

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**



**T E S I S**

**Evaluación de la dinámica de crecimiento en truchas arco iris  
(*oncorhynchus mykiss*) etapa alevinaje - engorde en la piscigranja  
Cuchihuain – CC. PP San Juan de Yanacachi – distrito de Ticlacayan –  
Pasco - 2023**

**Para optar el título profesional de:  
Ingeniero Zootecnista**

**Autor:**

**Bach. Mayco Ivanov CHUQUI GABRIEL**

**Asesor:**

**Mg. Enos Rudi MORALES SEBASTIAN**

**Cerro de Pasco – Perú - 2026**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**



**T E S I S**

**Evaluación de la dinámica de crecimiento en truchas arco iris**  
**(*oncorhynchus mykiss*) etapa alevinaje - engorde en la piscigranja**  
**Cuchihuain – CC. PP San Juan de Yanacachi – distrito de Ticlacayan –**  
**Pasco - 2023**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Eraclio Urbano HILARIO ADRIANO**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Milton TRIGOS SALAZAR**  
**MIEMBRO**

---

**Mg Eva Teófila CUBA SANTANA**  
**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 065-2025/UIFCCAA/V**

---

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por  
**CHUQUI GABRIEL Mayco Ivanov**

Escuela de Formación Profesional  
**Zootecnia - Pasco**

Tipo de trabajo  
**Tesis**

**Evaluación de la dinámica de crecimiento en truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) etapa alevinaje - engorde en la piscigranja Cuchihuain – CC. PP San Juan de Yanacachi – Distrito de Ticlacayan – Pasco - 2023**

Asesor  
**Mg. MORALES SEBASTIAN, Rudy Enos**

Índice de similitud  
**14 %**

Calificativo  
**APROBADO**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti-plagio.

Cerro de Pasco, 17 de diciembre de 2025



Firmado digitalmente por PONCE  
ROSAS Fortunato Candetano FAU  
20154606046 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 17.12.2025 21:49:24 -05:00

---

Firma Digital  
Director UIFCCAA

c.c. Archivo  
FCPR/UIFCCAA

## **DEDICATORIA**

Con mucho fe y esperanza a Dios, y  
amor a nuestros padres Elmer e Isabel padres  
y hermanos por su apoyo moral e incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión por cumplir con el objetivo de formarnos como excelentes profesionales.
- Al presidente de la piscigranja Cuchihuain – CC. PP San Juan de Yanacachi, por su apoyo incondicional en el desarrollo y culminación de la presente investigación.
- Al Decano, docentes y personal administrativo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias; Escuela de Formación Profesional de Zootecnia, por su brillante apoyo para nuestra formación profesional.
- A nuestro Asesor Mg. Morales Sebastian Enos Rudi, por su dirección técnica en la ejecución y elaboración de la presente tesis de investigación.
- A colegas de estudio por su apoyo moral.

## RESUMEN

El presente estudio se desarrolló con el propósito de evaluar de manera integral la dinámica de crecimiento de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), considerando como principales indicadores zootécnicos el incremento de talla (cm) y la ganancia de peso vivo (g) en las etapas productivas de alevinaje, juvenil y engorde. La investigación se llevó a cabo bajo las condiciones medioambientales, nutricionales y de manejo propias de la Piscigranja Cuchihuain, ubicada en el Centro Poblado Menor de Yanacahi, distrito de Ticslacayán, provincia y región Pasco, zona caracterizada por presentar condiciones favorables para el desarrollo de la actividad piscícola altoandina.

Adicionalmente, y con fines complementarios de evaluación productiva, se registraron variables relacionadas con el consumo de alimento balanceado (kg) y el porcentaje de mortalidad (%) durante todo el periodo experimental, debido a que estos parámetros constituyen indicadores fundamentales de eficiencia técnica y rentabilidad en la producción de trucha arcoíris. Para el desarrollo del estudio se trabajó con una muestra representativa de 360 peces pertenecientes a la línea genética española, seleccionados de un universo poblacional aproximado de 30 000 ejemplares en producción.

La investigación tuvo una duración de ocho meses, periodo durante el cual se realizó la recolección sistemática de datos biométricos siguiendo metodologías previamente validadas en estudios piscícolas. Asimismo, luego de los procesos de selección y clasificación, los peces fueron diferenciados de acuerdo con su uniformidad de crecimiento en las categorías denominadas cabeza, núcleo y cola, criterios comúnmente utilizados en producción acuícola para evaluar homogeneidad poblacional y desempeño productivo.

Para el procesamiento y análisis de la información obtenida se aplicaron herramientas estadísticas descriptivas e inferenciales, incluyendo medidas de tendencia central, medidas de dispersión y análisis de varianza (ANOVA), con la finalidad de determinar el comportamiento y las diferencias observadas entre las etapas de crianza.

De igual manera, se elaboraron gráficos estadísticos y cuadros comparativos que permitieron representar de manera más clara y precisa las tendencias de crecimiento y comportamiento productivo de las truchas evaluadas.

Al concluir la investigación, se determinó que durante la etapa de alevinaje, específicamente al segundo mes de evaluación, las truchas alcanzaron una talla promedio de 6.28 cm, valor ligeramente inferior al parámetro ideal proyectado como referencia de crecimiento, establecido en 9.5 cm. Sin embargo, en las etapas juvenil y de engorde se registraron tallas promedio de 17.21 cm y 23.38 cm respectivamente, resultados que muestran una tendencia favorable y cercana a los parámetros técnicos considerados óptimos para dichas categorías productivas.

Respecto a la clasificación poblacional, se observó que el 10 % de los peces correspondió al grupo denominado cabeza, caracterizado por presentar mayor crecimiento; el 70 % fue clasificado dentro del núcleo, considerado el grupo homogéneo y representativo; mientras que el 20 % restante integró el grupo cola, conformado por ejemplares de menor desarrollo. Estos resultados coinciden con lo reportado en diversas investigaciones relacionadas con el crecimiento heterogéneo en sistemas de producción intensiva de trucha arcoíris.

En relación con la variable peso vivo, se registraron promedios de 4.27 g para la etapa de alevinaje, 49.4 g en juveniles y 207.8 g en engorde, valores que, si bien resultaron ligeramente inferiores a los parámetros técnicos de referencia, evidencian un comportamiento productivo aceptable bajo las condiciones ambientales y de manejo de la piscigranja estudiada.

Por otro lado, el consumo total de alimento balanceado, estimado para una población equivalente de 30 000 peces, presentó valores de 118 kg en alevinaje, 3420 kg en juveniles y 15 800 kg en la etapa de engorde. Dichos resultados muestran similitud con los parámetros técnicos establecidos por el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES, 2014), lo que evidencia un adecuado manejo alimenticio durante el proceso productivo.

En cuanto a la mortalidad general, sin especificar causas específicas de pérdida, se registraron porcentajes de 2 % en alevinos, 2.2 % en juveniles y 1.75 % en engorde, cifras consideradas relativamente bajas y cercanas a las reportadas por Montesinos (2018) en estudios realizados sobre producción de trucha arcoíris en sistemas de jaulas flotantes del Lago Titicaca.

En ese sentido los resultados obtenidos permiten concluir que la crianza de trucha arcoíris representa una alternativa viable y rentable de inversión productiva para las zonas altoandinas de la región Pasco, debido a la disponibilidad y aprovechamiento eficiente del recurso hídrico existente. Asimismo, se recomienda continuar desarrollando investigaciones orientadas a optimizar las estrategias de alimentación, manejo sanitario, selección genética y control ambiental, con el objetivo de mejorar los índices productivos y la sostenibilidad de la actividad piscícola bajo condiciones de sierra altoandina.

**Palabras claves:** Evaluación, dinámica, crecimiento, trucha arco iris, etapa alevinaje, engorde, piscigranja.

## ABSTRACT

This study was conducted to comprehensively evaluate the growth dynamics of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), considering length increase (cm) and live weight gain (g) as the main zootechnical indicators during the fry, juvenile, and grow-out stages. The research was carried out under the environmental, nutritional, and management conditions of the Cuchihuain Fish Farm, located in the Yanacachi Minor Population Center, Tlacayán district, Pasco province and region, an area characterized by favorable conditions for high-Andean fish farming.

Additionally, and for complementary purposes of production evaluation, variables related to feed consumption (kg) and mortality rate (%) were recorded throughout the experimental period, as these parameters are fundamental indicators of technical efficiency and profitability in rainbow trout production. For the development of the study, a representative sample of 480 fish belonging to the Spanish genetic line was used, selected from an approximate population universe of 30,000 specimens in production.

The research lasted eight months, during which time biometric data were systematically collected using methodologies previously validated in fish farming studies. Following selection and classification processes, the fish were differentiated according to their growth uniformity into the categories of head, core, and tail—criteria commonly used in aquaculture to assess population homogeneity and productive performance.

Descriptive and inferential statistical tools were applied to process and analyze the data obtained, including measures of central tendency, measures of dispersion, and analysis of variance (ANOVA), in order to determine the behavior and differences observed between the rearing stages. Statistical graphs and comparative tables were also created to more clearly and precisely represent the growth trends and productive performance of the evaluated trout.

At the conclusion of the investigation, it was determined that during the fry stage, specifically in the second month of evaluation, the trout reached an average size of 6.28 cm, a value slightly lower than the ideal growth reference point of 9.5 cm. However, in the juvenile and grow-out stages, average sizes of 17.21 cm and 23.38 cm were recorded, respectively.

These results show a favorable trend and are close to the technical parameters considered optimal for these production categories.

Regarding population classification, it was observed that 10% of the fish belonged to the group called the "head," characterized by greater growth; 70% were classified within the "core," considered the homogeneous and representative group; while the remaining 20% comprised the "tail" group, made up of less developed specimens. These results coincide with those reported in various studies related to heterogeneous growth in intensive rainbow trout production systems.

Regarding live weight, averages of 4.27 g were recorded for the fry stage, 49.4 g for juveniles, and 207.8 g for grow-out fish. While these values were slightly lower than the reference technical parameters, they demonstrate acceptable production performance under the environmental and management conditions of the fish farm studied.

On the other hand, total feed consumption, estimated for an equivalent population of 30,000 fish, was 118 kg for fry, 3,420 kg for juveniles, and 15,800 kg for grow-out fish. These results are similar to the technical parameters established by the National Fisheries Development Fund (FONDEPES, 2014), indicating adequate feed management during the production process.

Regarding overall mortality, without specifying specific causes of loss, percentages of 2% were recorded in fry, 2.2% in juveniles, and 1.75% in grow-out fish. These figures are considered relatively low and close to those reported by Montesinos (2018) in studies conducted on rainbow trout production in floating cage systems in Lake Titicaca.

In this sense, the results obtained allow us to conclude that rainbow trout farming represents a viable and profitable alternative for productive investment in the high Andean areas of the Pasco region, due to the availability and efficient use of existing water resources. Furthermore, it is recommended that research continue to be developed to optimize feeding strategies, health management, genetic selection, and environmental control, with the aim of improving production rates and the sustainability of fish farming under high Andean conditions.

Keywords: Evaluation, dynamics, growth, rainbow trout, fry stage, grow-out, fish farm.

## INTRODUCCIÓN

La acuicultura constituye una de las actividades productivas de mayor crecimiento a nivel mundial, debido a su importante contribución en la seguridad alimentaria, generación de empleo y abastecimiento sostenible de proteína de origen animal. Dentro de este contexto, la crianza de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) representa una de las principales actividades piscícolas desarrolladas en zonas altoandinas del Perú, especialmente en regiones que poseen abundantes recursos hídricos y condiciones climáticas favorables para su producción. La adaptabilidad de esta especie a ambientes de agua fría, su rápido crecimiento y la elevada aceptación comercial de su carne han permitido que la truchicultura se consolide como una alternativa económica importante para numerosas comunidades rurales dedicadas a la actividad acuícola.

En el Perú, la producción de trucha ha experimentado un crecimiento sostenido durante las últimas décadas, convirtiéndose en una actividad estratégica para el desarrollo económico de las regiones altoandinas. Según el Ministerio de la Producción, la trucha arcoíris es actualmente una de las especies hidrobiológicas de mayor producción en el país, debido a las ventajas comparativas que ofrecen las lagunas, ríos y manantiales ubicados en la sierra peruana. En regiones como Pasco, donde existen condiciones ecológicas apropiadas para la piscicultura, la crianza de truchas constituye una actividad de creciente interés económico y social, ya que permite generar ingresos, empleo local y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales disponibles.

No obstante, a pesar del crecimiento de la actividad truchícola, uno de los principales desafíos en los sistemas de producción intensiva y semiintensiva continúa siendo la optimización de los parámetros zootécnicos relacionados con el crecimiento, conversión alimenticia y supervivencia de los peces. Factores como la calidad del agua, temperatura, densidad de siembra, manejo sanitario, calidad genética y alimentación influyen directamente sobre el desempeño productivo de la trucha arcoíris. Por ello, el monitoreo permanente de variables biométricas como talla y peso resulta fundamental para evaluar la eficiencia de los sistemas de crianza y establecer estrategias orientadas a mejorar la productividad piscícola.

En este contexto, el estudio de la dinámica de crecimiento de la trucha arcoíris adquiere especial relevancia, debido a que permite conocer el comportamiento productivo de los peces durante las diferentes etapas de desarrollo, desde el alevinaje hasta el engorde. Asimismo, el análisis de indicadores complementarios como consumo de alimento y mortalidad proporciona información técnica valiosa para determinar la eficiencia productiva y económica de las explotaciones piscícolas. De igual manera, la clasificación de los peces en categorías de crecimiento como cabeza, núcleo y cola facilita la evaluación de la homogeneidad poblacional y el rendimiento productivo dentro de los sistemas de cultivo.

La presente investigación se desarrolló en la Piscigranja Cuchihuain, ubicada en el Centro Poblado Menor de Yanacahi, distrito de Ticlacayán, región Pasco, zona caracterizada por sus condiciones ambientales favorables para la crianza de trucha arcoíris. El estudio tuvo como finalidad evaluar la dinámica de crecimiento de truchas pertenecientes a la línea genética española, considerando como variables principales el incremento de talla y peso en las etapas de alevinaje, juvenil y engorde. Asimismo, se evaluaron variables complementarias relacionadas con el consumo de alimento balanceado y la mortalidad registrada durante el periodo experimental.

Para el desarrollo de la investigación se trabajó con una muestra representativa de 480 peces seleccionados de una población aproximada de 30 000 ejemplares, realizando el seguimiento biométrico durante ocho meses consecutivos. Los datos obtenidos fueron procesados mediante herramientas estadísticas descriptivas e inferenciales, incluyendo medidas de tendencia central, dispersión y análisis de varianza, permitiendo interpretar el comportamiento productivo de los peces bajo las condiciones de manejo implementadas en la piscigranja.

Los resultados de esta investigación permitirán generar información técnica relevante sobre el crecimiento y desempeño productivo de la trucha arcoíris en condiciones altoandinas de la región Pasco, contribuyendo al fortalecimiento de la actividad piscícola regional. Asimismo, los hallazgos obtenidos servirán como referencia para productores, técnicos e investigadores interesados en mejorar las estrategias de alimentación, manejo sanitario y

control productivo en sistemas de crianza de trucha arcoíris, promoviendo una acuicultura más eficiente, sostenible y rentable.

## ÍNDICE

### Página

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

INDICE DE GRÁFICOS

INDICE DE TABLAS

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación .....	3
1.2.1. Delimitación espacial .....	3
1.2.2. Delimitación temporal:.....	3
1.2.3. Delimitación social .....	4
1.2.4. Delimitación conceptual: .....	4
1.3. Formulación del problema.....	10
1.3.1. Problema general.....	10
1.3.2. Problemas específicos .....	10
1.4. Formulación de objetivos .....	10
1.4.1. Objetivo general.....	10
1.4.2. Objetivos específicos .....	11
1.5. Justificación de la investigación .....	11
1.6. Limitaciones de la investigación.....	13

CAPITULO II  
MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	15
2.2. Bases teóricas – científicas.....	18
2.2.1. Aguas continentales Perú .....	18
2.2.2. Origen de la trucha en el Perú .....	19
2.2.3. Taxonomía y anatomía .....	20
2.2.4. Calidad de agua.....	21
2.2.5. Velocidad de crecimiento .....	22
2.3. Definición de términos básicos.....	26
2.4. Formulación de hipótesis .....	31
2.4.1. Hipótesis general .....	31
2.4.2. Hipótesis específicas .....	32
2.5. Identificación de variables.....	33
2.5.1. Variable independiente (VI).....	33
2.5.2. Variables dependientes (VD) .....	33
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	34

CAPITULO III  
METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación .....	35
3.2. Nivel de investigación .....	35
3.3. Métodos de investigación.....	36
3.4. Diseño de investigación .....	37
3.5. Población y muestra .....	38
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	38
3.6.1. Para la determinación de la variable dependiente talla de las truchas:.....	38

3.6.2.	Para la determinación de la variable dependiente peso de las truchas: .....	39
3.6.3.	Para el cálculo del peso promedio de las truchas, .....	39
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación .....	40
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	40
3.9.	Tratamiento estadístico.....	41
3.10.	Orientación ética, filosófica y epistemológica .....	41

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo .....	43
4.1.1.	Material biológico .....	43
4.1.2.	Insumos y otros.....	45
4.1.3.	Infraestructura piscícola .....	46
4.1.4.	Procedimiento Experimental .....	48
4.1.5.	Preparación de los estanques.....	48
4.1.6.	Distribución de tratamientos.....	48
4.1.7.	Evaluaciones y registro de datos.....	48
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	51
4.2.1.	Talla de las truchas .....	51
4.2.2.	Peso de la trucha (g).....	56
4.2.3.	Consumo de alimento .....	60
4.2.4.	Mortalidad (%).....	62
4.3.	Prueba de Hipótesis.....	63
4.3.1.	Para talla alevinos.....	63
4.3.2.	Para talla juveniles núcleo.....	64
4.3.3.	Para talla de engorde núcleo .....	65

4.3.4. Para peso de alevinos.....	66
4.3.5. Para peso de juveniles núcleo .....	67
4.3.6. Para peso de engorde núcleo .....	68
4.4. Discusión de resultados.....	69
4.4.1. Talla de la trucha .....	69
4.4.2. Peso de la trucha .....	71
4.4.3. Consumo de alimento .....	72
4.4.4. Mortalidad (%).....	72

