris en la etapa de engorde se realizaron tres dietas, correspondientes a los tratamientos, mismos a los que se les hizo el reemplazo por harina de papa, yuca y arracacha en un 50%, (Tabla 3) dichas dietas fueron elaboradas en la planta de alimentos balanceados de la estación experimental de Chachapoyas – UNTRM.

**Tabla 3.***Formula de dieta experimental con sustitución de harina de papa, yuca y arracacha.*

<b>Ingredientes</b>	<b>Dieta testigo (T0)</b>	<b>Harina de papa (T1)</b>	<b>Harina de yuca (T2)</b>	<b>Harina de arracacha (T3)</b>
Harina de pescado	47.20	47.20	47.20	47.20
Harina de trigo	16.00	8.00	8.00	8.00
Harina de papa	-	8.00	-	-
Harina de yuca	-	-	8.00	-
Harina de arracacha	-	-	-	8.00
Polvillo de arroz	2.34	2.34	2.34	2.34
Soja entera, extruida	15.00	15.00	15.00	15.00
Harina de soya	10.00	10.00	10.00	10.00
Salvado de trigo	1.50	1.50	1.50	1.50
Aceite de pescado	7.63	7.63	7.63	7.63
Premezcla de vitaminas <sup>1</sup>	0.20	0.20	0.20	0.20
Emulsificantes <sup>2</sup>	0.03	0.03	0.03	0.03
Vitamina c	0.08	0.08	0.08	0.08
Antioxidante <sup>3</sup>	0.03	0.03	0.03	0.03
Inhibidor de moho <sup>4</sup>	0.02	0.02	0.02	0.02
Captador de micotoxinas <sup>5</sup>	0.02	0.02	0.02	0.02
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

<sup>1</sup>Premezcla de vitaminas: 106 Unidades Internacionales (UI), Vit A: 333 x 106 UI, Vit D3: 50 x 106 UI, Vit E: 146 x 103 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

### 2.3.6 Evaluación de variables:

Al realizar ensayos de alimentación a una población de truchas con las formulaciones preparadas para la etapa de engorde, se evaluó los parámetros productivos, biomasa y parámetros físico-químicos del agua.

#### 2.3.6.1 Parámetros productivos:

##### ✓ **Ganancia de peso:**

Se midió la ganancia de peso semanalmente y se determinó mediante la siguiente ecuación (Yucra, 2021):

$$GP = \text{peso final (g)} - \text{peso inicial (g)}$$

##### ✓ **Ganancia de talla:**

Se midió el crecimiento de la longitud de los peces en centímetros (cm), desde la nariz hasta la bifurcación de la aleta caudal, con un ictiómetro de 50 cm y se determinó la ganancia mediante la siguiente ecuación (Yucra, 2021):

$$GT = \text{talla final (cm)} - \text{talla inicial (cm)}$$

##### ✓ **Cambio de biomasa:**

En cuanto al cambio de biomasa en cada poza durante el estudio se calculó con la siguiente ecuación (Choquehuayta, 2008):

$$\text{Biomasa} = \frac{N^{\circ} \text{ de peces} \times \text{Peso promedio}}{1000}$$

##### ✓ **Consumo aparente de alimento:**

El consumo aparente de alimento (CAA) es la diferencia entre el alimento suministrado menos el residuo, esto se registró diariamente durante el periodo experimental; según Herbas (2017), mediante la siguiente ecuación:

$$CAA = \text{Alimento ofrecido} - \text{Residuo}$$

##### ✓ **Conversión alimenticia:**

El índice de conversión alimenticia (ICA), se calculó mediante la relación entre la cantidad total de alimento consumido sobre la ganancia de peso

durante el periodo experimental; según Siny (2017), mediante la siguiente ecuación:

$$ICA = (\text{Peso de alimento suministrado (kg)}) / (\text{Biomasa final (Kg)} - \text{Biomasa inicial (Kg)})$$

✓ **Porcentaje de sobrevivencia y mortalidad:**

Para obtener el porcentaje de mortalidad se realizó el cálculo del porcentaje de sobrevivencia que se tiene a partir de la siguiente ecuación (Pineda, 1999):

$$\text{Sobrevivencia (\%)} = \frac{\text{Número de peces al final}}{\text{Número de peces al inicio}} \times 100$$

Luego con dicho resultado se procedió al cálculo del porcentaje de mortalidad que se representa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Mortalidad (\%)} = 100 - \text{sobrevivencia (\%)}$$

Según Ceballos y Velásquez (1988), indican que las truchas en estadios de adultos que están en un rango de 18 - 30 cm, existe una mortalidad del 2.0%.

### 2.3.6.2 Parámetros físico- químicos del agua:

✓ **Temperatura:**

La medición de la temperatura se realizó con un equipo multiparamétrico portátil introducido en el agua, el cual marca la temperatura en grados centígrados. El rango de temperatura óptima para el cultivo de truchas debe estar entre 12 – 17 °C (Camacho et, al. 2000).

✓ **Medición de pH:**

El pH del agua de las pozas se obtuvo con el equipo multiparamétrico portátil. El rango óptimo de pH debe ser 6,7 a 9,0 (Camacho et, al. 2000).