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## INDICE DE GRÁFICOS

	<b>Página</b>
<b>Gráfico 1.</b> Ubicación Piscigranja Cuchihuain – CC-PP. Yanacachi – Dist. Ticlacayan.....	9
<b>Gráfico 2.</b> Centro Piscícola Cuchihuain .....	9
<b>Gráfico 3.</b> Volumen producido de trucha, venta interna y exportación (2009-2021).....	17
<b>Gráfico 4.</b> Anatomía externa de una trucha arcoíris .....	21
<b>Gráfico 5.</b> Ciclo de vida de la trucha arcoíris .....	25
<b>Gráfico 6.</b> Etapa comercial, trucha arcoíris.....	25
<b>Gráfico 7.</b> Limpieza inicial .....	43
<b>Gráfico 8.</b> Control densidad y temperatura.....	44
<b>Gráfico 9.</b> Traslado poza crianza alevinos.....	44
<b>Gráfico 10.</b> Rio Yanacachi.....	46
<b>Gráfico 11.</b> Pozas de alevinaje.....	46
<b>Gráfico 12.</b> Pozas de alevinaje.....	47
<b>Gráfico 13.</b> Pozas de alevinaje.....	47
<b>Gráfico 14.</b> Medición talla (cm) de la trucha .....	49
<b>Gráfico 15.</b> Detalle medición .....	49
<b>Gráfico 16.</b> Evaluación del peso (g) .....	50
<b>Gráfico 17.</b> Talla (cm) etapa de alevinos .....	52
<b>Gráfico 18.</b> Talla (cm) etapa juvenil.....	53
<b>Gráfico 19.</b> Talla (cm) en la etapa de engorde .....	55
<b>Gráfico 20.</b> Peso de alevinos (g) .....	56
<b>Gráfico 21.</b> Peso de juveniles (g) .....	58
<b>Gráfico 22.</b> Peso de truchas de engorde (g).....	59
<b>Gráfico 23.</b> Consumo de alimento etapa de alevinaje (kg) .....	60
<b>Gráfico 24.</b> Consumo de alimento etapa de juvenil (kg) .....	61
<b>Gráfico 25.</b> Consumo de alimento etapa de engorde (kg) .....	62
<b>Gráfico 26.</b> Mortalidad en las diferentes etapas de producción (%).....	63

<b>Gráfico 27.</b> Comparación de incremento mensual de longitud de las truchas en ambos lotes de cultivo .....	70
<b>Gráfico 28.</b> Incremento mensual de peso medio (g) de truchas en ambos lotes de cultivo.	71

## INDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
<b>Tabla 1.</b> Producción nacional de truchas (2000 – 2009) .....	16
<b>Tabla 2.</b> Principales parámetros de la calidad del agua en el cultivo de <i>O. mykiss</i> .....	22
<b>Tabla 3.</b> Relación entre la longitud y el peso en trucha.....	24
<b>Tabla 4.</b> Tabla de alimentación diaria de trucha arco iris – Alimentos balanceados UNALM .....	45
<b>Tabla 5.</b> Talla de alevinos (cm).....	51
<b>Tabla 6.</b> Análisis de varianza (ANVA) talla de alevinos (cm).....	52
<b>Tabla 7.</b> Talla (cm) etapa juvenil.....	53
<b>Tabla 8.</b> Análisis de varianza (ANVA) talla de juveniles (cm).....	53
<b>Tabla 9.</b> Talla (cm) etapa de engorde .....	54
<b>Tabla 10.</b> Análisis de varianza (ANVA) talla engorde (cm).....	55
<b>Tabla 11.</b> Peso de alevinos (g) .....	56
<b>Tabla 12.</b> Análisis de varianza (ANVA) peso alevinos (g) .....	57
<b>Tabla 13.</b> Peso de juveniles (g) .....	57
<b>Tabla 14.</b> Análisis de varianza (ANVA) juveniles .....	58
<b>Tabla 15.</b> Peso de trucha engorde (g) .....	58
<b>Tabla 16.</b> Análisis de varianza (ANVA) trucha engorde .....	59
<b>Tabla 17.</b> Consumo de alimento (kg) .....	60
<b>Tabla 18.</b> Mortalidad (%) .....	62

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

La producción de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) constituye una de las principales actividades acuícolas desarrolladas en las zonas altoandinas del Perú, debido a la disponibilidad de recursos hídricos de buena calidad y a las condiciones climáticas favorables para el cultivo de esta especie. En regiones como Pasco, la truchicultura representa una importante fuente de ingresos económicos y generación de empleo para numerosas familias dedicadas a la actividad piscícola. Sin embargo, a pesar del crecimiento sostenido de esta actividad, muchos centros de producción aún presentan limitaciones relacionadas con el manejo técnico de los peces durante las diferentes etapas de crianza, especialmente en aspectos vinculados al crecimiento, alimentación, uniformidad poblacional y supervivencia.

Diversos autores señalan que uno de los principales problemas en los sistemas acuícolas es la variabilidad en los índices de crecimiento de los peces durante las diferentes etapas productivas, situación que afecta directamente la eficiencia y rentabilidad de la producción. En ese sentido, Pillay y Kutty (2005) sostienen que factores como la calidad del agua, temperatura, densidad de siembra, manejo alimenticio y condiciones sanitarias influyen significativamente sobre el crecimiento y desempeño productivo de los peces cultivados. Cuando estos factores

no son controlados adecuadamente, los peces presentan diferencias marcadas en talla y peso, originando poblaciones heterogéneas y reduciendo el rendimiento económico de las explotaciones piscícolas.

Asimismo, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2022) menciona que el monitoreo permanente del crecimiento y de los parámetros productivos en acuicultura constituye una herramienta fundamental para garantizar sistemas de producción sostenibles y eficientes, debido a que permite identificar oportunamente problemas relacionados con nutrición, manejo o estrés ambiental. Del mismo modo, Wedemeyer (2001) refiere que las condiciones inadecuadas de manejo y control ambiental pueden generar retraso en el crecimiento, incremento de la mortalidad y disminución de la capacidad productiva de los peces cultivados.

En muchos sistemas piscícolas altoandinos del Perú, las evaluaciones biométricas no se realizan de manera periódica ni técnica, lo cual dificulta establecer parámetros productivos confiables y limita la toma de decisiones adecuadas para optimizar la producción. Esta problemática genera pérdidas económicas debido al incremento de costos de alimentación, baja conversión alimenticia y reducción del peso comercial de los peces. Además, la escasa información técnica sobre el comportamiento productivo de la trucha arcoíris bajo condiciones específicas de crianza dificulta el desarrollo de estrategias de mejora adaptadas a cada realidad productiva.

La Piscigranja Cuchihuain, ubicada en el Centro Poblado San Juan de Yanacahi, distrito de Ticsacayán, región Pasco, presenta una realidad similar a la descrita anteriormente. Durante el proceso de crianza de trucha arcoíris se han observado diferencias en el crecimiento de los peces entre las etapas de alevinaje, juvenil y engorde, evidenciándose variabilidad en talla, peso y uniformidad poblacional. Asimismo, no se cuenta con información técnica sistematizada que

permita conocer de manera precisa la dinámica de crecimiento de los peces bajo las condiciones ambientales y de manejo propias de la piscigranja.

Frente a esta problemática, surge la necesidad de evaluar la dinámica de crecimiento de las truchas arcoíris durante las etapas de alevinaje a engorde, considerando indicadores biométricos como talla y peso vivo, así como variables complementarias relacionadas con el consumo de alimento y porcentaje de mortalidad. La evaluación de estos parámetros permitirá determinar el comportamiento productivo de la especie y conocer si las condiciones de manejo implementadas favorecen un adecuado desarrollo de los peces.

En ese contexto, la presente investigación busca responder la siguiente interrogante:

¿Cómo se desarrolla la dinámica de crecimiento de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) durante las etapas de alevinaje a engorde en la Piscigranja Cuchihuain, Centro Poblado San Juan de Yanacahi, distrito de Ticslacayán, Pasco, durante el año 2023?

La investigación permitirá generar información técnica y científica que contribuya al fortalecimiento de la actividad piscícola regional, favoreciendo la implementación de estrategias de manejo orientadas a mejorar los índices productivos, la eficiencia alimenticia y la sostenibilidad de la crianza de trucha arcoíris en condiciones altoandinas.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

### **1.2.1. Delimitación espacial**

La investigación se desarrolló en la Piscigranja Cuchihuain, Centro Poblado San Juan de Yanacahi, distrito de Ticslacayán, provincia y región Pasco.

### **1.2.2. Delimitación temporal:**

El trabajo de investigación se ejecutó durante los meses de octubre, noviembre, diciembre del 2023 a mayo del 2024, en cumplimiento con las actividades programadas en el cronograma establecido en el proyecto.

### **1.2.3. Delimitación social**

La investigación se delimita socialmente a los pequeños y medianos productores de truchas del distrito de Ticlacayan y provincia y región Pasco, durante los años 2023 y 2024. Se enfoca en unidades productivas familiares o semi-intensivas que crían truchas de alevinaje a engorde, por ser un sector representativo de la economía rural local.

### **1.2.4. Delimitación conceptual:**

#### **a. Truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)**

La trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) es una especie de pez teleosteo de agua dulce perteneciente a la familia Salmonidae, originaria de la costa del océano Pacífico de América del Norte. Se caracteriza por presentar un cuerpo fusiforme, crecimiento relativamente rápido, elevada capacidad de adaptación a diferentes ambientes acuáticos y una franja iridiscente de tonalidad rosada o arcoíris a lo largo de los flancos, característica que le da origen a su nombre común. Esta especie es ampliamente utilizada en la acuicultura mundial debido a su alto valor nutricional, buena conversión alimenticia y aceptación comercial en el mercado (Pillay & Kutty, 2005).

De acuerdo con Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2022), la trucha arcoíris constituye una de las especies salmonídeas más importantes en la producción acuícola continental, especialmente en zonas de clima templado y frío, donde las condiciones de temperatura y calidad del agua favorecen su desarrollo productivo. Asimismo, Wedemeyer (2001) señala que *Oncorhynchus mykiss* posee una notable capacidad fisiológica de adaptación a sistemas de cultivo intensivo y semiintensivo, razón por la cual su crianza se ha expandido considerablemente en países con potencial hídrico y condiciones ambientales adecuadas.

## **b. Etapa de alevinaje**

La etapa de alevinaje en la crianza de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) corresponde al periodo inicial de desarrollo posterior a la absorción completa del saco vitelino, momento en el cual los peces comienzan a alimentarse de manera exógena mediante dietas balanceadas formuladas específicamente para cubrir sus requerimientos nutricionales. Esta fase constituye una de las etapas más críticas dentro del proceso productivo, debido a que los alevinos presentan alta sensibilidad a las variaciones ambientales, manejo inadecuado, deficiencias nutricionales y problemas sanitarios, factores que pueden afectar significativamente su crecimiento y supervivencia (Wedemeyer, 2001).

Según Pillay y Kutty (2005), durante la etapa de alevinaje los peces experimentan un rápido crecimiento corporal y desarrollo fisiológico, por lo que requieren condiciones óptimas de calidad de agua, oxigenación, temperatura y alimentación para garantizar un adecuado desempeño productivo. Asimismo, los autores señalan que el éxito de esta fase influye directamente sobre la eficiencia de las etapas posteriores de crianza, debido a que un alevinaje deficiente genera poblaciones heterogéneas y mayores índices de mortalidad.

Por su parte, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2022) menciona que el manejo técnico durante el alevinaje debe orientarse al control permanente de factores físicos, químicos y biológicos del agua, así como al suministro adecuado de alimento balanceado de alta digestibilidad, con la finalidad de maximizar el crecimiento y reducir el estrés de los peces. Además, esta etapa comprende generalmente desde que los peces alcanzan aproximadamente entre 0.2 g y 5 g de peso vivo, dependiendo del sistema de producción y manejo implementado.

En términos productivos, la etapa de alevinaje representa el inicio de la formación de lotes homogéneos de trucha arcoíris, razón por la cual las prácticas de selección, clasificación y monitoreo biométrico resultan fundamentales para optimizar el rendimiento productivo y garantizar mejores resultados en las etapas juvenil y de engorde.

### **c. Etapa de engorde**

La etapa de engorde en la crianza de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) corresponde al periodo productivo en el cual los peces incrementan significativamente su peso y talla hasta alcanzar el tamaño comercial requerido para su comercialización o consumo. Esta fase se inicia después de la etapa juvenil y se caracteriza por una acelerada deposición de tejido muscular, razón por la cual representa una de las etapas más importantes desde el punto de vista económico dentro de la producción piscícola (Pillay & Kutty, 2005).

Durante la etapa de engorde, las truchas requieren condiciones ambientales adecuadas y un manejo técnico eficiente que permita maximizar el crecimiento y optimizar la conversión alimenticia. Wedemeyer (2001) señala que factores como la temperatura del agua, concentración de oxígeno disuelto, densidad de siembra, calidad nutricional del alimento y manejo sanitario influyen directamente sobre el rendimiento productivo de los peces en esta fase. Cuando estos factores no son controlados adecuadamente, se pueden generar problemas de estrés, crecimiento heterogéneo y aumento de mortalidad.

Asimismo, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2022) refiere que la etapa de engorde tiene como finalidad alcanzar el máximo crecimiento posible en el menor tiempo, garantizando al mismo tiempo la calidad del producto final y la sostenibilidad del sistema de cultivo. En esta etapa, el alimento balanceado representa el principal costo

de producción, por lo que el manejo alimenticio adecuado constituye un factor determinante para lograr eficiencia económica y productiva.

En términos biométricos, durante el engorde las truchas presentan incrementos constantes de peso vivo y talla corporal, alcanzando generalmente pesos comerciales que pueden variar entre 200 y 500 gramos, dependiendo del sistema de producción, las condiciones ambientales y los objetivos comerciales de la explotación piscícola. Además, en esta fase es común realizar controles periódicos de crecimiento, clasificación por tamaños y monitoreo sanitario para mantener la uniformidad poblacional y reducir pérdidas productivas.

Por ello, la etapa de engorde representa una fase estratégica dentro de la producción de trucha arcoíris, debido a que de su adecuado manejo dependen la rentabilidad, calidad comercial y sostenibilidad de la actividad acuícola.

#### **d. Piscigranja**

Una piscigranja es una instalación acuícola destinada a la crianza, reproducción, manejo y producción de organismos hidrobiológicos, principalmente peces, bajo condiciones controladas o semi controladas, con la finalidad de obtener productos destinados al consumo humano, repoblamiento o comercialización. Estas unidades productivas utilizan cuerpos de agua naturales o artificiales, tales como estanques, raceways, jaulas flotantes o canales de flujo continuo, donde se desarrollan las diferentes etapas de cultivo de las especies acuáticas (Pillay & Kutty, 2005).

Según Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2022), las piscigranjas constituyen sistemas de producción acuícola diseñados para optimizar el crecimiento, alimentación y supervivencia de los peces mediante el control técnico de factores ambientales,

nutricionales y sanitarios. Asimismo, representan una alternativa sostenible para incrementar la producción de alimentos de origen hidrobiológico y satisfacer la creciente demanda mundial de proteína animal.

Por su parte, Wedemeyer (2001) menciona que una piscigranja moderna debe contar con infraestructura adecuada, disponibilidad permanente de agua de buena calidad y programas de manejo orientados a garantizar el bienestar y crecimiento eficiente de los peces cultivados. Entre los principales componentes de una piscigranja destacan los sistemas de abastecimiento y drenaje de agua, estanques o pozas de cultivo, áreas de alimentación, manejo sanitario y control biométrico.

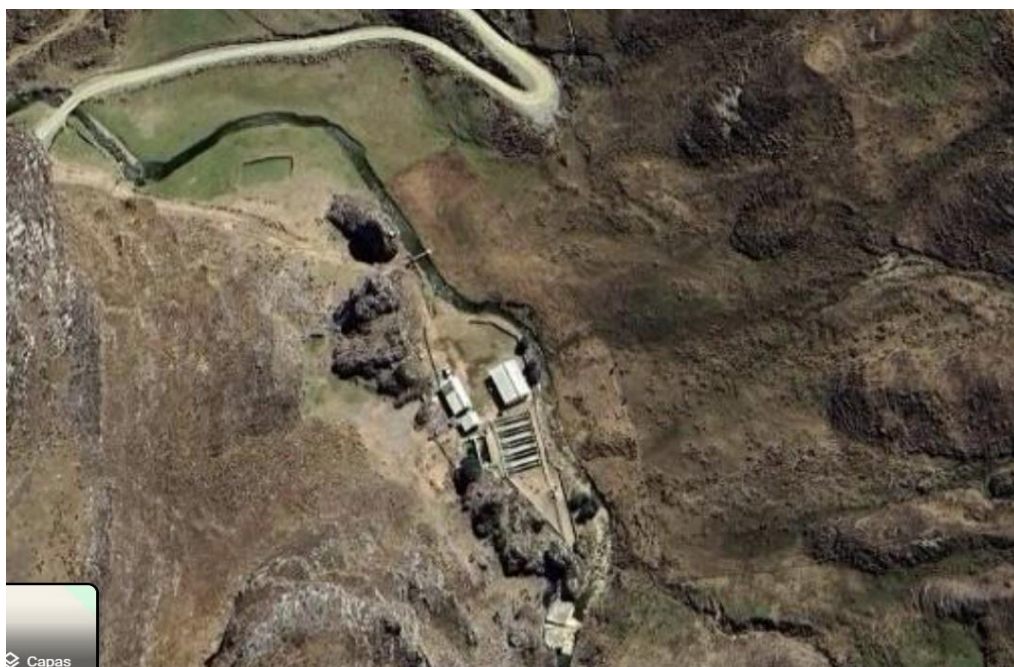
En el caso de la crianza de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), las piscigranjas suelen ubicarse en zonas altoandinas con abundancia de agua fría, limpia y bien oxigenada, condiciones indispensables para el adecuado desarrollo fisiológico y productivo de esta especie salmonídea. Además, estas unidades productivas desempeñan un importante papel económico y social en muchas regiones rurales, debido a que generan empleo, ingresos económicos y contribuyen a la seguridad alimentaria de la población.

**Gráfico 1.** Ubicación Piscigranja Cuchihuain – CC-PP. Yanacachi – Dist. Ticslacayan



(Fuente: <https://www.intranett.info/pasco/pasco/yanacachi/cuchihuain>)

**Gráfico 2.** Centro Piscícola Cuchihuain



(Fuente: <https://www.intranett.info/pasco/pasco/yanacachi/cuchihuain>).

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo se desarrolla la dinámica de crecimiento de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain, Centro Poblado San Juan de Yanacahi, distrito de Ticslacayán Pasco, durante el año 2023?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

- a. ¿Cuál es el comportamiento del incremento de talla (cm) de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain?
- b. ¿Cómo varía la ganancia de peso vivo (g) de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain?
- c. ¿Cuál es el nivel de consumo de alimento balanceado (kg) registrado durante las etapas de alevinaje y engorde de las truchas arcoíris en la Piscigranja Cuchihuain?
- d. ¿Qué porcentaje de mortalidad presentan las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) durante las etapas de alevinaje, juvenil y engorde en la Piscigranja Cuchihuain?

### **1.4. Formulación de objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar la dinámica de crecimiento de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain, Centro Poblado San Juan de Yanacahi, distrito de Ticslacayán Pasco, durante el año 2023.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a. Determinar el comportamiento del incremento de talla (cm) de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.
- b. Evaluar la variación de la ganancia de peso vivo (g) de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.
- c. Cuantificar el consumo de alimento balanceado (kg) registrado durante las etapas de alevinaje y engorde de las truchas arcoíris en la Piscigranja Cuchihuain.
- d. Determinar el porcentaje de mortalidad de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) durante las etapas de alevinaje, juvenil y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.

#### **1.5. Justificación de la investigación**

La presente investigación se justifica debido a la importancia económica, alimentaria y social que representa la crianza de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en las zonas altoandinas del Perú, especialmente en la región Pasco, donde la actividad piscícola constituye una alternativa productiva para numerosas familias y asociaciones dedicadas al aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos. En los últimos años, la producción de trucha ha experimentado un crecimiento significativo, convirtiéndose en una de las principales actividades acuícolas del país; sin embargo, muchos centros de producción aún presentan limitaciones técnicas relacionadas con el control del crecimiento, manejo alimenticio y evaluación biométrica de los peces durante las diferentes etapas de crianza.

Desde el punto de vista técnico-productivo, la investigación se justifica porque permitirá evaluar la dinámica de crecimiento de las truchas arcoíris durante las etapas de alevinaje y engorde, considerando variables fundamentales como talla, peso vivo, consumo de alimento y mortalidad. Estos parámetros constituyen indicadores

esenciales para determinar la eficiencia productiva y el adecuado manejo de los sistemas piscícolas. Según Pillay y Kutty (2005), el monitoreo permanente del crecimiento y desempeño productivo de los peces es indispensable para optimizar la producción acuícola, debido a que permite identificar oportunamente problemas relacionados con nutrición, manejo y condiciones ambientales.

Asimismo, la investigación posee importancia científica porque contribuirá a generar información actualizada sobre el comportamiento productivo de la trucha arcoíris bajo condiciones ambientales propias de la región Pasco. En muchos sistemas piscícolas altoandinos existe limitada información técnica sistematizada relacionada con el crecimiento de los peces en las diferentes etapas productivas, lo cual dificulta establecer parámetros de referencia adaptados a cada realidad local. En ese sentido, Wedemeyer (2001) sostiene que la evaluación biométrica y sanitaria en sistemas de cultivo acuícola constituye una herramienta fundamental para mejorar la productividad y sostenibilidad de las explotaciones piscícolas.

Desde el aspecto económico, el estudio permitirá conocer si las condiciones de manejo implementadas en la Piscigranja Cuchihuain favorecen un crecimiento adecuado de las truchas y un uso eficiente del alimento balanceado, considerando que la alimentación representa uno de los costos más elevados dentro de la producción piscícola. De acuerdo con Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2022), la optimización de los parámetros de crecimiento y conversión alimenticia influye directamente sobre la rentabilidad y competitividad de la acuicultura.

La investigación también presenta relevancia social, debido a que los resultados obtenidos podrán servir como referencia técnica para productores piscícolas de la región, contribuyendo al fortalecimiento de la actividad acuícola y promoviendo mejores prácticas de manejo en la crianza de trucha arcoíris. Asimismo, favorecerá el desarrollo sostenible de la piscicultura altoandina mediante la

generación de conocimientos orientados a mejorar la producción y reducir pérdidas económicas ocasionadas por crecimiento deficiente o mortalidad elevada.

En ese sentido, el estudio se justifica desde el punto de vista académico porque constituirá un antecedente científico para futuras investigaciones relacionadas con nutrición, crecimiento, manejo sanitario y eficiencia productiva en trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), contribuyendo al desarrollo de conocimientos técnicos aplicados a la acuicultura regional y nacional.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

Durante el desarrollo de la presente investigación se presentaron algunas limitaciones que pudieron influir parcialmente en la obtención y análisis de los resultados relacionados con la dinámica de crecimiento de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la Piscigranja Cuchihuain.

Una de las principales limitaciones estuvo relacionada con las condiciones ambientales propias de la zona altoandina donde se desarrolló el estudio. Factores como las variaciones de temperatura, precipitaciones intensas y cambios en el caudal del agua pudieron influir sobre el comportamiento fisiológico y productivo de las truchas durante las etapas de alevinaje y engorde. Según Wedemeyer (2001), las fluctuaciones ambientales afectan directamente el crecimiento, metabolismo y supervivencia de los peces en sistemas acuícolas.

Asimismo, otra limitación importante fue la disponibilidad restringida de registros técnicos históricos relacionados con parámetros biométricos, consumo alimenticio y mortalidad en la piscigranja, lo que dificultó realizar comparaciones más amplias con campañas de producción anteriores. Esta situación limitó la posibilidad de establecer tendencias históricas de crecimiento bajo las mismas condiciones de manejo.

Del mismo modo, el estudio se desarrolló considerando únicamente una línea genética de trucha arcoíris y bajo las condiciones específicas de manejo de la Piscigranja Cuchihuain, por lo que los resultados obtenidos no pueden generalizarse

completamente a otros sistemas de producción piscícola con diferentes condiciones ambientales, densidades de siembra o estrategias de alimentación.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

De acuerdo a lo señalado por Salinas y Alarcón (2017 p. 11) “El mercado acuícola en el Perú, específicamente el de trucha, tiene una producción altamente destinada para el mercado local 94% de la producción; según información de Fondepes (2017), en el 2015 se produjeron 40,000 Ton de las cuales cerca de 2,400 fueron al mercado de exportación (peso de exportación 1,700 Ton y con una tasa de conversión de 0.7, peso perdido al eviscerar y filetear promedio y en lo que respecta al mercado de exportación es cubierto al 99.9% por dos empresas que producen parte de esta cantidad y la otra parte la compran de pequeños productores en donde incluso no la compran directamente sino que la trucha puede pasar hasta por dos manos para llegar al exportador, mientras que el precio por kilogramo de exportación de trucha eviscerada a valor FOB es cercano a los US\$ 6.50 los pequeños productores venden su producción de exportación a US\$ 3.23 (S/ 10.50); el precio de venta para el mercado local es cercano a US\$ 3.84 (S/ 12.50), para el pequeño productor el mercado de exportación es poco atractivo por esta razón, la falta de información y conocimiento del mercado externo es evidente en este círculo pues en las entrevistas realizadas con productores no conocen los precios reales que pueden acceder al exportar”.

De acuerdo con Maximice (2010) en Pasco se ha ido incrementando progresivamente la producción anual de trucha, pasando de 31.9 a 243.5 t durante el periodo 2000 a 2009; hecho que resalta la importancia de la crianza de dicho pez en la región.

**Tabla 1. Producción nacional de truchas (2000 – 2009)**

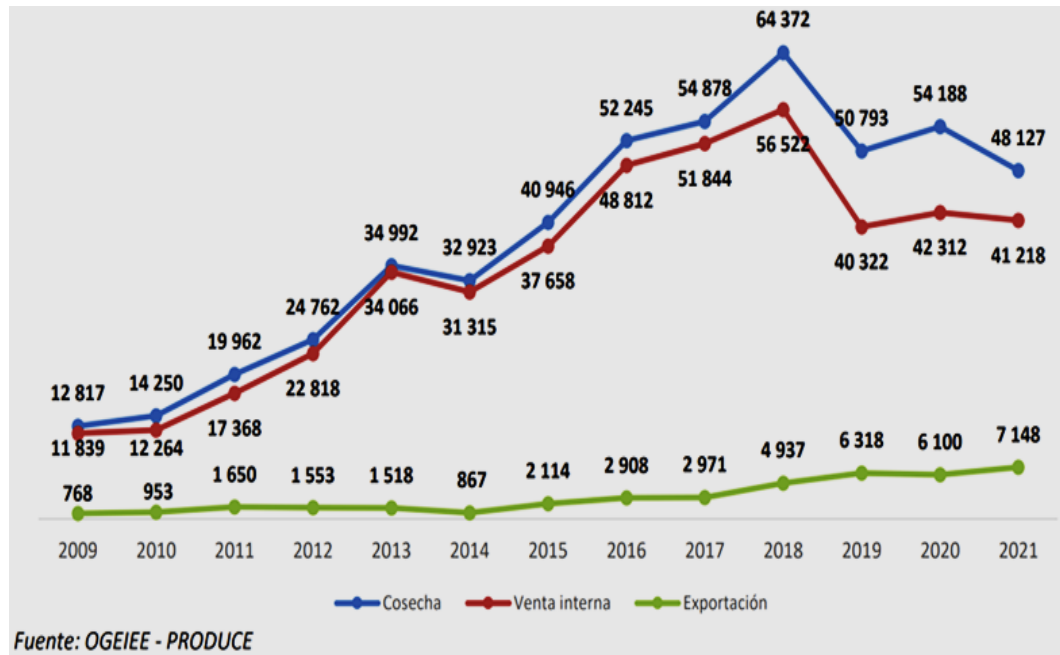
Región	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1. Puno	662,4	1.060,0	1.191,3	1.290,3	1.997,1	2.243,3	2.981,7	3.893,2	8.877,2	9.437,8
2. Junín	930,0	1.138,8	1.219,0	1.337,6	1.981,9	2.119,4	1.651,7	1.758,0	2.078,9	1.757,9
5. Huancavelica	51,0	35,0	49,1	16,2	55,2	134,1	135,7	115,2	153,7	247,3
3. Pasco	31,9	70,2	82,4	94,2	176,5	253,5	255,8	263,7	310,8	243,5
4. Lima			56,8	78,8	153,9	291,0	171,1	190,6	172,5	181,2
6. Ancash	49,6	44,1	38,8	32,7	42,1	45,9	50,0	215,7	145,7	147,7
7. Cusco			18,0		21,3	30,2	52,0	105,1	161,8	132,9
8. Ayacucho	46,3	64,6	103,3	79,9	89,9	92,7	106,4	102,2	82,5	97,3
9. Arequipa	15,9	40,3	27,6	23,9	15,0	20,5	25,7	17,4	44,5	52,7
10. Huánuco	18,6	14,6	60,6	43,7	62,8	67,6	78,5	34,4	38,4	47,1
12. Tacna		35,2	46,7	39,2	4,7	29,4	18,4	16,9	18,8	25,2
11. Apurímac	52,7	62,5	51,8	53,3	55,5	48,3	32,2	27,4	25,7	21,5
13. Otros	69,6	20,7	35,6	21,2	43,1	99,1	234,8	257,2	386,5	424,9
<b>Total</b>	<b>1.928,0</b>	<b>2.586,0</b>	<b>2.981,0</b>	<b>3.111,0</b>	<b>4.699,0</b>	<b>5.475,0</b>	<b>5.794,0</b>	<b>6.997,0</b>	<b>12.497,0</b>	<b>12.817,0</b>

Fuente: OGITE – PRODUCE

Elaboración: MAXIMIXE

El Sistema Nacional de Acuicultura (2021, p. 8) señala que desde el 2011 al 2021, a nivel nacional, se viene incrementando significativamente los derechos otorgados para explotación acuícola; asimismo en la región Pasco paso de 18 a 77 durante el transcurso de dicho periodo. Por otro lado; de acuerdo con la misma fuente, la trucha constituye una especie acuícola cuya crianza tecnificada a nivel nacional, viene mostrando un continuo crecimiento. Crecimiento que abarca desde el año 2009 hasta el momento. Asimismo, la indicada referencia, indica que la region Pasco viene ocupando el quinto lugar como productor de trucha a nivel nacional.

**Gráfico 3.** Volumen producido de trucha, venta interna y exportación (2009-2021)



Según el Plan Regional de Acuicultura Pasco 2012 – 2022, la acuicultura en la región Pasco (dadas sus condiciones hidrográficas y climáticas favorables) se basa en el desarrollo de la Truchicultura, la cual utiliza los variados recursos hídricos como lagunas en la zona altoandina; así como de ríos, riachuelos y manantiales presentes en las quebradas interandinas. Según su infraestructura; en Pasco, la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) se cría en flotación con malla, que se instalan en lagos y lagunas; asimismo en sistemas en estanques tipo raceways (flujo continuo) ya sea de concreto o mampostería de piedra.

Si bien la economía de Pasco se mantiene gracias a las actividades mineras y de servicios, hay otros sectores que también se incluyen en el movimiento económico. Tal es el caso del sector agropecuario que ha crecido 17.5% en el periodo de enero y abril del 2021 respecto a similar periodo del año 2020. En ambos, el aporte del sector pesquero es aún muy bajo (BCRP,2021).

Ventaja competitiva: Las truchas arcoíris que son criadas en Pasco tienen mejor aceptación en los mercados de Lima debido a su sabor. El sabor depende

mucho de las condiciones en las que son expuestos los alevines, así como del proceso de alimentación constante que se le brinda.

Además de sus recursos hídricos, el clima en Pasco resulta muy adecuado para crianza de truchas, sus rangos de temperatura son buenos (su promedio anual, varía desde -0.6 a 12,4 °C). Asimismo, las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas presentes en sus aguas permiten configurar un medio ambiente apropiado para la crianza.

Si bien se viene incrementando la crianza de truchas en Pasco; aun, la mayoría de las empresas son de tipo artesanal, sin registros ni controles adecuados y orientados a la producción para autoconsumo, subsistencia y algo para mercados locales. Asimismo, al parecer el mercado no ha sido aun correctamente explotado, hecho que se manifiesta mediante una poco clara rentabilidad; también falta afinar los principales costos (alimentación) y reforzar su especialización.

## **2.2. Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1. Aguas continentales Perú**

El portal Ecología Verde (2016) señala que las aguas continentales son aquellas aguas que se hallan dentro de las regiones rodeadas por algún océano, por lo general es agua dulce y su presencia en la biosfera es constante. Asimismo, su origen es diverso, puede ser de lluvia, granizo, nieve o de afloramiento de aguas subterráneas.

En relación con ello, el MINAN (2015) indica que tantos lagos, lagunas, humedales, oconales, cochas, aguajales, en realidad constituyen ecosistemas importantes, ya que son reservorios de agua y además proveen recursos para las poblaciones y asimismo cumplen diversas funciones en su propio ecosistema.

De acuerdo con FONDEPES (2017), en 1980 la ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales) realizó el Inventario Nacional de Lagunas de 1980, donde indican que a nivel nacional existen 12,201 lagunas (3,896 pertenecen a la vertiente del Pacífico, 7,441 a la vertiente del Atlántico, 841 a la vertiente del Titicaca

y 23 a la vertiente cerrada del sistema Huarmicocha). También a esa fecha, había 261 represamientos.

La Autoridad Nacional del Agua (2014), realizó un inventario general actualizado de las lagunas del Perú, concluyendo que en las 19 cordilleras nevadas, existen 8 355 lagunas que cubre una superficie de 916 638 446 m<sup>2</sup> (916,64 km<sup>2</sup>); asimismo, indican que 3 246 lagunas no fueron inventariadas por tener superficie menor a 5 000 m<sup>2</sup>. En relación a su vertiente, determinaron que 2045 corresponden a la vertiente del Pacífico, 6077 a la vertiente del Atlántico y 233 a la vertiente del Titicaca, todas ellas se encuentran entre el rango de altitud de 4 000 y 4 800 msnm.

La AFIRAC (Área Funcional de Investigaciones de Recursos en Aguas Continentales) del IMARPE (Instituto del Mar del Perú) viene haciendo evaluaciones de las aguas continentales en el país, específicamente mediante el proyecto: “Evaluación de recursos pesqueros en ambientes hídricos altoandino”, señalando que tanto el pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) como la trucha (*Oncorhynchus mykiss*) fueron introducidas en ríos y lagunas altoandinas y desde sus inicios, han contribuido a mitigar la pobreza y a la seguridad alimentaria; asimismo actualmente se enfrentan a graves problemas, principalmente la sobreexplotación, la creciente contaminación y la degradación ambiental por efecto antrópico (IMARPE, 2024).

### **2.2.2. Origen de la trucha en el Perú**

La National Geographic (2010), indica a los ríos y lagos de Norte América del oeste de la Montañas Rocallosas, como el lugar de origen de la trucha, de ahí se expandió a todo el mundo.

En relación con su presencia en nuestro país, el diario El Comercio (2014) señala que la trucha arco iris, fue traída al país en 1924 por los señores J.R. Mitchell (peruano) y B.T. Colleg (medico estadounidense) ambos eran trabajadores de la empresa Cerro de Pasco Corporation y trajeron ovas para fines de caza deportiva, para ello realizaron siembra en el río Tishgo y lago Chinchaycocha, donde se adaptaron y prosperaron. Luego en 1930, el señor Mitchell, obsequio cincuenta

especímenes al señor Juan Morales Vivanco, quien las llevó al río Chiapuquio, cercano al distrito de Ingenio, ese acto, fue el inicio del Centro Piscícola El Ingenio, ubicado en la provincia de Concepción en Junín. Asimismo, señala El Comercio, que la trucha se adaptó muy bien a las aguas peruanas, es así que, en el año 1941, desde Ingenio se envió huevos a la Estación Piscícola Chucuito en Puno., concluye El Comercio que “*Hoy, las truchas arcoíris, cuyo parentesco genético con el salmón está más que demostrado, ya han poblado varios ríos y lagunas de la sierra, y lo han hecho sin la intervención humana*”.

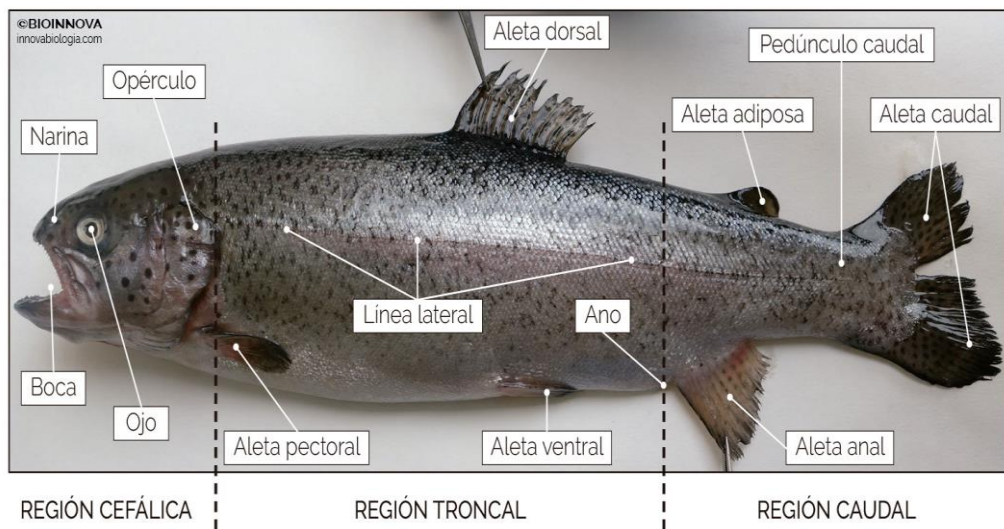
### **2.2.3. Taxonomía y anatomía**

De acuerdo con Camacho et al. (2000). Taxonómicamente la trucha arco iris, se clasifica como sigue:

Phylum:	Cordata
Subphylum:	Vertebrata
Clase:	<i>Osteichthyes</i>
Subclase:	<i>Actinopterygii</i>
Superorden:	Teleosteica
Orden:	Clupeiformes
Familia:	<i>Salmonidae</i>
Subfamilia:	<i>Salmoninae</i>
Género:	<i>Oncorhynchus</i>
Especie:	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Nombre común:	Trucha arcoíris

Detalles de las partes de la trucha arco iris, se muestran en el Grafico 5.

**Gráfico 4. Anatomía externa de una trucha arcoíris**



Fuente: BIOINNOVA 2015-2022

De acuerdo con Sedgwick (1988), la trucha arcoíris (*O. mykiss*) es un salmónido de cuerpo largo en relación con su ancho, con cabeza pequeña, boca amplia con punta, con dientes poderosos en sus maxilares, es decir, con características netas de un pez con hábitos principalmente carnívoro.