### 2.3.7 Análisis de datos:

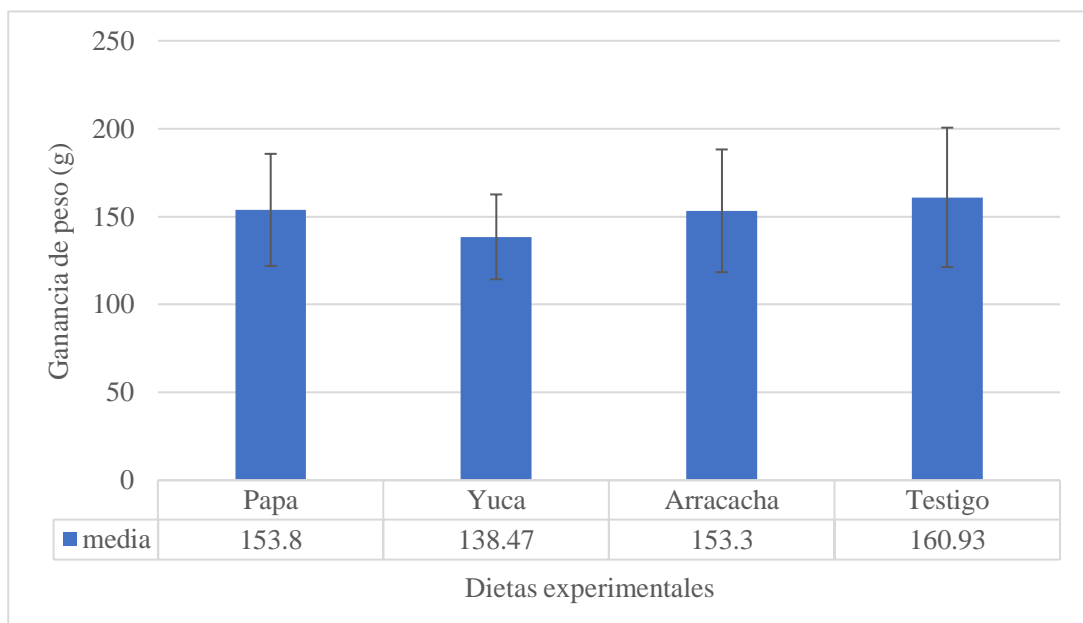
Este estudio se realizó usando el Diseño Completamente al Azar (DCA), donde se contó con tres tratamientos y un testigo con las sustituciones parciales de carbohidratos en las dietas para truchas arcoíris en etapa de engorde para evaluar

variables como: consumo de alimento, ganancia media de peso, conversión alimenticia, índice de crecimiento longitudinal y porcentaje de mortalidad. Usando el software SPSS.

Los resultados obtenidos de la sustitución parcial de carbohidratos fueron analizados mediante un cuadro de análisis de varianza (ANOVA) con nivel de significancia: 5% y nivel de confianza: 95%. Se empleó la prueba de comparación múltiples Dunnet para comparar todos los tratamientos incluido el testigo, ambos al 5% de significancia.

### III. RESULTADOS

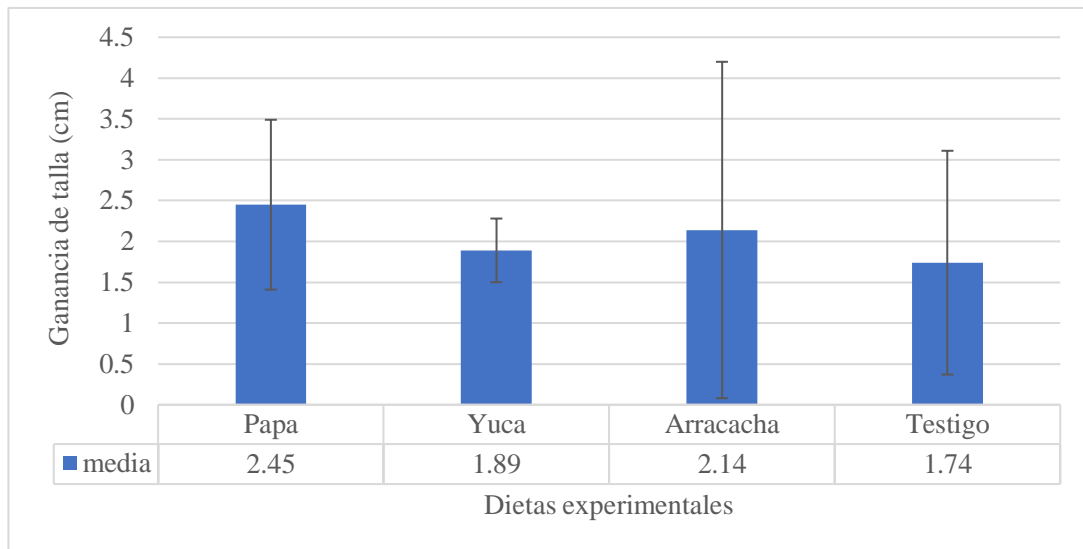
Los resultados obtenidos de este estudio respecto a los parámetros productivos de la trucha arcoíris, específicamente sobre ganancia de peso se encuentran plasmados en la Figura 3, donde se aprecia que la dieta con mayor ganancia es la testigo con 160.93 gramos respecto a los otros tratamientos usados para la alimentación de truchas. La dieta de papa obtuvo el segundo valor más alto respecto a la dieta testigo con 153.8 gramos, sin embargo, no existe diferencia con la dieta de arracacha con 153.3 gramos, finalmente la dieta de yuca con valor de 138.47 gramos, que indica que es la dieta con menos ganancia de peso respecto a la dieta testigo que fue la mayor.



**Figura 3.**

*Ganancia de peso de trucha arcoíris (O. mykiss)*

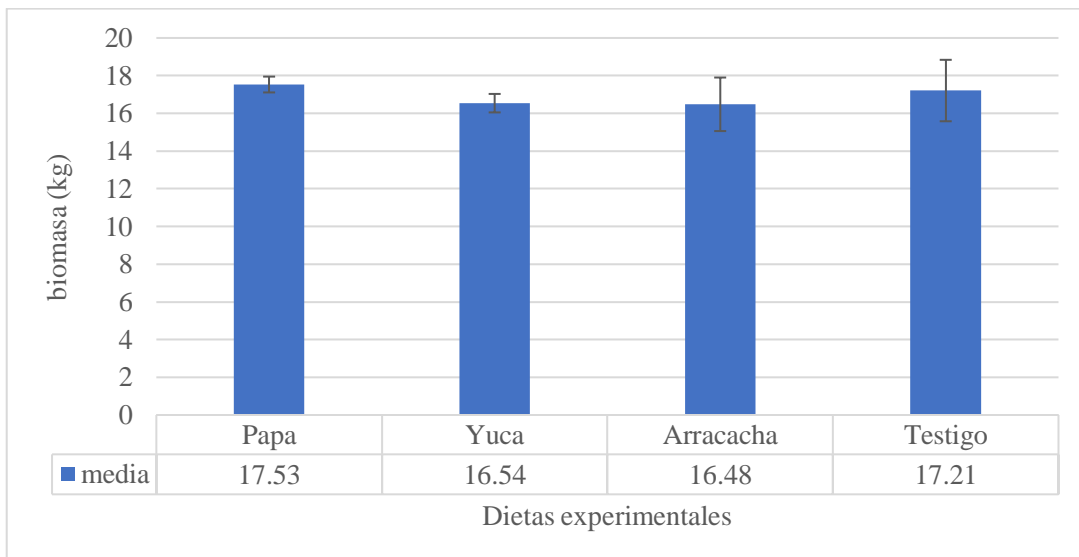
Respecto a la ganancia en la talla de las truchas, La ganancia de talla indica que la dieta cuyo valor más alto es la de papa con 2.45 cm respecto a la dieta testigo que obtuvo 1.74 cm, así mismo, la dieta de arracacha tuvo un resultado mayor de 2.14 cm y en el caso de la dieta de yuca registró una ganancia de 1.89 cm (Figura 4).



**Figura 4.**

*Ganancia de talla de trucha arcoíris (O. mykiss)*

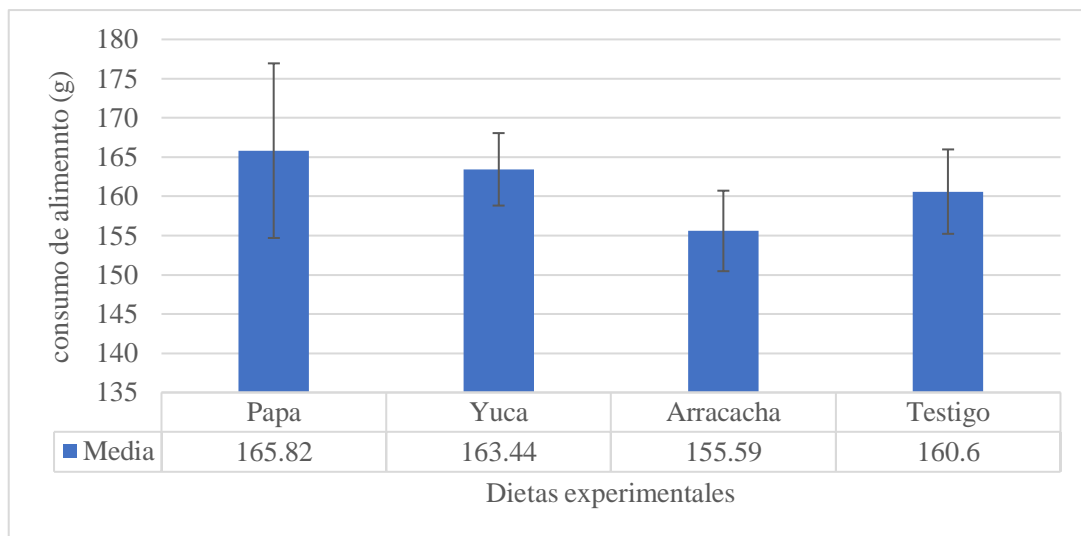
En la Figura 5 se observan los datos respecto a la ganancia de Biomasa de *Oncorhynchus mykiss* teniendo que la dieta a base de papa es superior ligeramente sobre la dieta testigo con valores de 17.53 kg y 17.21 kg respectivamente. Así mismo se puede observar que los datos de la dieta en base de yuca con 16.54 kg y arracacha con 16.48 kg no difieren significativamente con la dieta testigo.



**Figura 5.**

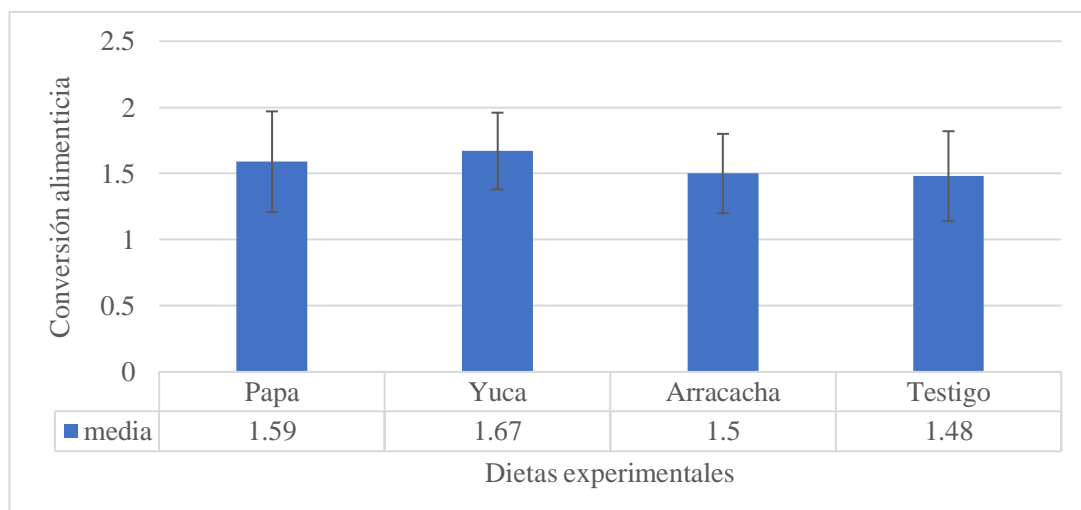
*Ganancia de Biomasa de trucha arcoíris (O. mykiss)*