En relación con su coloración natural, según Shelton (1994), esta tiene varias tonalidades (abarca desde el color azul al verde oliva); presenta también una amplia banda color rosado a lo largo de su línea lateral y una banda color plateado debajo de dicha línea. Asimismo, tanto la región de la espalda, sus zonas de los lados, su cabeza y sus aletas se hallan recubiertas con variados y pequeños puntos negros.

#### **2.2.4. Calidad de agua**

Si bien la zona altoandina de la región Pasco por su promedio de temperatura anual es favorable; asimismo, otras condiciones físico, químicas y microbiológicas en sus aguas, permiten un ambiente apropiado para la producción de truchas.

En relación con la exigencia en calidad de agua, Blanco (1994) indica que los salmónidos en general resultan ser muy exigentes en rangos de temperatura, acidez y grado de saturación de oxígeno en las aguas de crianza; asimismo, resultan muy sensibles a la presencia de variaciones bruscas por parte de factores externos, así

como no toleran mucho las concentraciones de amonio, nitratos, nitritos y alto grado de dureza en las aguas naturales. En la tabla 2, se consignan diversos valores de parámetros clave de calidad de agua, como resultado de múltiples referencias científicas.

**Tabla 2.** Principales parámetros de la calidad del agua en el cultivo de *O. mykiss*

Parámetro	Unidad de medida	Valor	Observación
Temperatura	°C	15	Tolera hasta 25°C por periodos cortos
Oxígeno disuelto (O <sub>2</sub> )	mg/L	5	Puede sobrevivir en aguas con 3 mg/L
pH	-	6.5 - 9.5	Valores inferiores a 5 y superiores a 9.5 son letales
Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	mg/L	<1	A pH de 8.5
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	<0.2	-
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	<10	-

Fuente: Blanco, 1994 y otros

Según Parrado (2012), la calidad del agua está ligada a favorecer el crecimiento, la reproducción de la trucha arcoíris; asimismo la calidad de la carne está estrechamente ligada al oxígeno disuelto y a los desechos producto de la digestión y metabolismo, por otro lado, la temperatura del agua no debe superar los 20°C.

En un estudio sobre calidad de aguas en cinco lagunas altoandinas de la región Pasco, Baylon et al (2018), halló que en cuatro de ellas (Lacsacocha, Yanamate, Quiulacocha y Milpo Andina) había impactos negativos en su fitoplancton, por ende, agua de mala calidad, como consecuencia de la cercana actividad minera; por otro lado, en la laguna Huaroncocha, situada alejada de la mina, la calidad de aguas fue óptima, mostrando una excelente actividad biológica.

### 2.2.5. Velocidad de crecimiento

Al parecer, según los resultados de diversas investigaciones, el ritmo de crecimiento de la trucha arco iris, está influenciado por diversos factores; entre ellos una adecuada concentración de oxígeno, hecho que se hace crítico en la etapa de los primeros estadios de alevinaje, donde requieren entre 1200- a 1800 mg de O<sub>2</sub>/Kg/h para mantener constante su actividad metabólica y sus constantes fisiológicas; además, su ritmo de crecimiento también está influenciado por variaciones bruscas

del rango de temperatura, la calidad nutritiva del alimento suministrado y el grado de desarrollo del pez (Blanco, 1994).

La trucha arco iris es un animal que tiene por particularidad la de mostrar una temperatura corporal variable; es decir, se adapta a rangos de temperatura del agua. A dicha característica se le denomina poiquilotermo (a diferencia de los peces más sensibles denominados homeotermos), sin embargo, el rango de variación no puede exceder su temperatura de confort, hecho que influyese mucho en su tasa de crecimiento. En términos prácticos, para producción piscícola la temperatura adecuada en truchas es de 15°C (Tabla 3).

Por otro lado, la trucha criada bajo sistema de cultivo extensivo como en jaulas al interior de lagunas siempre muestran variado crecimiento, de acuerdo con las mismas características propias del ambiente de crianza y del manejo establecido o grado de tecnificación. De acuerdo con lo señalado por Chiodo (1998), el grado de variación en el crecimiento individual, puede oscilar entre 100 - 1500 g/año.

Al respecto, diversos estudios realizados por Stevenson (1999), permiten quizás establecer cierto patrón de crecimiento para las condiciones de crianza en Inglaterra. El referido investigador, señala que para el caso de alevinos de 2.5 cm por cada 1000 individuos llegan a pesar 0.30 kg, mientras que para el estadio de dedinos, pueden alcanzar un peso 18.87 kg y una talla de 12 cm (ver tabla 4).

**Tabla 3. Relación entre la longitud y el peso en trucha**

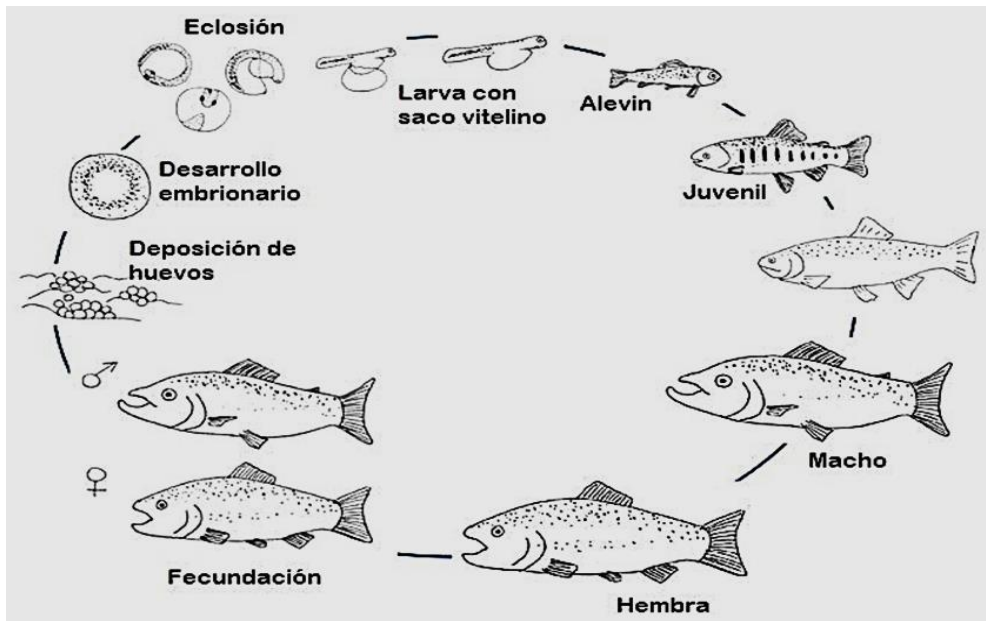
<b>Longitud cm</b>	<b>Nº kg</b>	<b>Peso de cada 1000 en kg</b>
2.5	3300	0.30
3.2	2650	0.40
3.7	1875	0.68
4.5	1100	0.91
5	750	1.32
6.5	385	2.59
7.5	220	4.54
9	145	6.85
10.2	100	10.07
11.5	66	15.10
12.7	53	18.87
14	35	28.35
15	29	34.52
16.5	22	45.36
17.7	16	64.77
19	12	90.72
20.5	10	102.06
23	7	142.88
25.5	5	201.85
28	3.6	273.97
30.5	1.6	354.72

Fuente: Stevenson, 1999

En relación con el ritmo de crecimiento referido a la talla, Castro (2004) como resultado de varias investigaciones, concluye que el crecimiento de la trucha tiende a configurar una curva de carácter exponencial, es decir, con crecimiento rápido al principio, y con carácter más lento a medida que transcurre la edad, hasta alcanzar su máxima longitud. Por otro lado, a diferencia del crecimiento en talla, el crecimiento en peso configura una gráfica de curva sigmoidea, muy lento en los primeros estadios.

En resumen, el ciclo de vida de la trucha arco iris muestra etapas de desarrollo bien definido, que guardan relación con sus consideraciones de manejo, alimentación y crianza en general (ver gráfico 4).

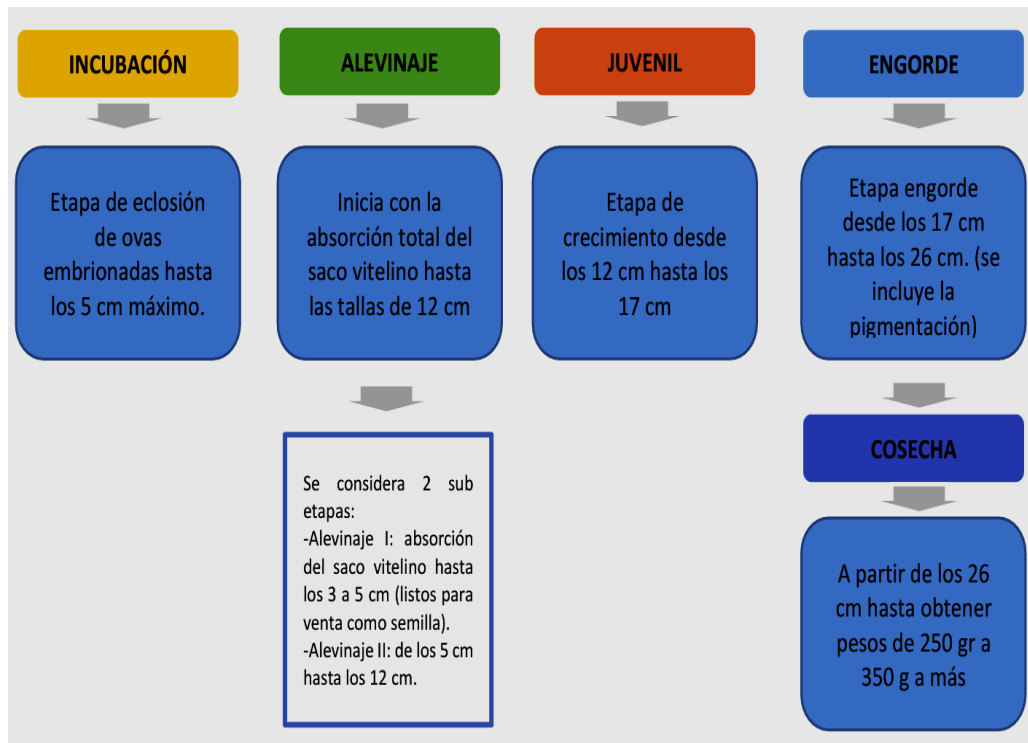
**Gráfico 5. Ciclo de vida de la trucha arcoíris**



Fuente: Arregui, 2013

Comercialmente, existen etapas muy marcadas o diferenciadas en la crianza de trucha arco iris el cultivo de la trucha. Ver gráfico 5.

**Gráfico 6. Etapa comercial, trucha arcoíris**



Fuente: Arregui, 2013

### 2.3. Definición de términos básicos

**Evaluación:** La evaluación es un proceso sistemático, continuo y objetivo que permite recopilar, analizar e interpretar información con la finalidad de determinar el grado de cumplimiento de objetivos, valorar resultados y facilitar la toma de decisiones en diferentes ámbitos del conocimiento. Este proceso implica la aplicación de métodos, técnicas e instrumentos orientados a medir el desempeño, la eficiencia o el comportamiento de una determinada actividad, fenómeno o sistema de estudio (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018).

Según Daniel L. Stufflebeam y Shinkfield (2007), la evaluación constituye un procedimiento destinado a obtener información útil y válida para emitir juicios de valor y apoyar la mejora continua de programas, procesos o investigaciones. Los autores destacan que la evaluación no solo busca medir resultados, sino también identificar fortalezas, limitaciones y oportunidades de mejora dentro del objeto evaluado.

Por su parte, Ander-Egg (2011) señala que la evaluación es una actividad metodológica orientada a comparar los resultados obtenidos con los objetivos previamente establecidos, permitiendo verificar la eficacia, eficiencia y pertinencia de las acciones desarrolladas. En el ámbito científico y productivo, la evaluación cumple una función fundamental debido a que proporciona evidencias objetivas para fundamentar conclusiones y propuestas de mejora.

**Dinámica:** La dinámica es el conjunto de cambios, variaciones o transformaciones que experimenta un fenómeno, sistema o proceso a lo largo del tiempo como consecuencia de la interacción de diversos factores internos y externos. Este término se utiliza para describir el comportamiento evolutivo de un objeto de estudio, permitiendo analizar su desarrollo, tendencias y modificaciones bajo determinadas condiciones ambientales, sociales, biológicas o productivas (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018).

En el ámbito biológico y productivo, la dinámica hace referencia al comportamiento progresivo que presentan los organismos durante su crecimiento y

desarrollo, considerando variables como incremento de tamaño, peso, rendimiento o adaptación al medio. Según Odum y Barrett (2006), la dinámica de los sistemas biológicos está determinada por las relaciones existentes entre los organismos y su entorno, las cuales generan cambios continuos que pueden ser medidos y evaluados mediante indicadores específicos.

Asimismo, en investigaciones relacionadas con producción animal y acuicultura, la dinámica permite estudiar la evolución de parámetros productivos durante un periodo determinado, facilitando la comprensión de los factores que influyen sobre el crecimiento, supervivencia y desempeño de los organismos cultivados. En el caso de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), la dinámica de crecimiento comprende las variaciones de talla, peso, consumo alimenticio y mortalidad registradas durante las diferentes etapas de crianza.

Por ello, el análisis de la dinámica constituye una herramienta importante dentro de los estudios científicos, debido a que permite interpretar el comportamiento de los fenómenos evaluados y establecer estrategias orientadas a mejorar la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas productivos.

**Trucha arcoíris:** La trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) es una especie de pez de agua dulce perteneciente a la familia Salmonidae, originaria de la costa del océano Pacífico de América del Norte. Se caracteriza por poseer un cuerpo fusiforme, coloración plateada con manchas oscuras distribuidas sobre el dorso y una banda longitudinal de tonalidad rosada o iridiscente en ambos flancos, rasgo que da origen a su denominación común de “arcoíris” (Pillay & Kutty, 2005).

Según Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2022), la trucha arcoíris constituye una de las especies salmonídeas de mayor importancia en la acuicultura mundial debido a su rápido crecimiento, buena conversión alimenticia, elevada adaptabilidad a diferentes sistemas de cultivo y alta aceptación comercial. Su producción se desarrolla principalmente en regiones de clima templado

y frío, donde existen condiciones adecuadas de temperatura, oxigenación y calidad de agua.

Por su parte, Wedemeyer (2001) menciona que *Oncorhynchus mykiss* presenta gran capacidad de adaptación fisiológica a sistemas de producción intensivos y semiintensivos, lo que ha favorecido su expansión en diversos países dedicados a la actividad acuícola. Asimismo, esta especie requiere aguas limpias, frías y bien oxigenadas para alcanzar un adecuado desarrollo y rendimiento productivo.

En el Perú, la crianza de trucha arcoíris se ha convertido en una actividad económica importante en las zonas altoandinas, especialmente en regiones como Pasco, Puno y Junín, donde las condiciones ambientales favorecen su cultivo. Además de su importancia económica, la trucha arcoíris representa una fuente importante de proteína de alto valor biológico para la alimentación humana.

**Etapas de alevinaje:** La etapa de alevinaje es la fase inicial del proceso de crianza de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) que se desarrolla después de la eclosión y la absorción completa del saco vitelino, momento en el cual los peces comienzan a alimentarse de manera externa mediante dietas balanceadas especialmente formuladas para cubrir sus requerimientos nutricionales. Esta etapa es considerada una de las más delicadas dentro de la producción piscícola, debido a que los alevinos presentan alta sensibilidad a los cambios ambientales, deficiencias alimenticias y condiciones inadecuadas de manejo (Wedemeyer, 2001).

Según Pillay y Kutty (2005), durante el alevinaje los peces experimentan un rápido crecimiento y desarrollo fisiológico, por lo que requieren condiciones óptimas de temperatura, oxigenación, calidad de agua y alimentación para garantizar un adecuado desempeño productivo y reducir los índices de mortalidad. Asimismo, los autores indican que el éxito de esta etapa influye directamente sobre el rendimiento de las fases posteriores de crianza, debido a que una deficiente formación de los alevinos puede ocasionar poblaciones heterogéneas y menor eficiencia productiva.

Por su parte, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2022) menciona que el manejo técnico durante la etapa de alevinaje debe orientarse a mantener condiciones ambientales estables, control sanitario permanente y suministro adecuado de alimento balanceado de alta digestibilidad, con el propósito de maximizar el crecimiento y supervivencia de los peces.

En términos productivos, la etapa de alevinaje comprende generalmente desde que los peces alcanzan algunos centímetros de longitud y pesos inferiores a 5 gramos hasta el inicio de la etapa juvenil, dependiendo del sistema de cultivo y manejo implementado. Durante esta fase se realizan controles biométricos periódicos y procesos de selección para mantener la uniformidad poblacional y mejorar el rendimiento del cultivo.

**Etapas de engorde:** La etapa de engorde es la fase productiva de la crianza de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la cual los peces incrementan de manera acelerada su talla y peso corporal hasta alcanzar el tamaño comercial requerido para su venta o consumo. Esta etapa se desarrolla después de la fase juvenil y constituye uno de los periodos más importantes dentro de la producción piscícola, debido a que en ella se define gran parte de la rentabilidad y eficiencia económica del cultivo (Pillay & Kutty, 2005).

Según Wedemeyer (2001), durante la etapa de engorde las truchas presentan un crecimiento muscular más intenso, por lo que requieren condiciones adecuadas de calidad de agua, temperatura, oxigenación y manejo alimenticio para lograr un óptimo desarrollo productivo. El autor señala además que cualquier alteración ambiental o deficiencia nutricional puede afectar negativamente el crecimiento, aumentar el estrés fisiológico y ocasionar pérdidas económicas por mortalidad o retraso en el peso comercial.

Por su parte, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2022) indica que la etapa de engorde tiene como objetivo maximizar la producción de biomasa en el menor tiempo posible, mediante estrategias adecuadas de

alimentación, manejo sanitario y control de densidad poblacional. Asimismo, refiere que el alimento balanceado constituye el principal costo de producción durante esta fase, razón por la cual una correcta conversión alimenticia es fundamental para mejorar la rentabilidad de la actividad acuícola.

En términos biométricos, durante el engorde las truchas alcanzan pesos comerciales que generalmente oscilan entre 200 y 500 gramos, dependiendo del sistema de cultivo, las condiciones ambientales y los objetivos productivos de la piscigranja. Durante esta etapa también se realizan evaluaciones periódicas de crecimiento, clasificación por tamaños y monitoreo sanitario, con la finalidad de mantener la uniformidad poblacional y optimizar el rendimiento productivo.

Por ello, la etapa de engorde representa una fase estratégica dentro de la producción de trucha arcoíris, debido a que de su adecuado manejo dependen la calidad final del producto, la sostenibilidad del sistema de cultivo y la rentabilidad económica de la piscigranja.

**Acuicultura continental:** La acuicultura es una actividad que consiste en el cultivo y producción de organismos acuáticos de agua dulce. También denominada acuicultura, esta práctica convierte las presas, lagos, lagunas en zonas de explotación de recursos piscícolas.