El consumo de alimento se midió en gramos siendo la dieta a base de papa la dieta con valores de mayor consumo, seguido de la dieta de yuca ligeramente por encima de la dieta testigo, mientras que la dieta de arracacha obtuvo 155.59 g, menor respecto a la dieta testigo (160.6 g) (Figura 6).



**Figura 6.**  
*Consumo de alimento de trucha arcoíris (O. mykiss)*

En cuanto al índice de conversión alimenticia (ICA) sus datos se indican en la Figura 7, donde se observa que la dieta con un ICA superior a la dieta testigo es la de yuca (1.67 kg), seguido de las dietas en base a papa y arracacha con valores de 1.59 kg y 1.5 kg respectivamente, dichos valores están sobre el valor de la dieta testigo (1.48 kg).



**Figura 7.**  
*Índice de conversión alimenticia (ICA) de trucha arcoíris (O. mykiss)*

En este estudio el porcentaje de mortalidad fue del 1% en el tratamiento de arracacha que equivale a un ejemplar muerto de los 105 peces que se colocaron por tratamiento (Tabla 4).

**Tabla 4.**

*Mortalidad de truchas arcoíris (O. mykiss)*

<b>Tratamiento</b>	<b>Número de peces al inicio</b>	<b>Número de peces al final</b>	<b>Número de peces muertos</b>	<b>Mortalidad (%)</b>
Papa	105	105	0	0%
Yuca	105	105	0	0%
Arracacha	105	104	1	1%
Testigo	105	105	0	0%
<b>Total</b>	<b>420</b>	<b>419</b>	<b>1</b>	<b>1%</b>

Respecto a la evaluación de los parámetros físico- químicos del agua se midió la temperatura y pH en tres horarios y los promedios según dietas se encuentran en la tabla 5. La temperatura oscilaba de 17.2 ° C a 18.0 °C, siendo el mayor valor a las 12:00 pm en la dieta de arracacha, mientras que el menor pertenece a la dieta de papa medido a las 5:00 pm. El pH fue medido al igual que temperatura y se registraron valores entre los 7.07 y 7.70, el menor valor se midió en la dieta de arracacha a las 5:00 pm mientras que el valor más alto corresponde a la dieta de papa medido al medio día.

**Tabla 5***Temperatura y pH del agua*

<b>PARÁMETRO</b>	<b>TRATAMIENTO</b>	<b>HORA</b>	<b>PROMEDIO</b>	
<b>Temperatura °C de agua</b>	<b>Papa</b>	08:00 a.m.	17.5	
		12:00 p.m.	17.7	
		05:00 p.m.	17.2	
	<b>Yuca</b>	08:00 a.m.	17.7	
		12:00 p.m.	17.8	
		05:00 p.m.	17.3	
	<b>Arracacha</b>	08:00 a.m.	17.3	
		12:00 p.m.	18.0	
		05:00 p.m.	17.6	
		<b>Testigo</b>	08:00 a.m.	17.5
			12:00 p.m.	17.7
			05:00 p.m.	17.8
	<b>pH</b>	<b>Papa</b>	08:00 a.m.	7.26
			12:00 p.m.	7.70
			05:00 p.m.	7.09
<b>Yuca</b>		08:00 a.m.	7.21	
		12:00 p.m.	7.29	
		05:00 p.m.	7.73	
<b>Arracacha</b>		08:00 a.m.	7.64	
		12:00 p.m.	7.34	
		05:00 p.m.	7.07	
<b>Testigo</b>		08:00 a.m.	7.35	
		12:00 p.m.	7.38	
		05:00 p.m.	7.24	

Los parámetros de peso y talla fueron analizados mediante comparación múltiple con la prueba de Dunnet, en la Tabla 6 se detallan los resultados obtenidos, para peso no se evidencian diferencias significativas entre los tratamientos en ninguna de las semanas. Sin embargo, en algunas semanas, existe una tendencia hacia diferencias significativas respecto a la talla entre los tratamientos, especialmente en la segunda y cuarta semana. Es importante tener en cuenta que, aunque algunas diferencias no alcanzan significancia estadística, pueden ser relevantes desde el punto de vista práctico o la evaluación de los costos al sustituir en la alimentación de la trucha.

**Tabla 6.**

*Parámetros de peso y talla de trucha con alimentación de papa, yuca, arracacha y un testigo*

Tratamiento	Papa		Yuca		Arracacha		Testigo		p-valor
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	
<b>Primera semana</b>									
Peso (g)	347.08	63.73	337.81	58.61	317.56	63.01	330.81	73.56	0.270
Talla (cm)	28.57	2.01	29.06	1.78	28.35	1.99	28.43	2.45	0.473
<b>Segunda semana</b>									
Peso (g)	344.92	76.31	343.42	68.82	326.75	67.94	334.39	75.20	0.686
Talla (cm)	28.89	2.31	28.54	0.94	28.00	1.18	28.19	1.05	0.059
<b>Tercera semana</b>									
Peso (g)	469.97	106.53	439.50	105.34	436.14	115.12	457.19	119.47	0.541
Talla (cm)	30.42	2.18	30.17	1.89	29.38	2.13	29.97	2.53	0.228
<b>Cuarta semana</b>									
Peso (g)	496.47	82.13	476.25	71.81	473.31	73.65	483.42	109.04	0.666
Talla (cm)	30.90	1.57	30.82	1.59	29.93	1.48	30.17	2.38	0.056
<b>Quinta semana</b>									
Peso (g)	500.89	81.78	476.25	71.81	470.81	72.84	491.75	101.78	0.393
Talla (cm)	31.01	1.57	30.82	1.59	30.49	3.81	30.17	2.38	0.498

Comparación múltiple con la prueba estadística de Dunnet a un valor de  $p < 0.05$ . DE: desviación estándar

En la Tabla 7 se encuentran los datos de las variables medidas, en general, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en ninguna de las variables. Estos resultados sugieren que los diferentes tratamientos (Papa, Yuca, Arracacha y Testigo) no afectaron de manera significativa las variables relacionadas con el consumo de alimento, ganancia de peso, ganancia de talla, biomasa final y conversión alimenticia. Además, es importante considerar que, aunque no se encontraron diferencias significativas en este estudio, pueden existir otros factores no evaluados que podrían influir en estas variables.

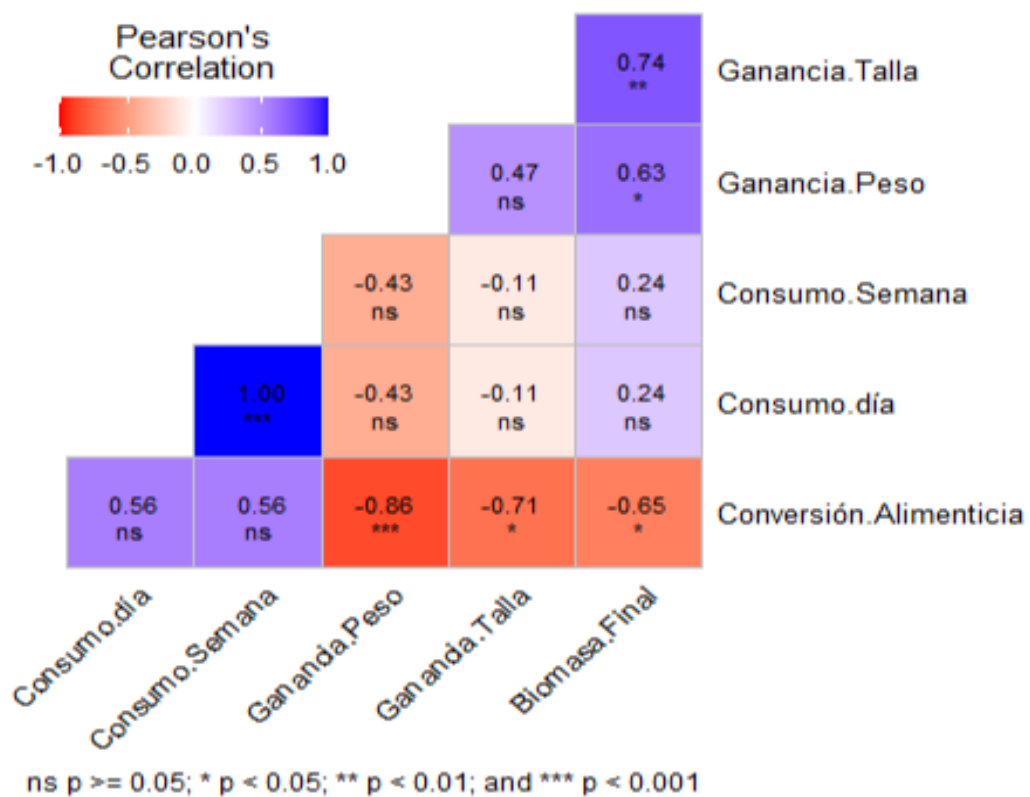
**Tabla 7.**  
*Variables medidas en truchas con alimentación de papa, yuca, arracacha y un testigo*

Tratamiento	Papa		Yuca		Arracacha		Testigo		P-valor
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	
Consumo de alimento (g)	165.82	11.13	163.44	4.62	155.59	5.13	160.60	5.38	0.383
Consumo de Alimento Semanal (g)	1658.20	111.31	1634.40	46.19	1555.90	51.27	1606.00	53.78	0.383
Ganancia de peso (g)	153.80	31.88	138.47	24.12	153.30	34.89	160.93	39.66	0.864
Ganancia de talla (cm)	2.45	1.04	1.89	0.39	2.14	2.06	1.74	1.37	0.922
Biomasa final (kg)	17.53	0.42	16.54	0.49	16.48	1.42	17.21	1.63	0.621
Conversión alimenticia (kg)	1.59	0.38	1.67	0.29	1.50	0.30	1.48	0.34	0.875

Comparación múltiple con la prueba estadística de Dunnet a un valor de  $p < 0.05$ . DE: desviación estándar



En la siguiente figura (Figura 9) se encuentran representadas las variables estudiadas, donde se observa que existe una relación estrecha entre el consumo por día con el consumo por semana de alimento, es decir que al subir de valor una variable la otra variable también aumenta su valor teniendo un coeficiente de correlación de Pearson igual a 1 siendo considerado como positivo. Así mismo, otro par de variables relacionadas entre sí, son la ganancia de biomasa con la ganancia de talla teniendo un valor de 0.74. Mientras que la conversión alimenticia con la ganancia de peso indica una correlación negativa, es decir que no están relacionadas y al subir de valor una la otra variable no tiene el mismo comportamiento, por lo que el valor del coeficiente es cercano a -1, así mismo, la relación entre la conversión alimenticia con la ganancia de talla es negativa al igual que con la ganancia de biomasa con valores de -0.71 y -0.65 respectivamente.