**Truchicultura:** Proceso de crianza y desarrollo biológico de truchas en criaderos y estanques naturales o abiertos y cerrados.

**Ciclo de vida de la trucha:** En el ciclo de vida de la trucha arcoíris se describen generalmente cinco etapas que son:

**Huevo:** una vez que se ha llevado la fertilización de los huevos, estos son incubados en el nido construido por la hembra; la temperatura del agua óptima para el desarrollo de estos está entre los 8 y 12 °C. A una temperatura de 10 °C la eclosión del alevín será a los 31 días, mientras que a 15,6 °C la eclosión será a los 19 días.

**Alevín:** al concluir el desarrollo embrionario, el alevín eclosiona y se alimenta de las reservas nutricionales contenidas en el saco vitelino durante dos o cuatro

semanas dependiendo de la temperatura. Una vez que estas reservas han sido agotadas y el saco vitelino ha sido absorbido, el alevín se transforma en cría y asciende a la superficie; esta fase dura entre 14 y 20 días.

**Cría:** en esta fase empiezan a nadar más libremente y procurarse el alimento por sí mismos. Conforme crecen y sobreviven, las crías continúan su desarrollo, cuyo ritmo depende de una serie de factores, tales como la duración del día, la temperatura y la abundancia de alimento.

**Juvenil:** en esta etapa los organismos tienen todas las características de los adultos, es decir, ya tienen hábitos propios de la especie, como ser activos y nadar contra la corriente, atrapar sus presas para alimentarse. Se diferencian de los adultos en que aún no han madurado sexualmente.

**Adulto:** dependiendo de las condiciones físicas del hábitat, las truchas maduran entre los 15 y 18 meses de edad, sin embargo, la mayoría alcanza su madurez dos meses después. Cuando ocurre la maduración, los peces cambian de coloración, de tal manera que adquiere las características típicas de la trucha adulta.

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Ha: La dinámica de crecimiento de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain presenta variaciones significativas en talla, peso vivo, consumo de alimento y mortalidad durante el año 2023.

H<sub>0</sub>: La dinámica de crecimiento de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain no presenta variaciones significativas en talla, peso vivo, consumo de alimento y mortalidad durante el año 2023.

## 2.4.2. Hipótesis específicas

### a. Incremento de talla

Ha: El incremento de talla (cm) de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) presenta diferencias significativas durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.

H<sub>0</sub>: El incremento de talla (cm) de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) no presenta diferencias significativas durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.

### b. Ganancia de peso vivo

Ha: La ganancia de peso vivo (g) de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) varía significativamente durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.

H<sub>0</sub>: La ganancia de peso vivo (g) de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) no varía significativamente durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.

### c. Consumo de alimento balanceado

Ha: El consumo de alimento balanceado (kg) de las truchas arcoíris presenta variaciones significativas durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.

H<sub>0</sub>: El consumo de alimento balanceado (kg) de las truchas arcoíris no presenta variaciones significativas durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.

### d. Mortalidad

Ha: El porcentaje de mortalidad de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) presenta diferencias significativas durante las etapas de alevinaje, juvenil y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.

H<sub>0</sub>: El porcentaje de mortalidad de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) no presenta diferencias significativas durante las etapas de alevinaje, juvenil y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variable independiente (VI)**

Etapas de crianza de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

- Etapa de alevinaje
- Etapa de engorde

### **2.5.2. Variables dependientes (VD)**

Dinámica de crecimiento de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)

- Incremento de talla (cm)
- Ganancia de peso vivo (g)
- Consumo de alimento (kg)
- Mortalidad porcentaje (%)

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

TÍTULO: Evaluación de la dinámica de crecimiento en truchas arco iris ( <i>oncorhynchus mykiss</i> ) etapa alevinaje - engorde en la piscigranja Cuchihuain – CC. PP San Juan de Yanacachi – distrito de Tlacayan – Pasco - 2023					
Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Técnica e instrumento
<b>Variable independiente (VI)</b> Etapas de crianza de la trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	Comprende las etapas evaluadas en la Piscigranja Cuchihuain durante el periodo de estudio, considerando el tiempo y condiciones de crianza de los peces.	- Etapa de alevinaje. - Etapa de engorde	- Tiempo de crianza - Edad de los peces - Tipo de alimentación - Manejo productivo	Nominal y ordinal	Técnica: Observación directa Instrumento: Ficha de registro y control biométrico
<b>Variable dependiente (VD)</b> Dinámica de crecimiento de las truchas arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	Se evaluará mediante mediciones periódicas de talla, peso vivo, consumo de alimento balanceado y porcentaje de mortalidad registradas en la Piscigranja Cuchihuain.	Incremento de talla	- Longitud corporal (cm)	Razón	Técnica: Medición biométrica Instrumento: Ictiómetro y ficha de registro
		Ganancia de peso vivo	- Peso corporal (g)	Razón	Técnica: Pesaje Instrumento: Balanza digital
		Consumo de alimento balanceado	- Cantidad de alimento consumido (kg)	Razón	Técnica: Registro de consumo Instrumento: Hoja de control alimenticio
		Mortalidad	- Número de peces muertos - Porcentaje de mortalidad (%)	Razón	Técnica: Observación y registro Instrumento: Ficha de mortalidad

Asimismo, tal como se indicó en el rubro objetivos. De modo adicional y solo como referencia, se midió el consumo de alimento y el porcentaje de mortalidad en la etapa alevinaje-engorde.

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION**

##### **3.1. Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo básica con orientación aplicada, enmarcada dentro del enfoque cuantitativo, porque busca generar conocimiento útil para mejorar la producción de truchas en el Centro Poblado de San Juan de Yanacachi.

Asimismo, posee orientación aplicada porque los resultados permitirán formular recomendaciones técnicas para mejorar la gestión productiva en la zona de estudio. Según los mismos autores, la investigación aplicada “se orienta a la solución de problemas específicos” (Sampieri et al., 2014, p. 40).

##### **3.2. Nivel de investigación**

La presente investigación corresponde al nivel descriptivo, debido a que busca evaluar y caracterizar la dinámica de crecimiento de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain, considerando variables productivas como peso, talla, ganancia de peso y desarrollo corporal. Este nivel de investigación permite describir de manera sistemática el comportamiento del fenómeno estudiado sin manipular las variables, observando las condiciones naturales en las que se desarrolla la producción piscícola.

Según Roberto Hernández Sampieri, los estudios descriptivos “buscan especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis”, permitiendo medir y evaluar diversos aspectos del fenómeno investigado.

Asimismo, el estudio presenta un alcance explicativo, ya que pretende analizar los factores que influyen en la dinámica de crecimiento de las truchas durante las etapas productivas, identificando posibles relaciones entre las condiciones de manejo y el desarrollo biométrico de los peces. Los estudios explicativos están orientados a determinar las causas o factores asociados a un fenómeno determinado.

Por ello, el trabajo se considera de nivel descriptivo–explicativo, debido a que no solo describe el crecimiento de las truchas arco iris, sino que también busca explicar el comportamiento productivo observado durante las etapas de alevinaje y engorde en la piscigranja en estudio.

### **3.3. Métodos de investigación**

El método científico orientó el desarrollo general de la investigación, siguiendo un proceso sistemático de observación, recolección de datos, análisis e interpretación de los resultados relacionados con la dinámica de crecimiento de las truchas arco iris. Este método permitió obtener conocimientos objetivos y verificables sobre el comportamiento productivo de la especie en estudio.

Según Hernández Sampieri et al. (2014), el método científico constituye un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos aplicados al estudio de un fenómeno.

Se utilizó el método descriptivo para registrar y caracterizar las variables biométricas y productivas de las truchas durante las etapas de alevinaje y engorde, tales como peso, talla, incremento de peso y crecimiento corporal. Este método permitió describir las condiciones y comportamiento del fenómeno estudiado sin manipular las variables.

El método deductivo permitió partir de principios generales relacionados con el crecimiento y manejo de peces para aplicarlos al análisis específico de las truchas arco iris en la piscigranja Cuchihuain. A través de este método se interpretaron los resultados obtenidos en función de fundamentos teóricos y técnicos de la producción acuícola.

El método analítico facilitó la descomposición del fenómeno de estudio en sus diferentes componentes, evaluando por separado las variables relacionadas con la dinámica de crecimiento de las truchas, para posteriormente interpretar de manera integral los resultados obtenidos.

### **3.4. Diseño de investigación**

La presente investigación corresponde a un diseño no experimental, debido a que las variables de estudio no fueron manipuladas deliberadamente por el investigador, sino que se observaron y evaluaron en su contexto natural durante el proceso de crecimiento de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.

Según Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2014), la investigación no experimental es aquella que se realiza “sin manipular deliberadamente variables; es decir, se observan los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos”.

Asimismo, el estudio presenta un diseño longitudinal, porque la recolección de datos se efectuó en diferentes momentos durante el periodo de crecimiento de las truchas, permitiendo evaluar la evolución y dinámica del desarrollo biométrico de los peces a través del tiempo.

Por consiguiente, el estudio se define como una investigación de diseño no experimental longitudinal, orientada a evaluar el comportamiento y dinámica de crecimiento de las truchas arco iris bajo condiciones reales de manejo piscícola.

### **3.5. Población y muestra**

Chávez (2015), la población de un estudio se define como “el universo de la investigación sobre el cual se pretende generalizar los resultados”. En su criterio se percibe que una población está conformada por características o estratos que permiten distinguir los sujetos unos de otros, lo mismo se considera en las llamadas muestras representativas.

La población para el presente estudio estuvo constituida por 30000 truchas arco iris de la línea española.

La muestra representativa (teniendo en consideración, la no alteración del ambiente de crianza y asimismo, evitar ocasionar stress en las truchas o hechos que redunden en mermas productivas y en estricta concordancia con los responsables de la piscigranja Cuchihuain, fue de 45 truchas por mes (resultando en 360 truchas producto de 8 evaluaciones) extraídas al azar de las pozas de crianza, correspondiendo 15 para cada uno de los tres (03) grupos de crecimiento: cabeza, núcleo y cola.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas de recolección de datos se refieren a la manera como se van a obtener los datos (la observación directa, el análisis documental, análisis de contenido, medición, clasificación, etc.) y los instrumentos, aquellos medios materiales, que hacen posible obtención y el archivo de la información requerida para la investigación (fichas, formatos de cuestionario, guías de entrevista, escalas de actitudes u opinión). Seguidamente, se detalla como fue el procedimiento en cada caso.

#### **3.6.1. Para la determinación de la variable dependiente talla de las truchas:**

Se siguió el procedimiento establecido por Morales (2004) para lo cual se utilizó un medidor hechizo, el mismo que en vez de ictiometro se adecuo con una tablilla de triplay con cabecera, a la cual se pegó una cinta métrica de sastre (0 a 70 cm), previo anestesiado, se procedió a medir la longitud total del pez, desde la punta

del hocico hasta el final de la cola. La talla se midió mensualmente, durante los 8 meses de duración del trabajo. Los resultados por grupo de crecimiento se anotaron en la ficha respectiva. Cabe señalar que, para este fin, se utiliza un aparato técnicamente denominado ictiometro, el que corresponde a un dispositivo de aluminio de sección trapezoidal graduado cada medio centímetro para medición de la talla de peces diversos, en este caso específico para truchas, graduado hasta un máximo de 70 cm.

### **3.6.2. Para la determinación de la variable dependiente peso de las truchas:**

Se siguió la metodología, recomendada por Yapuchura et al (2018) quien señala lo siguiente: *“para obtener una buena muestra para estimar el peso; primeramente, se debe desplazar la red de arrastre a través del estanque para agrupar los peces, cerca de la entrada del agua. Asimismo, en forma paralela, se llena un balde con agua hasta la mitad y se pesa (P1). A continuación, con la ayuda de una red de mano, se sacan de la red de arrastre al azar varias truchas, las cuales se depositan en el balde que se había pesado y se hace una nueva pesada (P2). Después de la pesada, las truchas son contadas una a una para saber el número total de las que se pesaron.”*

Dicho procedimiento, fue repetido varias veces para hacer un adecuado muestreo, hasta completar 60 truchas, correspondiendo a 20 en cada uno de los grupos de crecimiento: cabeza, núcleo y cola. El peso, se estimó mensualmente, durante los 8 meses de duración del trabajo. Los resultados se anotaron en la ficha respectiva.

### **3.6.3. Para el cálculo del peso promedio de las truchas,**

se empleó la siguiente formula:

$$PP = \frac{(P2 - P1)}{TP}$$

Donde:

PP = Peso promedio de las truchas

P1 = Peso del balde con el agua

P2 = Peso del balde con el agua y las truchas

TP = Número de truchas pesadas

Se empleo el siguiente equipo:

Una red de arrastre, adecuada al tamaño de los peces

- Una regla a manera de ictiometro
- Dos baldes
- Balanza digital
- Un cuaderno
- Un lápiz
- Una calculadora.

### **3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

Como se indicó anteriormente, el principal instrumento fue la ficha de anotación de los resultados y de cálculos producto de las técnicas empleadas en las respectivas variables. Asimismo, dado que la ficha es un instrumento muy común y confiable en investigación piscícola, no se consideró necesario hacer algún tipo de selección, validación o prueba de confiabilidad.

### **3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

De acuerdo con la naturaleza del presente estudio y teniendo en consideración a las técnicas e instrumentos de recolección de datos seguidos, no resulto necesario plantear técnicas de procesamiento de los datos, dado que no provienen de test o de encuestas y que no necesitan de una adecuación específica.

Si se realizó el ordenamiento, porque los resultados de las variables en estudio, se presentan ordenados con tablas y gráficos alusivos productos del trabajo en hojas Excel.

### 3.9. Tratamiento estadístico

Dada la naturaleza no comparativa del estudio, los datos fueron estadísticamente analizados con medidas de tendencia central (promedio) y de dispersión o variabilidad (desviación estándar).

Asimismo, a efectos de tener un panorama más preciso de las tendencias del ritmo de crecimiento en las variables: peso y talla por grupo de crecimiento (cabeza, núcleo y cola) a manera de tratamientos; para ello, se utilizó un diseño completamente randomizado con tres tratamientos (DCR), con empleo de Excel y la respectiva prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) para determinar diferencias estadísticas en los promedios.

El modelo lineal aditivo que define a un diseño de completamente aleatorizado es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu.. + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = respuesta observada con el tratamiento  $i$  en la repetición  $j$

$\mu$  = media general

$T_i$  = efecto del tratamiento  $i$ ;  $i=1,2,\dots,t$

$E_{ij}$  = termino de error asociado al tratamiento  $i$  la repetición  $j$

Y el cuadro de análisis de varianza (ANVA), como sigue:

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Tratamientos	g.l. tratamientos	SC Tratamientos	CM Tratamientos	F trat
Error	g.l. Error	SC Error	CM Error	
Total	g.l. Total			

### 3.10. Orientación ética, filosófica y epistemológica

El autor de la presente investigación declara ser respetuosos de la Ley 27265 de Protección de los animales domésticos y a los Animales silvestres mantenidos en cautiverio, así como de las normas internacionales de bienestar animal: Animal

Welfare Act de 1990 (AWA 1990 USA), International Guiding Principles for Medical Research Involving Animals. CIOMS 2012.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Descripción del trabajo de campo

##### 4.1.1. Material biológico

Como se indicó en el ítem 3.5, para las evaluaciones; en total, se utilizaron indistintamente 480 truchas, de un universo de 30000 ejemplares. Se compro alevines categoría II de 7 cm de longitud, se les hizo recepción y cuidado respectivo. Ver vista 1, 2 y 3.

**Gráfico 7. Limpieza inicial**



Fuente: Elaboración propia 2024

**Gráfico 8.** *Control densidad y temperatura*



Fuente: Elaboración propia 2024

**Gráfico 9.** *Traslado poza crianza alevinos*



Fuente: Elaboración propia 2024

#### 4.1.2. Insumos y otros

**Insumos:** Alimento balanceado para las diversas etapas productivas: alevinaje con 55% de proteína bruta (PB), crecimiento con 45% PB y engorde con 40% PB. Acelerador de apetito, aditivos para el agua. Otros: Balanza, mallas, potenciómetro, termómetro acuícola, seleccionadores.

Se trabajo con alimento comercial en las distintas etapas de crianza. Para determinar la cantidad de alimento diaria a ser asignada, se empleó la Tabla de alimentación diaria de la trucha arcoíris recomendada por la UNALM (2022), considerando la medición diaria de la temperatura del agua al interior de las pozas de crianza (ver tabla 3).

**Tabla 4.** Tabla de alimentación diaria de trucha arco iris – Alimentos balanceados UNALM

TABLA DE ALIMENTACIÓN DIARIA DE LA TRUCHA ARCO IRIS									
Alimentos Balanceados Truchas La Molina									
TIPO DE ALIMENTO	PESO UNITARIO (g)	TALLA (cm.)	PECES / Kg	TEMPERATURA DEL AGUA					
				10 °C	11°C	12 °C	13°C	14°C	15 °C
TASAS DE ALIMENTACION (% PESO CORPORAL)									
<b>ALEVINAJE</b>									
Inicio granulado I	1.5 - 2.5	4.0 - 5.3	540 - 130	5.12	5.22	5.52	6.60	6.92	7.51
Inicio granulado I	2.5 - 5.0	5.3 - 6.0	310 - 200	4.62	5.10	5.2	6.21	6.65	7.01
Inicio II (Pelets)	5.0 - 7.5	6.0 - 7.0	200 - 160	4.26	4.60	5.0	5.20	5.60	5.95
Inicio II (Pelets)	7.5 - 10.0	7.0 - 8.4	160 - 110	3.65	4.15	4.7	5.00	5.50	5.89
Inicio II (Pelets)	10.0 - 15.0	8.4 - 9.5	110 - 76	3.60	4.00	4.2	4.35	4.52	4.74
Inicio II (Pelets)	15.0 - 20.0	9.5 - 10.5	76 - 70	3.01	3.45	3.8	3.90	4.10	4.32
<b>JUVENILES</b>									
Crecimiento I	20 - 30	10.5 - 13.0	70 - 50	2.88	3.26	3.6	3.75	3.92	4.13
Crecimiento I	30 - 40	13.0 - 14.2	50 - 30	2.27	2.65	3.0	3.25	3.51	3.71
Crecimiento I	40 - 50	14,2 - 15,2	30 - 26	2.16	2.50	2.8	2.90	3.12	3.36
Crecimiento II	50 - 60	15.2 - 16.1	26 - 20	2.05	2.33	2.6	2.63	2.82	2.88
Crecimiento II	60 - 80	16.1 - 18.0	20 - 15	2.00	2.20	2.4	2.54	2.68	2.82
<b>ADULTOS</b>									
Acabado Simple	80 - 100	18.0 - 20.0	15 - 13	1.98	2.12	2.3	2.40	2.53	2.62
Acabado Simple	100 - 125	20.0 - 21.5	13.0 - 10.0	1.92	2.00	2.2	2.30	2.46	2.59
Acabado Simple	125 - 150	21.5 - 22.1	10 - 8.0	1.79	1.92	2.0	2.18	2.32	2.53
Acabado Simple	150 - 175	22.1 - 23.5	8.0 - 7.0	1.70	1.83	1.9	2.07	2.21	2.40
Acabado pigmentado	175 - 200	23.5 - 25.0	7.0 - 5.0	1.63	1.71	1.8	1.98	2.11	2.34
Acabado pigmentado	200 - 250	25.0 - 26.0	5.0 - 4.0	1.57	1.65	1.7	1.89	2.04	2.27
Acabado pigmentado	250 - 280	26.0 - 28.0	4.0 - 3.0	1.50	1.55	1.6	1.80	1.98	2.17

Fuente: UNALM - 2024

#### 4.1.3. Infraestructura piscícola

La fuente de agua corresponde al río Yanacachi, que nace en la laguna Lulicocha y al cual se anexan otras pequeñas lagunas. Ver vista 4.