**Figura 9.**

*Correlación Pearson de las variables medidas en truchas arcoíris (O. Mykiss)*

#### IV. DISCUSIÓN

*Oncorhynchus mykiss* es considerada como una especie que se caracteriza por su capacidad de adaptación al tipo de crianza intensivo, es la más difundida en nuestro país (RNIA, 2017). Dadas sus características como su color plateado y al ser apta para desarrollarse tanto en agua marina o dulce viene siendo explotada, sin embargo, aún es en una escala baja (Troutlodge, 2020).

Los resultados de este estudio respecto a la ganancia de peso y talla se tienen que las truchas respondieron mejor a tres de las cuatro dietas, siendo la dieta testigo con valores mayores respecto a las dietas experimentales (160.93 g), seguido del tratamiento arracacha (153.30 g) y papa (153.30 g), mientras que en la ganancia de talla papa tuvo mejores resultados (2.45cm), seguido del tratamiento de arracacha (2.14 cm), sin embargo en la evaluación estadística se determina que no existe diferencia significativa. Dichos resultados difieren de lo encontrado por Yu *et al.* (2024) quienes indican que las dietas con alta sustitución de carbohidratos presentan resultados mejores que las convencionales, con una tasa de crecimiento con valor de  $P < 0.05$ .

Respecto a los resultados de biomasa el tratamiento base de papa es la dieta que presenta un valor mayor respecto a las otras (17.53 kg). Seguido de la dieta testigo con 17.21 kg, mientras que las dietas yuca y arracacha tienen valores cercanos de 16.54 kg y 16.48 kg, respectivamente, difiere a lo reportado por Yilmaz (2019) donde indica que la dieta con sustitución de papa conlleva a efectos negativos respecto a los parámetros productivos de truchas.

El mayor consumo de todas las dietas es la basada en papa, seguido del tratamiento de yuca con valores de 165.82 g y 163.44 g, respectivamente siendo el índice de conversión alimenticia mayor en este tratamiento de yuca llegando en promedio a 1,67 kg, lo que se relaciona con lo obtenido en el estudio de Olawale & Oluniyi (2019) donde se menciona que las dietas en base de yuca a diferentes niveles de sustitución tienen propiedades de mantener la estabilidad en el agua y flotación estando disponible para el consumo de los peces por un periodo de 25 minutos a más.

El porcentaje de mortalidad a nivel de estudio fue del 1% lo que representa a un ejemplar encontrado muerto en la poza del tratamiento arracacha lo cual difiere con lo mencionado por Ceballos y Velásquez (1988), donde explican que en etapa de engorde las truchas alcanzan hasta 30 cm de longitud y el porcentaje de mortalidad que registran a esta edad es de 2.0% a más.

Los parámetros fisicoquímicos en la crianza de truchas son relevantes, siendo considerado como óptimo la temperatura superior a los 13° y no debe superar los 17° según la FAO (2020), sin embargo, en este estudio las mediciones registraron promedios entre 17.2° y 18 °C, sin afectar a la vida y desarrollo de los peces. Similar al caso de pH que tienen las pozas contribuyen al buen crecimiento y desarrollo de las truchas, en esta investigación se alcanzó valores entre los 7.07 y 7.70, valores cercanos a los recomendados por la FAO (2020) y FONDEPES (2021).