**Gráfico 10.** *Río Yanacachi*



Fuente: Elaboración propia 2024

Se conto con la infraestructura existente, en la Piscigranja Cuchihuain (gráfico 11, 12, 13); es decir:

**Gráfico 11.** *Pozas de alevinaje*



Fuente: Elaboración propia 2024

**Gráfico 12.** *Pozas de alevinaje*



Fuente: Elaboración propia 2024

**Gráfico 13.** *Pozas de alevinaje*



Fuente: Elaboración propia 2024

#### **4.1.4. Procedimiento Experimental**

Para el presente trabajo de investigación, se evaluó dos variables: talla y peso por categoría y grupo de crecimiento de la trucha. Asimismo, de modo referencial se anotó el alimento consumido y la mortalidad durante las respectivas etapas.

#### **4.1.5. Preparación de los estanques**

Antes de iniciar el estudio se realizó una exhaustiva limpieza de los estanques. La limpieza, consistió en el raspado de las paredes y base, lavado y enjuague. Para la desinfección, se pintó las paredes y bases con abundante cal, proveniente de las caleras de Sacrafamilia.

#### **4.1.6. Distribución de tratamientos**

La siembra (etapa de alevinos etapa II de 5 cm en promedio) se realizó en estanques de alevinaje, un total de 30000 alevinos fueron sembrados.

Al final del cuarto mes (etapa juvenil hasta el final del quinto mes), recién se empezó a clasificar por grupo de crianza, es decir: cabeza, núcleo y cola respectivamente a manera de distribución de tratamientos.

A partir del sexto mes (etapa de engorde) hasta el octavo mes, se siguió clasificando los grupos de crianza a manera de tratamientos.

La densidad de crianza establecida por la Piscigranja Cuchihuain, para la etapa de alevinos fue de 7.5 kg/m<sup>3</sup>, para la etapa de alevinaje 30 kg/m<sup>3</sup> y para la etapa de engorde 35 kg/m<sup>3</sup>; en concordancia a lo recomendado por FONDEPES (2020).

#### **4.1.7. Evaluaciones y registro de datos**

Una vez iniciado el trabajo, se realizaron las siguientes actividades diarias y periódicas en función a los objetivos planteados.

##### ***Talla de las truchas (cm)***

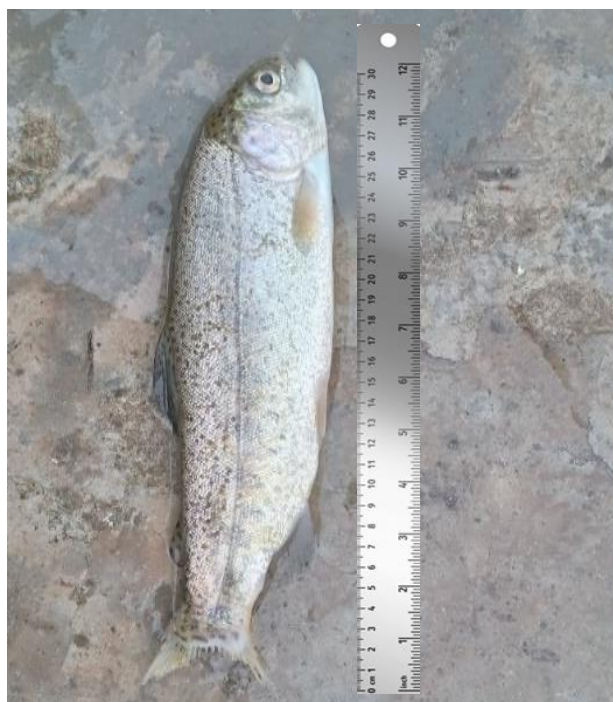
Se evaluó mensualmente en forma individual, se empleó cinta métrica pegada en una tablilla de triplay. Previamente, con ayuda de la red de mano, se extrajo 15 muestras del estanque y se eligió una al azar una trucha, para hacer la medición de la talla. Ver vistas 7 y 8.

**Gráfico 14. Medición talla (cm) de la trucha**



Fuente: Elaboración propia 2024

**Gráfico 15. Detalle medición**



Fuente: Elaboración propia 2024

***Peso de la trucha (g)***

Se evaluó mensualmente, se empleó balanza, red de mano y balde con agua.

Se aprovechó las 15 muestras y se anotó el peso promedio. Ver vista 9.

**Gráfico 16.** *Evaluación del peso (g)*



Fuente: Elaboración propia 2024

Para la estimación del peso promedio en cada una de las 15 muestras, se empleó la siguiente fórmula:

$$PP = \frac{(P2 - P1)}{NT}$$

Donde:

PP = Peso promedio de las truchas

P1 = Peso del balde con el agua

P2 = Peso del balde con el agua y las truchas

NT = Numero de truchas

#### 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

En este ítem, se exponen los resultados y se interpretan en función de las mediciones realizadas, las mismas que arrojan datos de las truchas según las variables detalladas en el capítulo anterior. El detalle de los datos se muestra en los anexos I y II respectivamente, asimismo mayores vistas en relación al estudio, se muestran en el anexo III.

Dichos resultados fueron ordenados en cuadros correspondientes, así como gráficos y vistas alusivas. Para el análisis estadístico, se determinó medidas de tendencia central y de dispersión y el ANVA bajo un diseño completo al azar.

Asimismo, se interpreta sobre la naturaleza y regularidad de los mismos a efectos de enriquecer la comprensión del comportamiento de la variable evaluada.

##### 4.2.1. Talla de las truchas

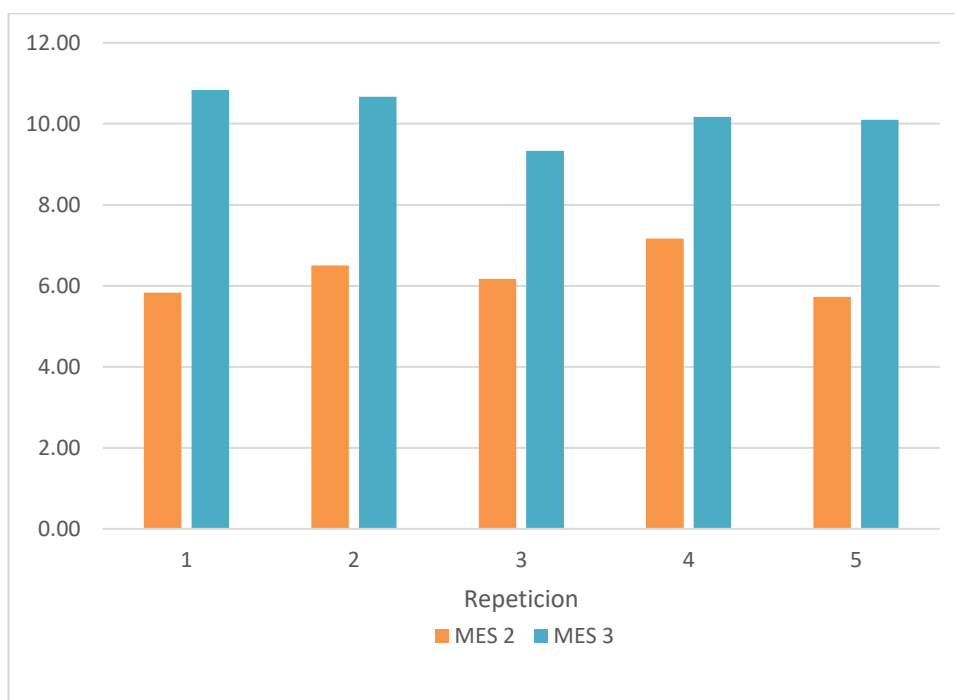
Valores de la talla de las truchas en su etapa de alevinaje, se expresan en el cuadro 3 y grafico 1; asimismo, su análisis de varianza se muestra en el cuadro 4.

**Tabla 5.** *Talla de alevinos (cm)*

CATEGORIA	ALEVINAJE	
	MES 2	MES 3
Grupo	II	III
R	5.83	10.83
E	6.50	10.67
P	6.17	9.33
E	7.17	10.17
T.	5.73	10.00
Promedio	6.28 b	10.20 a

Fuente: Elaboración propia 2024

**Gráfico 17. Talla (cm) etapa de alevinos**



Fuente: Elaboración propia 2024

**Tabla 6. Análisis de varianza (ANVA) talla de alevinos (cm)**

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft 0.05 (1, 8 gl)	S.E.
Entre meses (2 y 3)	1	38.42	38.42	111.48	5.32	*
Error experimental	8	2.76	0.34			
Total	9	41.17				

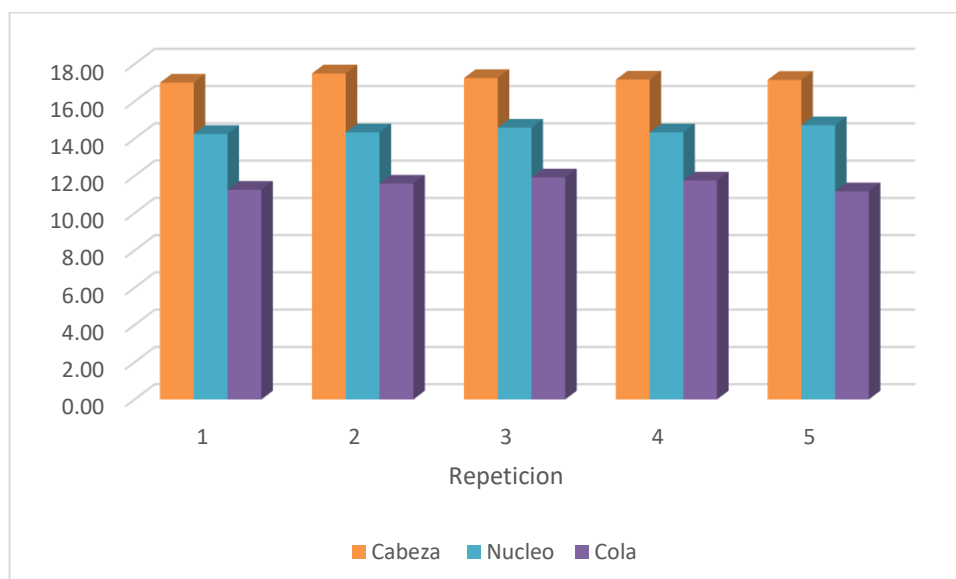
En el segundo mes de crianza, se aprecian rangos entre 5.73 a 7.17 cm en las repeticiones y un promedio de 6.28 cm. Por otro lado, para el tercer mes, se aprecian rangos entre 9.33 a 10.83 cm y un promedio de 10.20 cm. Comparados estadísticamente (ANVA) ambos promedios resultan estadísticamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). Por otro lado, valores de talla en la etapa de juvenil se muestran en la tabla 5 y gráfico 14; asimismo, su análisis de varianza en la tabla 6.

**Tabla 7. Talla (cm) etapa juvenil**

	Cabeza	Núcleo	Cola
R	17.00	14.25	11.25
E	17.50	14.33	11.58
P	17.25	14.58	11.92
E	17.17	14.33	11.75
T.	17.15	14.72	11.17
Promedio	17.21a	14.44b	11.53c

Fuente: Elaboración propia 2024

**Gráfico 18. Talla (cm) etapa juvenil**



Fuente: Elaboración propia 2024

**Tabla 8. Análisis de varianza (ANVA) talla de juveniles (cm)**

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft 0.05 (2,12 gl)	S.E.
Entre meses (2 y 3)	2	80.67	40.33	689.28	3.88	*
Error experimental	12	0.70	0.06			
Total	14	81.37				

Fuente: Elaboración propia 2024

En esta etapa, que abarca el mes 4 y 5 de crianza, la evaluación se realizó por grupo; es decir, de acuerdo a su desarrollo en términos de cabeza, núcleo y cola, en función a su tamaño alcanzado.

En el grupo cabeza, el tamaño oscilo entre 17.0 a 17.5 cm con un promedio de 17.21 cm. En el grupo núcleo, los valores oscilaron entre 14.25 a 14.72 cm con un promedio de 14.4 cm. Asimismo, para el grupo cola se tuvo un rango entre 11.17 a 11.92 cm con un promedio de 11.53 cm.

Cabe indicar que la diferencia en talla es notoria entre los grupos, siendo el mayor el grupo cabeza con 17.21 cm seguido por el grupo núcleo con 14.4 cm y por el grupo cola con 11.53 cm. Comparados estadísticamente (ANVA) dichos promedios, resultan estadísticamente diferentes, de acuerdo a la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

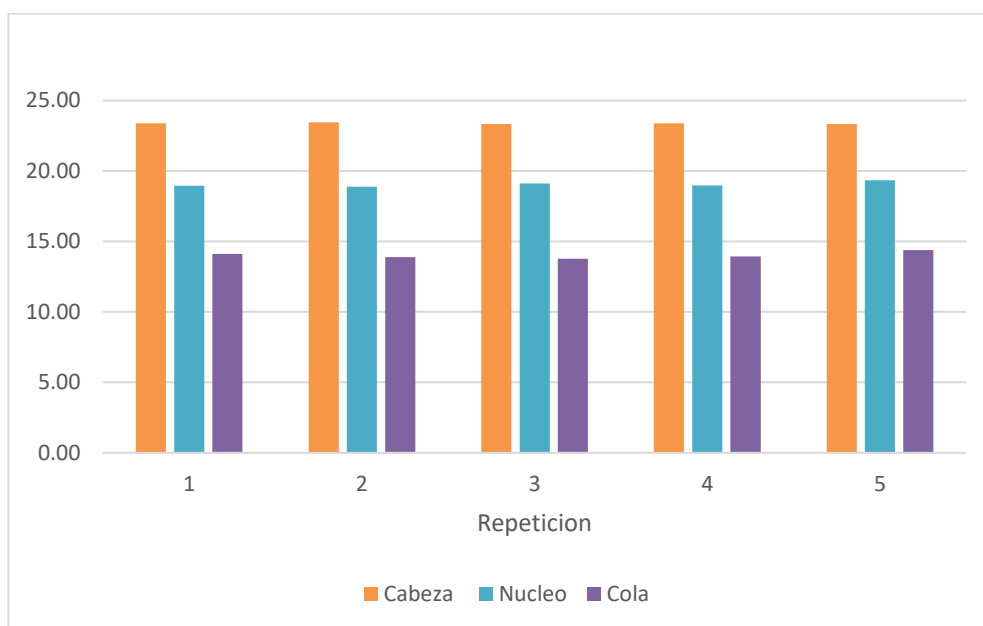
Para la etapa de engorde, los valores de talla se muestran en la table 9 y grafico 16. Por otro lado, su análisis de varianza se muestra en la tabla 8.

**Tabla 9.** Talla (cm) etapa de engorde

	Cabeza	Núcleo	Cola
R	23.39	18.94	14.11
E	23.44	18.89	13.89
P	23.33	19.11	13.78
E	23.39	18.98	13.93
T.	23.33	19.33	14.39
Promedio	23.38a	19.05b	14.02c

Fuente: Elaboración propia 2024

**Gráfico 19. Talla (cm) en la etapa de engorde**



Fuente: Elaboración propia 2024

**Tabla 10. Análisis de varianza (ANVA) talla engorde (cm)**

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft 0.05 (2, 12 gl)	S.E.
Entre grupos (cabeza, núcleo y cola)	2	219.40	107.30	3621.44	3.88	*
Error experimental	12	0.36	0.03			
Total	14	219.76				

Fuente: Elaboración propia 2024

Durante esta etapa (que abarca el mes 6, 7 y 8 de crianza) la evaluación también se realizó por grupo; es decir, de acuerdo con su desarrollo en términos de cabeza, núcleo y cola, en función a su tamaño alcanzado.

En el grupo cabeza, el tamaño osciló entre 23.33 a 23.44 cm con un promedio de 23.38 cm. En el grupo núcleo, los valores oscilaron entre 18.89 a 19.33 cm con un promedio de 19.05 cm. Asimismo, para el grupo cola se tuvo un rango entre 13.78 a 14.39 cm con un promedio de 14.02 cm.

Cabe indicar que la diferencia en talla es notoria entre los grupos, siendo el mayor el grupo cabeza con 23.33 cm seguido por el grupo núcleo con 19.05 cm y por

el grupo cola con 14.02 cm. Comparados estadísticamente (ANVA) dichos promedios, resultan estadísticamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

#### 4.2.2. Peso de la trucha (g)

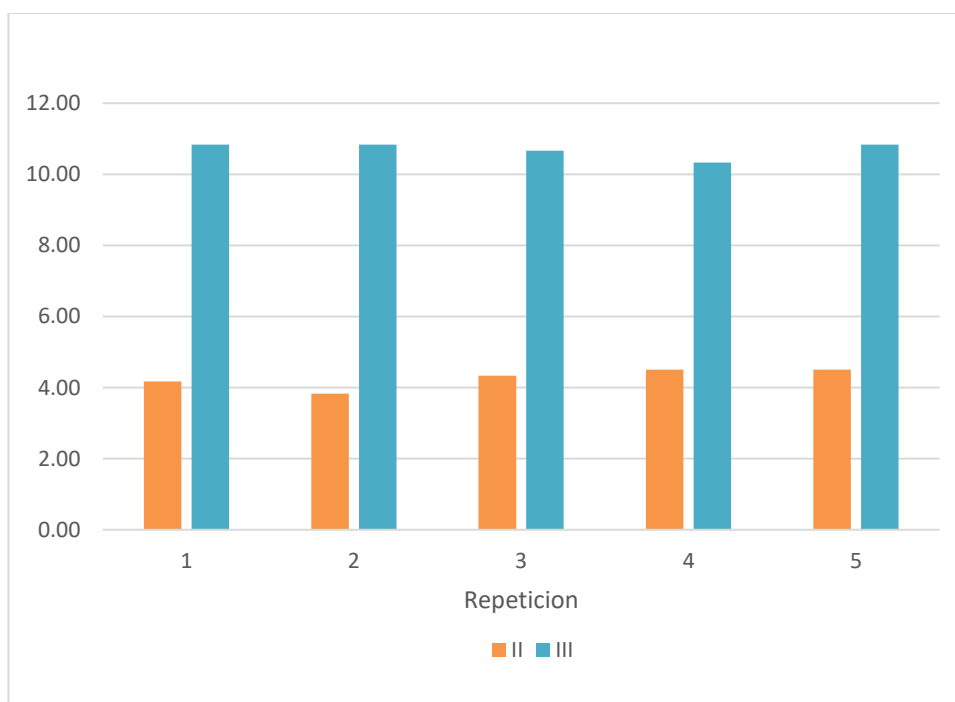
Valores del peso de la trucha en su etapa de alevinos, se expresan en los cuadros 9 y gráfico 4. Asimismo, su análisis de varianza se muestra en el cuadro 10.

**Tabla 11.** *Peso de alevinos (g)*

CATEGORIA	ALEVINAJE	
	2	3
MES	2	3
Grupo	II	III
R	4.17	10.83
E	3.83	10.83
P	4.33	10.67
E	4.50	10.33
T.	4.50	10.83
Promedio	4.27b	10.70a

Fuente: Elaboración propia 2024

**Gráfico 20.** *Peso de alevinos (g)*



Fuente: Elaboración propia 2024

**Tabla 12. Análisis de varianza (ANVA) peso alevinos (g)**

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft 0.05 (1, 8 gl)	S.E.
Entre meses (2 y 3)	1	103.46	103.46	1655.51	5.31	*
Error experimental	8	0.5	0.0625			
Total	9	41.17				

Fuente: Elaboración propia 2024

En el segundo mes de crianza, se aprecian rangos entre 3.83 a 4.50 g en las repeticiones y un promedio de 4.27 g. Por otro lado, para el tercer mes, se aprecian rangos entre 10.33 a 10.83 g y un promedio de 10.70 g. Comparados estadísticamente (ANVA) ambos promedios resultan estadísticamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

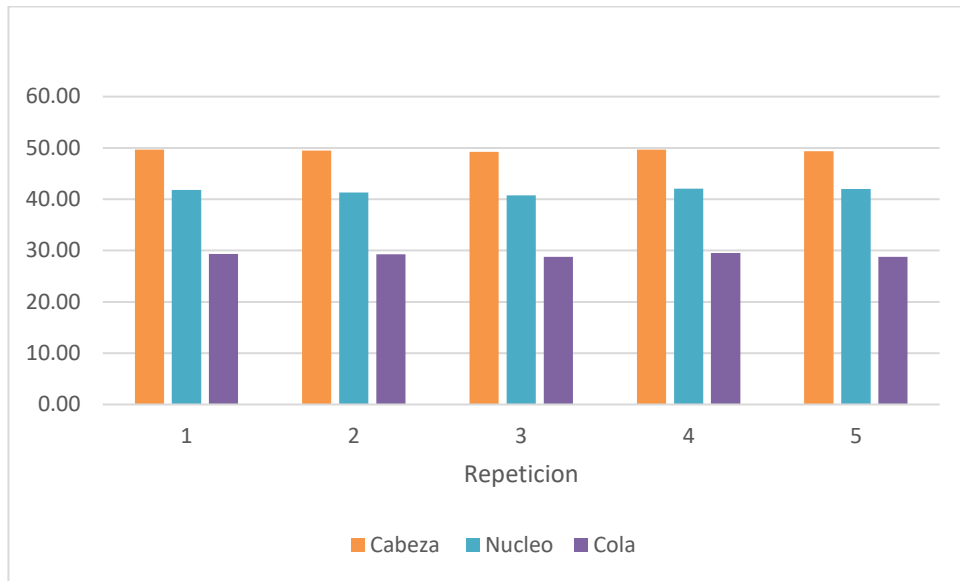
Para la etapa juvenil, el promedio de peso se señala en el cuadro 11 y grafico 5; asimismo en relación con el análisis estadístico, el ANVA se muestra en el cuadro 12.

**Tabla 13. Peso de juveniles (g)**

	Cabeza	Núcleo	Cola
R	49.67	41.83	29.33
E	49.50	41.33	29.25
P	49.25	40.75	28.75
E	49.67	42.08	29.50
T.	49.33	42.00	28.75
Promedio	49.48a	41.6b	29.12c

Fuente: Elaboración propia 2024

**Gráfico 21. Peso de juveniles (g)**



Fuente: Elaboración propia 2024

**Tabla 14. Análisis de varianza (ANVA) juveniles**

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft 0.05 (2, 12 gl)	S.E
Entre grupos (cabeza, núcleo y cola)	2	1054.74124	527.37062	3391.95991	3.88	*
Error experimental	12	1.86572	0.15547667			
Total	14	1056.60696				

Fuente: Elaboración propia 2024

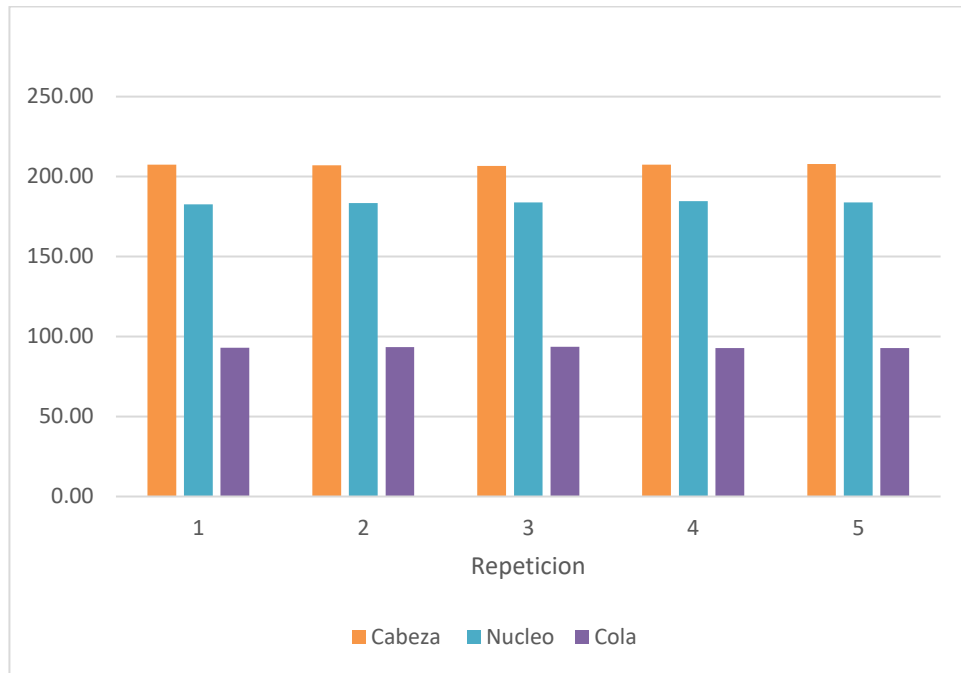
Por otro lado, para la etapa de engorde, los datos del peso se expresan en la tabla 15 y gráfico 20; asimismo, su evaluación estadística se señala en el ANVA de la tabla 16.

**Tabla 15. Peso de trucha engorde (g)**

CATEGORIA	Engorde		
	Cabeza	Núcleo	Cola
R	207.56	182.67	93.06
E	207.00	183.39	93.39
P	206.67	183.78	93.67
E	207.39	184.61	92.83
T.	207.78	183.94	92.78
Promedio	207.28 a	183.68 b	93.14 c

Fuente: Elaboración propia 2024

**Gráfico 22. Peso de truchas de engorde (g)**



Fuente: Elaboración propia 2024

**Tabla 16. Análisis de varianza (ANVA) trucha engorde**

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft 0.05 (2, 12 gl)	S.E.
Entre grupos (cabeza, núcleo y cola)	2	36299.437	18149.7185	63687.8209	3.88	*
Error experimental	12	3.41975309	0.28497942			
Total	14	36302.8568				

Fuente: Elaboración propia 2024

En la etapa de engorde, que abarca el mes 6, 7 y 8 de crianza, la evaluación también se realizó por grupo; es decir, de acuerdo con su desarrollo en términos de cabeza, núcleo y cola, en función a su tamaño alcanzado.

En el grupo cabeza, el peso osciló entre 206.00 a 207.78 g con un promedio de 207.28 g. En el grupo núcleo, los valores oscilaron entre 182.67 a 184.61 g con un promedio de 183.68 g. Asimismo, para el grupo cola se tuvo un rango entre 92.83 a 93.67 g con un promedio de 93.14 g. Cabe indicar que la diferencia en peso es notoria entre los grupos, siendo el mayor el grupo cabeza con 207.28 g seguido por el grupo

núcleo con 183.68 g y por el grupo cola con 93.14 g. Comparados estadísticamente (ANVA) dichos promedios, resultan estadísticamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

#### 4.2.3. Consumo de alimento

Teniendo en consideración al total de truchas criadas en la Piscigranja Cuchihuain (27000), el consumo en la etapa de alevinaje fue de 128.8 kg. Asimismo, en la etapa juvenil fue de 3389.6 kg y durante la etapa de engorde fue mucho más, llegando a 15661.38 kg. La cantidad de alimento consumido por categoría y grupos figuran en la tabla 17 y se detallan en los gráficos 21 y 22. El tipo de alimento se diferenciaba principalmente en términos de contenido de proteína bruta y energía digestible.

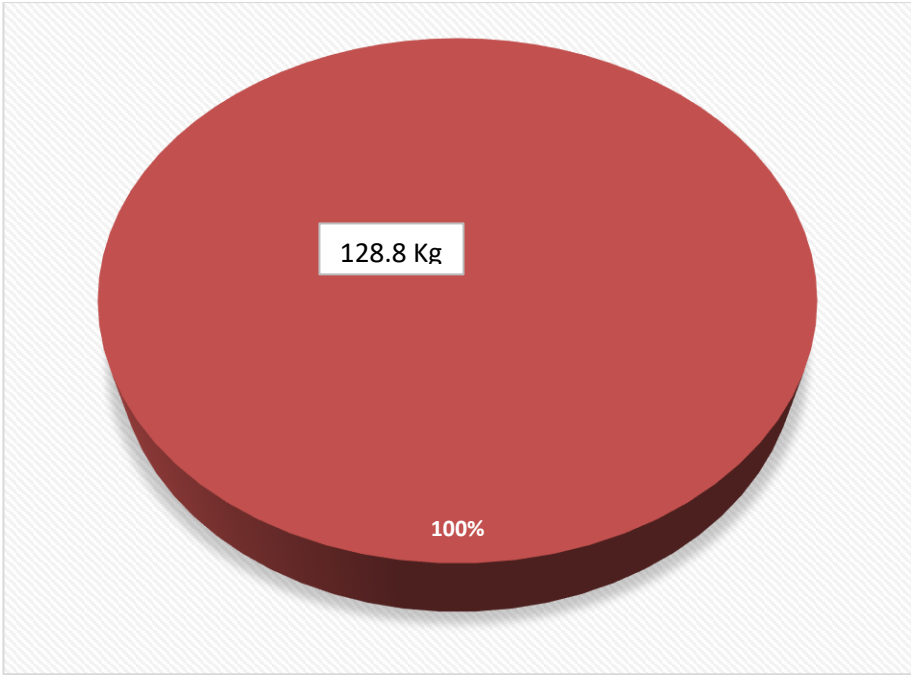
Analizado los datos en términos de grupos, se aprecia que el núcleo consume más alimento (65%), tanto en la etapa juvenil como en la etapa de engorde, seguido por las truchas más grandes, es decir, por el grupo cabeza (20%) y finalmente el grupo de cola (15%). De modo acumulado, las aproximadamente 27000 truchas, consumieron un total de 19,179.78 kg. de alimento.

**Tabla 17.** Consumo de alimento (kg)

	ALEVINAJE	JUVENIL			ENGORDE		
		Cabeza	Núcleo	Cola	Cabeza	Núcleo	Cola
Por etapa y grupo	128.8	677.92	2203.24	508.44	3132.12	10180.03	2349.23
Acumulado/grupo	128.8	806.72	3009.96	3518.4	6650.52	16830.55	19179.78
Acumulado/etapa	128.8	3389.6			15661.38		

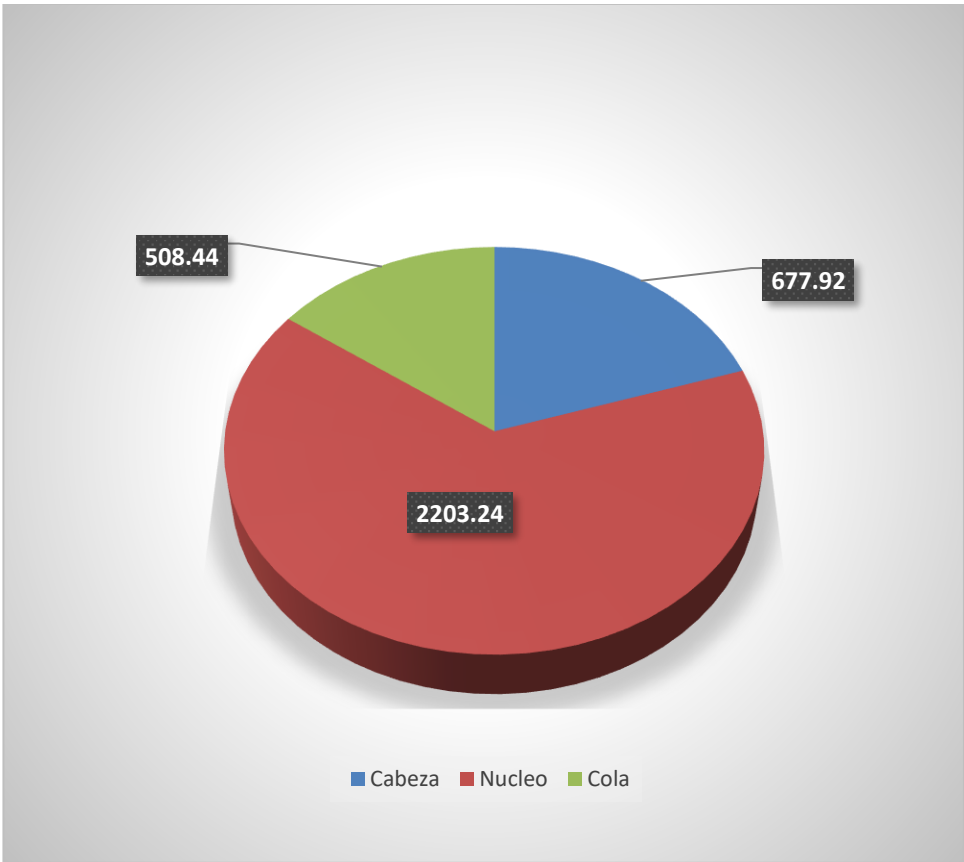
Fuente: Elaboración propia 2024

**Gráfico 23.** Consumo de alimento etapa de alevinaje (kg)



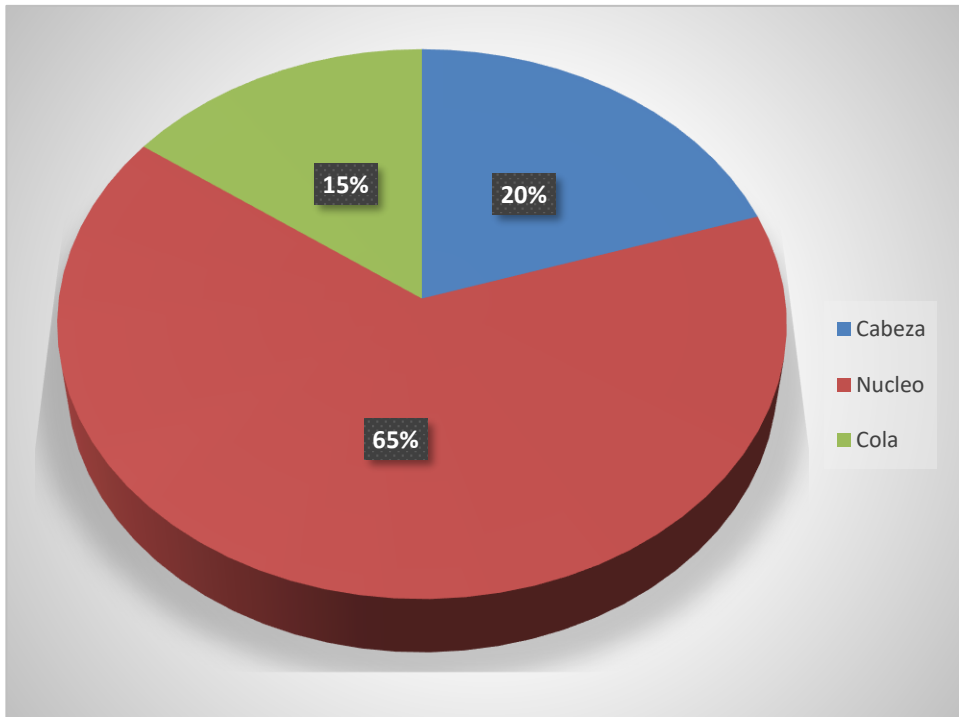
Fuente: Elaboración propia 2024

**Gráfico 24.** Consumo de alimento etapa de juvenil (kg)



Fuente: Elaboración propia 2024

**Gráfico 25. Consumo de alimento etapa de engorde (kg)**



Fuente: Elaboración propia 2024

#### 4.2.4. Mortalidad (%)

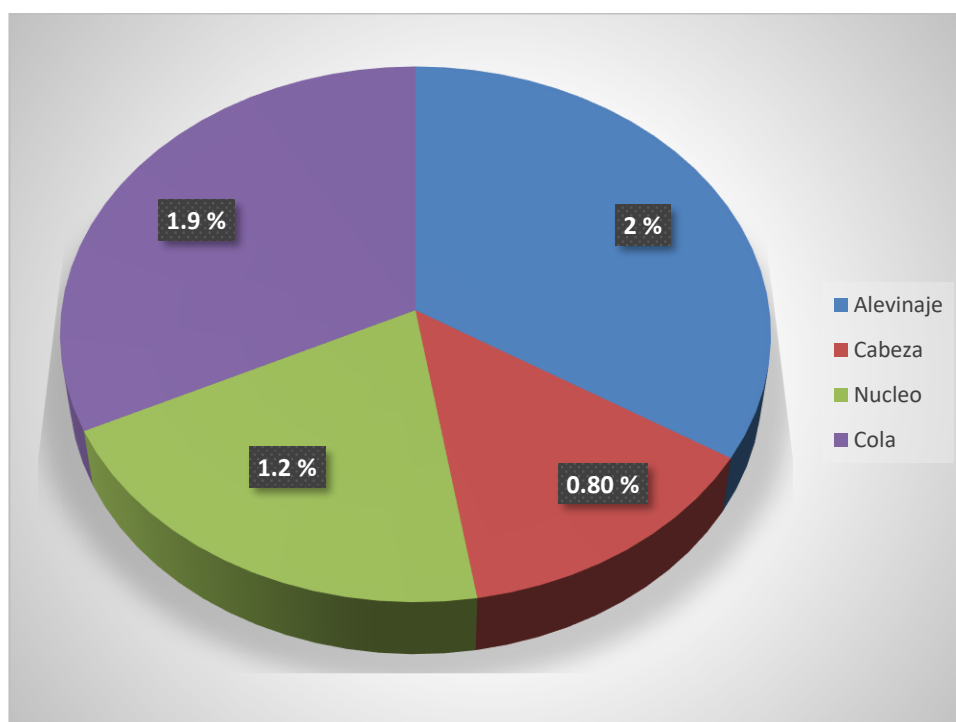
La mortalidad en la etapa de alevinaje fue de 2%. Asimismo, en la etapa juvenil fue de 2.2% y durante la etapa de engorde fue menor, es decir 1.7%. La mortalidad por categoría y grupos figuran en la tabla 18 y se detalla en el gráfico 24.