## V. CONCLUSIONES

- La dieta con mejor respuesta a la variable de ganancia de peso fue la dieta testigo con un promedio de 160.93 g, siendo superior a las dietas experimentales en base a papa (153.8 g), arracacha (153.3 g) y yuca (138.47 g).
- La dieta con mejor respuesta para las variables de ganancia en la talla, biomasa y consumo de alimento fue la dieta a base de papa con 2.45 cm, 17.53 kg y 165.82 g, respectivamente.
- La dieta a base de yuca tuvo mejor respuesta en la conversión alimenticia con valor de 1.67 kg, siendo más alta respecto a las demás dietas.
- Los parámetros fisicoquímicos como temperatura y pH registrados a lo largo del estudio en promedio fueron de 17.2 – 18 °C y 7.07-7.70, respectivamente considerados como óptimos por lo que el porcentaje de mortalidad fue del 1%.
- Los parámetros de peso y talla no evidencian diferencias significativas en los resultados al igual que las variables estudiadas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- La inclusión de carbohidratos no tradicionales en las dietas para truchas arcoíris como la papa y yuca deben ser consideradas en lo sucesivo ya que según los resultados obtenidos en este estudio tienen efectos positivos en los parámetros productivos.
- Realizar análisis adicionales a los insumos para determinar cuáles son los efectos benéficos que puedan aportar al momento de su consumo.
- Considerar el estudio de más fuentes de carbohidratos no tradicionales para futuras investigaciones.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acar, U.; Kesbic, O.S.; Yilmaz, S.; Kesbic, F.I.; Gultepe, N. (2018)a. *Gibel carp (Carassius auratus gibelio) meal as an alternative major protein in feeds for rainbow trout juveniles (Oncorhynchus mykiss)*. Turkey Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 19, 383–390.
- Acar, Ü.; Kesbiç, O.S.; Yilmaz, S.; Karabayir, A. (2018)b. *Growth performance, haematological and serum biochemical profiles in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fed diets with varying levels of lupin (Lupinus albus) meal*. Aquac. Research, 49, 2579–2586.
- Agdar GhareAghaji, M., Zomordi, S., Gharekhani, M., & Hanifian, S. (2021). Effect of edible coating based on salep containing orange (*Citrus sinensis*) peel essential oil on shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) filets. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(9). <https://doi.org/10.1111/jfpp.15737>
- AQUATECH. (2019). Catalogo de truchas. Lima: Recuperado de <http://aquatech.pe/wpcontent/uploads/2018/01/catalogo-trucha.pdf>
- 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.
- Ardila, Gerardo (2019). “Transformar el presente para poder vivir. Cultura y territorio; una aproximación desde la transformación social-ecológica”, en: Cuadernos de la Transformación No. 1. Proyecto FES Transformación. Disponible en <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/mexiko/15778-20191202.pdf> Fecha de consulta: 8 de diciembre de 2019.
- Bojórquez, JM. (2009). *Protocolo de engorde de truchas arco iris Oncorhynchus mykiss, Cultivo en jaulas flotantes*. FONDEPES.
- Choquehuayta H (2008). Manual de crianza de truchas en estanques y lombricultura. Proyecto Corredor Puno - Cusco. Disponible en: <https://corporacionbiologica.info/wp-content/uploads/2021/05/M-DE-CRIA-DE-TRU-EN-ESTAN-Y-LOMBR.pdf>
- Callet, T., Hu, H., Larroquet, L., Surget, A., Liu, J., Plagnes-Juan, E., Maunas, P., Turonnet, N., Mennigen, J. A., Bobe, J., Burel, C., Corraze, G., Panserat, S., &

- Marandel, L. (2020). Exploring the Impact of a Low-Protein High-Carbohydrate Diet in Mature Broodstock of a Glucose-Intolerant Teleost, the Rainbow Trout. *Frontiers in physiology*, *11*, 303. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00303>
- Callet T, Li H, Heraud C, Larroquet L, Lanuque A, Sandres F, Terrier F, Surget A, Corraze G, Panserat S & Marandel L. (2022). Molecular programming of the hepatic lipid metabolism via a parental high carbohydrate and low protein diet in rainbow trout. *Animal*, *16* (12), <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100670>.
- Echevarria, M (2014). Efecto de la alimentación de truchas comerciales *oncorhynchus mykiss walb* con dietas de ensilados biológicos producidos a partir de vísceras de trucha.
- FAO. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. La sostenibilidad en acción Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Roma, Italia, 2020.
- Felix e Silva, A., Copatti, C. E., de Oliveira, E. P., Bonfá, H. C., Melo, F. V. S. T. de, Camargo, A. C. de S., & Melo, J. F. B. (2020). Effects of whole banana meal inclusion as replacement for corn meal on digestibility, growth performance, haematological and biochemical variables in practical diets for tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum*). *Aquaculture Reports*, *17*(September 2019), 100307. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100307>
- Favalier, N., Véron, V., Marchand, M., Surget, A., Maunas, P., Turonnet, N., Panserat, S., & Marandel, L. (2021). Short-Term Effect of a Low-Protein High-Carbohydrate Diet on Mature Female and Male, and Neomale Rainbow Trout. *International journal of molecular sciences*, *22*(11), 6149. <https://doi.org/10.3390/ijms22116149>
- Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero - FONDEPES, 2017. *Manual de Cultivo de Trucha En Ambientes Convencionales*. Lima: Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero, pp.33-34.
- Gasco, L.; Acuti, G.; Bani, P.; Dalle Zotte, A.; Danieli, PP; De Angelis, A.; Fortina, R.; Marino, R.; Parisi, G.; Piccolo, G.; et al. (2020). Subproductos de insectos y peces como alternativas sostenibles a las proteínas animales convencionales en la nutrición animal. *Revista Italiana de Animología.*, *19*, 360–372.
- 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*) [Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3427/herbas-inga-sonia-graciela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hinostroza, M. A., & Canturin. (2021). Evaluación de la calidad proteica de materias primas vegetales y animales para las principales especies de Acuicultura [politecnica de valencia]. [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/158884/Hinostroza - Evaluación de la calidad proteica de materias primas vegetales y animales para las p....pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/158884/Hinostroza-Evaluación%20de%20la%20calidad%20proteica%20de%20materias%20primas%20vegetales%20y%20animales%20para%20las%20p....pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Lazzarotto, V., Médale, F., Larroquet, L., & Corraze, G. (2018). Long-term dietary replacement of fishmeal and fish oil in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Effects on growth, whole body fatty acids and intestinal and hepatic gene expression. *PLoS one*, *13*(1), e0190730. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190730>
- Longoria, J. A. C., Ávila, D. S., Hernández, L. H. H., López, O. Á., & Araiza, M. A. F. (2018). Replacement of fish meal with corn gluten in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Effects on growth and other physiological parameters. *Hidrobiologica*, *28*(3), 257–263. <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2018v28n3/Hernandez>
- Maldonado R, Pacheco E. Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y plátano verde. *Arch Latinoam Nut* 2000; 50:387-393.
- Morales, G., & Quiros, R. (2017). Desempeño productivo de la trucha arco iris en jaulas bajo diferentes estrategias de alimentación. *CONICET*, 2-9.
- Nicovita (2020). Ficha técnica de Alimento Balanceado Nicovita Classic Truchas. <https://nicovita.com/wp-content/uploads/2020/07/FT-Nicovita-Classic-Truchas.pdf>
- NTP. Norma Técnica Peruana (2009). ACUICULTURA: Trucha Alimento balanceado Requisitos y definiciones. ICS - Clasificación Internacional de Normas Técnicas
- Olawale Ahmed, O., & Oluniyi Solomon, O. (2020). Comparative Analysis of Sinking

- Time Index and Water Stability of Different Inclusion Level of Cassava Flour and Brewer Yeast in a Test Diet. *Journal of Aquaculture Feed Science and Nutrition*, 11(2), 15–18. <https://doi.org/10.36478/joafsnu.2019.15.18>
- Onisowurun, T. (2021). *Effect of Graded Level of Whole Cassava Root Meal as a Replacement for Maize on Growth Performance of Clariasgariepinus Fingerlings*. 14(2), 9–13. <https://doi.org/10.9790/2380-1402010913>
- Orna, R. (2010). Manual de Alimentos Balanceado para Truchas. PRODUCE – Dirección regional de la producción. Puno – Perú.
- Orna, E. (2017). Manual De Alimento Balanceado Para Truchas. ALIMENTO BALANCEADO – ELABORACION Y FORMULACION.
- Parisi, G.; Tulli, F.; Fortina, R.; Marino, R.; Bani, P.; Zotte, AD; De Angelis, A.; Piccolo, G.; Pinotti, L.; Schiavone, A.; et al (2020). *Protein hunger of the feed sector; The alternatives offered by the plant world*. Italian journal of animal science, 19, 1204–1225
- PINEDA, R. 1999. Elaboración y evaluación de dietas a partir de harinas de barrilete (*Euthynnus linneatus*) y rasposa (*Haemulon maculiconda*) como alimento de bagre (*Ictalurus punctatus*) en condiciones de laboratorio. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima, México. 1 - 61.
- Ríos, L. (2016). Estado de la acuicultura en el Perú. Revista AquaTIC, 37.
- RNIA. (2017). Áreas prioritarias. Estadística y mercados. Producción. Recuperado de [http://rnia.produce.gob.pe/index.php?option=com\\_content&view=article&id=61Itemid=79](http://rnia.produce.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=61Itemid=79)
- Sinty, E. (2017). *Elaboración, evaluación y comparación de alimento balanceado para truchas arco iris (Oncorhynchus mykiss) en base a harina de papa (dosidicus gigas) y harina de cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen)* [Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/15753>
- Song, X., Marandel, L., Dupont-Nivet, M., Quillet, E., Geurden, I. y Panserat, S. (2018). Respuestas metabólicas de glucosa hepática a carbohidratos dietéticos digeribles en dos líneas isogénicas de trucha arcoíris. *Biología abierta*, 7 (6),

bio032896. <https://doi.org/10.1242/bio.032896>

Song, X., Marandel, L., Skiba-Cassy, S., Corraze, G., Dupont-Nivet, M., Quillet, E., Geurden, I., & Panserat, S. (2018). Regulation by Dietary Carbohydrates of Intermediary Metabolism in Liver and Muscle of Two Isogenic Lines of Rainbow Trout. *Frontiers in physiology*, 9, 1579. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01579>

Song, Y., Alami-Durante, H., Skiba-Cassy, S., Marandel, L., & Panserat, S. (2019). Higher glycolytic capacities in muscle of carnivorous rainbow trout juveniles after high dietary carbohydrate stimulus at first feeding. *Nutrition & metabolism*, 16, 77. <https://doi.org/10.1186/s12986-019-0408-x>

Troutlodge. (2020). Ovas de trucha. Obtenido de <https://www.troutlodge.com/es/troutproductos/ovas-de-trucha>

Xie, S., & Jokumsen, A. (1997). Replacement of fish meal by potato protein concentrate in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum): Growth, feed utilization and body composition. *Aquaculture Nutrition*, 3(1), 65–69. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.1997.00074.x>

Yılmaz, S. (2019). Yüksek Oranda Nişasta Diyetinin Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin Büyüme Performansı, Bazı Kan Parametreleri ve Bağırsak Bakterileri Üzerine Etkileri GİRİŞ Balıkların memelilerle karşılaştırıldığında, karbonhidratı değerlendirmelerinin s. 15(1), 1–9.

Yu, H., Geng, S., Li, S., Wang, Y., Ren, X., Zhong, D., Mo, H., Yao, M., Yu, J., Li, Y., & Wang, L. (2024). The AMPK and AKT/GSK3 $\beta$  pathways are involved in recombinant proteins fibroblast growth factor 1 (rFGF1 and rFGF1a) improving glycolipid metabolism in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed a high carbohydrate diet. *Animal nutrition (Zhongguo xu mu shou yi xue hui)*, 17, 11–24. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2023.10.009>

Yucra, M. (2021). Efecto de la alimentación de truchas comerciales *oncorhynchus mykiss* walb con dietas de ensilados biológicos producidos a partir de vísceras de trucha. Repositorio unap. [www://repositorio.unap.edu.pe](http://www://repositorio.unap.edu.pe)

## VIII. ANEXOS



**Figura 10**

*Acondicionamiento de pozas*



**Figura 11**

*Separación de pozas según tratamientos*



**Figura 12**

*Alimentación de truchas de acuerdo a los tratamientos*



**Figura 13**

*Toma de datos (peso y talla)*



**Figura 14**

*Toma de datos fisicoquímicos del agua*