**Tabla 18. Mortalidad (%)**

	ALEVINAJE	JUVENIL			ENGORDE		
		Cabeza	Núcleo	Cola	Cabeza	Núcleo	Cola
Por etapa y grupo	2	0.5	0.7	1	0.3	0.5	0.9
Acumulada/grupo	2	2.5	3.2	4.2	4.5	5	5.9
Acumulada/etapa	2	2.2			1.7		

Fuente: Elaboración propia 2024

**Gráfico 26.** Mortalidad en las diferentes etapas de producción (%)



Fuente: Elaboración propia 2024

### 4.3. Prueba de Hipótesis

#### 4.3.1. Para talla alevinos

Teniendo en consideración el planteamiento de una media poblacional de 10 cm por alevino y sin varianza poblacional conocida, para luego realizar su contrastación con el promedio de los dos grupos de datos de talla del presente estudio, durante dos meses de crianza. (Ver cuadro 3).

a. Hipótesis

Ho:  $\mu = 10$  cm

H<sub>1</sub>:  $\mu \neq 10$  cm

b. Estadístico de prueba (Distribución t de Student)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

$$\bar{x} = \text{Promedio} = 8.24 \text{ cm}$$

$$\mu = \text{Media propuesta} = 10.0 \text{ cm}$$

$$s = \text{Desviación estándar de la muestra} = 2.17 \text{ cm}$$

$$\sqrt{n} = \text{Raíz del tamaño de la muestra} = \sqrt{10} = 3.16$$

c. Regla de decisión

$$\text{Con } \alpha = 0.05 \text{ y } T_{\text{tal. } 9 \text{ gl}} = 1.83$$

$$H_0: \mu = 10 \rightarrow \text{Si } T_{\text{calc.}} > 1.83 \text{ se acepta } H_0$$

$$H_1: \mu \neq 10 \rightarrow \text{Si } T_{\text{calc.}} < 1.83 \text{ se rechaza } H_0$$

d. Cálculo  $T_{\text{calc.}}$

$$T_{\text{calc.}} = \frac{10 - 8.24}{\frac{2.17}{\sqrt{10}}} = \frac{1.76}{0.55} = 3.16$$

e. Resultado

$$3.16 > 1.83 \rightarrow \text{Se acepta } H_0$$

f. Conclusión

Se concluye que la media poblacional de la talla del alevino debe ser igual a 10 cm.

#### 4.3.2. Para talla juveniles núcleo

a. Hipótesis

$$H_0: \mu = 15 \text{ cm}$$

$$H_1: \mu \neq 15 \text{ cm}$$

b. Estadístico de prueba (Distribución t de Student)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

$$\bar{x} = \text{Promedio} = 14.44 \text{ cm}$$

$$\mu = \text{Media propuesta} = 15.0 \text{ cm}$$

$$s = \text{Desviación estándar de la muestra} = 1.1801 \text{ cm}$$

$$\sqrt{n} = \text{Raíz del tamaño de la muestra} = \sqrt{10} = 3.16$$

c. Regla de decisión

Con  $\alpha = 0.05$  y T tab. 9 gl = 1.8331

$H_0: \mu = 20 \rightarrow$  Si  $T \text{ calc.} > 1.8331$  se acepta  $H_0$

$H_1: \mu \neq 20 \rightarrow$  Si  $T \text{ calc.} < 1.8331$  se rechaza  $H_0$

d. Calculo T calc.

$$T \text{ calc.} = \frac{15 - 14.44}{\frac{1.1801}{\sqrt{10}}} = \frac{1.56}{0.3734} = 4.17$$

e. Resultado

$4.17 > 1.8331 \rightarrow$  Se acepta  $H_0$

f. Conclusión

Se concluye que la media poblacional de la talla del alevino es igual a 15 cm.

#### 4.3.3. Para talla de engorde núcleo

a. Hipótesis

$H_0: \mu = 20 \text{ cm}$

$H_1: \mu \neq 20 \text{ cm}$

b. Estadístico de prueba (Distribución t de Student)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

$\bar{x}$  = Promedio = 19.05 cm

$\mu$  = Media propuesta = 20.0 cm

s = Desviación estándar de la muestra = 1.7451 cm

$\sqrt{n}$  = Raíz del tamaño de la muestra =  $\sqrt{15} = 3.8729$

c. Regla de decisión

Con  $\alpha = 0.05$  y T tal. 14 gl = 1.7613

$H_0: \mu = 20 \rightarrow$  Si  $T \text{ calc.} > 1.7613$  se acepta  $H_0$

H1:  $\mu \neq 20 \rightarrow$  Si T calc.  $< 1.7613$  se rechaza H0

d. Calculo T calc.

$$T \text{ calc.} = \frac{20-19.05}{\frac{1.7451}{\sqrt{15}}} = \frac{0.95}{0.7391} = 2.1087$$

e. Resultado

$2.1087 > 1.7613 \rightarrow$  Se acepta H<sub>0</sub>

f. Conclusión

Se concluye que la media poblacional de la talla del alevino debe ser igual a 20 cm.

#### 4.3.4. Para peso de alevinos

a. Hipótesis

H<sub>0</sub>:  $\mu = 8$  g

H<sub>1</sub>:  $\mu \neq 8$  g

b. Estadístico de prueba (Distribución t de Student)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

$\bar{x}$  = Promedio = 7.485 g

$\mu$  = Media propuesta = 8 g

s = Desviación estándar de la muestra = 3.40 g

$\sqrt{n}$  = Raíz del tamaño de la muestra =  $\sqrt{10} = 3.16$

c. Regla de decisión

Con  $\alpha = 0.05$  y T tal. 9 gl = 1.8331

H<sub>0</sub> :  $\mu = 8 \rightarrow$  Si T calc.  $> 1.8331$  se acepta H<sub>0</sub>

H<sub>1</sub> :  $\mu \neq 8 \rightarrow$  Si T calc.  $< 1.8331$  se rechaza H<sub>0</sub>

d. Calculo T calc.

$$T \text{ calc.} = \frac{8-7.485}{\frac{3.40}{\sqrt{10}}} = \frac{0.515}{1.0759} = 0.4786$$

e. Resultado

$$0.4786 < 1.8331 \rightarrow \text{Se rechaza } H_0$$

f. Conclusión

Se concluye que la media poblacional del peso del alevino es distinta a 8 g.

#### 4.3.5. Para peso de juveniles núcleo

a. Hipótesis

$$H_0: \mu = 42 \text{ g}$$

$$H_1: \mu \neq 42 \text{ g}$$

b. Estadístico de prueba (Distribución t de Student)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

$$\bar{x} = \text{Promedio} = 41.60 \text{ g}$$

$$\mu = \text{Media propuesta} = 42 \text{ g}$$

$$s = \text{Desviación estándar de la muestra} = 26.96 \text{ g}$$

$$\sqrt{n} = \text{Raíz del tamaño de la muestra} = \sqrt{10} = 3.16$$

c. Regla de decisión

$$\text{Con } \alpha = 0.05 \text{ y T tal. 9 gl} = 1.8331$$

$$H_0: \mu = 8 \rightarrow \text{Si T calc.} > 1.8331 \text{ se acepta } H_0$$

$$H_1: \mu \neq 8 \rightarrow \text{Si T calc.} < 1.8331 \text{ se rechaza } H_0$$

d. Calculo T calc.

$$T \text{ calc.} = \frac{42 - 41.60}{\frac{26.96}{\sqrt{10}}} = \frac{0.40}{8.53} = 0.046$$

e. Resultado

$$0.046 < 1.8331 \rightarrow \text{Se rechaza } H_0$$

f. Conclusión

Se concluye que la media poblacional del peso del juvenil es distinta

a 42 g.

#### 4.3.6. Para peso de engorde núcleo

a. Hipótesis

Ho:  $\mu = 185$  g

H1:  $\mu \neq 185$  g

b. Estadístico de prueba (Distribución t de Student)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

$\bar{x}$  = Promedio = 183.42 g

$\mu$  = Media propuesta = 185 g

s = Desviación estándar de la muestra = 41.55 g

$\sqrt{n}$  = Raíz del tamaño de la muestra =  $\sqrt{15} = 3.8729$

c. Regla de decisión

Con  $\alpha = 0.05$  y T tab. 14 gl = 1.7613

H0:  $\mu = 185 \rightarrow$  Si T calc. > 1.7613 se acepta H0

H1:  $\mu \neq 185 \rightarrow$  Si T calc. < 1.7613 se rechaza H0

d. Calculo T calc.

$$T \text{ calc.} = \frac{185 - 183.42}{\frac{41.55}{\sqrt{15}}} = \frac{1.58}{11.16} = 0.1415$$

e. Resultado

$0.1415 < 1.7613 \rightarrow$  Se rechaza H<sub>0</sub>

f. Conclusión

Se concluye que la media poblacional de la talla del alevino debe ser distinto a 185 g.

#### 4.4. Discusión de resultados

##### 4.4.1. Talla de la trucha

Como se indicó anteriormente, al segundo mes de crianza las truchas alcanzaron una talla promedio de 6.28 cm, valor ligeramente inferior a la talla ideal propuesta por el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero – FONDEPES (2014), que establece un promedio de 9.5 cm para condiciones de sierra, crianza en pozas y una temperatura promedio del agua de 11 °C. Del mismo modo, dicha referencia señala que al tercer mes las truchas deberían alcanzar aproximadamente 11.5 cm; sin embargo, en la presente investigación se obtuvo una talla promedio de 10.20 cm.

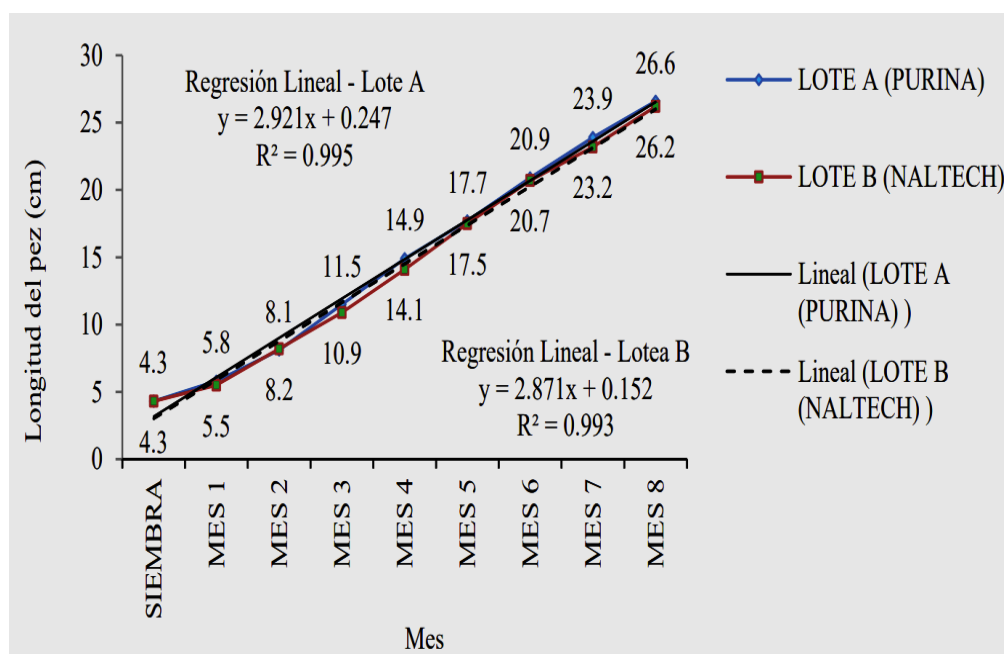
Esta diferencia podría explicarse por el estrés sufrido por los alevinos durante el transporte desde el Valle del Mantaro, así como por el tiempo requerido para su adaptación a las nuevas condiciones ambientales de la piscigranja. En este sentido, coincidimos con lo señalado por Blanco (1994), quien menciona que los salmónidos, familia a la que pertenece la trucha arco iris, son particularmente sensibles durante el proceso de adaptación, requiriendo rangos adecuados de temperatura (11 a 16 °C), pH (7 a 8) y saturación de oxígeno (60 %). Asimismo, el autor indica que estos peces reaccionan negativamente frente a cambios bruscos en dichas variables, situación que probablemente influyó en la menor talla registrada durante las primeras etapas del estudio.

No obstante, una vez superado el periodo de adaptación al nuevo medio, las tallas observadas durante la etapa juvenil comenzaron a aproximarse a los parámetros de crecimiento establecidos por FONDEPES (2014), evidenciando una recuperación progresiva en el desarrollo de los peces.

En relación con la etapa de engorde, los resultados obtenidos en la categoría cabeza mostraron una talla promedio de 23.38 cm, valor superior al reportado por Morales (2004), quien obtuvo 22.4 cm trabajando con truchas bajo un sistema de crianza intensivo y alimentación *ad libitum*.

Por otro lado, al octavo mes de crianza se registró una talla promedio de 25.97 cm, resultado muy similar al encontrado por Coella (2020), quien evaluó el engorde de truchas utilizando dos marcas comerciales de alimento y obtuvo tallas promedio de 26.6 cm y 26.2 cm, respectivamente. Asimismo, la curva de incremento de talla observada en la presente investigación (ver gráfico 22) presenta una tendencia semejante a la reportada por dicho autor, lo que evidencia un comportamiento de crecimiento comparable bajo condiciones de manejo similares.

**Gráfico 27.** Comparación de incremento mensual de longitud de las truchas en ambos lotes de cultivo



Fuente: Morales (2004)

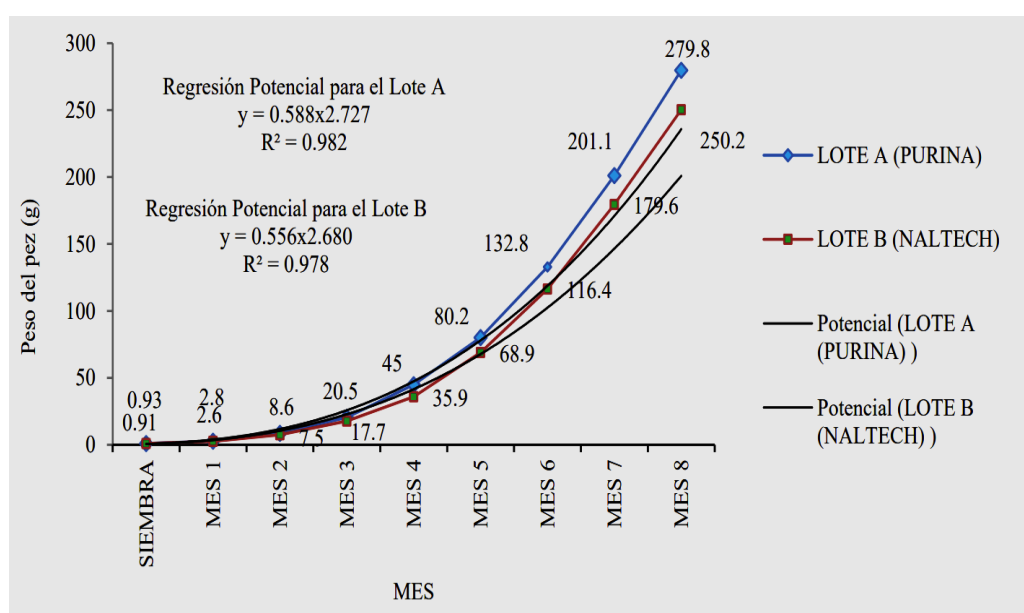
Asimismo, nuestros resultados también coinciden con los hallados por Flores (2012), que trabajó en el Lago Titicaca, con las mismas marcas de alimento balanceado.

Por otro lado, en relación con las categorías propias de la trucha que surgen al realizar la clasificación, es decir: cabeza, núcleo y cola; dicha presencia es también detectada al acto de clasificación por Morales (2004) en proporciones de 10, 70 y 20% respectivamente.

#### 4.4.2. Peso de la trucha

Al final del octavo mes, nuestro estudio hallo un valor promedio (cabeza) de 261.1 g, valor que resulta intermedio al logrado por Coella (2020) con cifras de 279.8 y 250.2 alimentando con Purina y Naltech respectivamente (ver figura 22). Basado en ello, podemos decir que el peso logrado por nuestras truchas está cercano a los logrados en otros estudios.

**Gráfico 28.** Incremento mensual de peso medio (g) de truchas en ambos lotes de cultivo



Fuente: Coella (2020)

Por otro lado, nuestros resultados del peso de la trucha a nivel de los diversos estadios, como: alevinaje, juvenil y engorde, resultan algo menores a los parámetros señalados por Fondepes (2014) para crianza intensiva de alta tecnificación.

Por otro lado, para el caso específico de alevinos, los datos de peso hallado en el presente estudio coinciden con los datos hallados por Stevenson (1999).

Asimismo, de acuerdo con Castro (2004), el patrón de crecimiento en peso, de la trucha arco iris en peso, sigue una curva sigmoidea; es decir, lenta en su primera etapa (alevinaje) y acelerada en las etapas juvenil y engorde. Similarmente, dicho patrón de crecimiento, también se apreció en la presente investigación.

Estudios de dinámica del crecimiento en trucha arco iris, variando la fuente de proteína, realizados por Morales-Gallo (2021) identifican también el indicado ritmo sigmoideo de ganancia de peso, al igual que el observado en la presente investigación.

#### **4.4.3. Consumo de alimento**

Antes de discutir sobre la cantidad de alimento consumido, durante las etapas de desarrollo de la trucha arcoíris, quizás resulte conveniente primero analizar lo que realmente contiene un alimento para este pez en el Perú. Y principalmente contiene altos niveles de harina y aceite de pescado.

Basado en ello, prácticamente, todas las empresas que fabrican alimentos balanceados para para truchas, no dejan de prescindir de dichos insumos. En nuestro caso, empleamos alimento balanceado conocido donde el olor a pescado era lo que identificaba a dichos productos. Al respecto, Seminario et al (2022) luego de un amplio estudio bibliográfico, sobre los distintos tipos de alimentación de la trucha en sus distintas etapas, concluyen que los insumos: harina de pescado, aceite de pescado y torta de soya, siempre están presentes en proporciones importantes dentro de las distintas mezclas de alimentos para este pez, en concordancia a lo observado en los concentrados empleados por nosotros.

Los valores de consumo de alimento, para las etapas de alevinaje, juvenil y engorde en general, son similares a lo establecido como parámetro por el Fondepes (2014) con valores de 118, 3420 y 15800 kg respectivamente para 30000 truchas. Basado en ello podemos señalar que las estrategias de asignación de alimento, adecuada dosificación en pozas y la calidad del alimento, permitieron un adecuado consumo y por ende, menos desperdicios y mermas de nuestros concentrados.

#### **4.4.4. Mortalidad (%)**

En la presente investigación, la mortalidad en general (sin especificar causa) fue de 2, 2.2 y 1.75 % para las categorías alevinos, juvenil y engorde respectivamente;

dichas cifras resultan cercanas a las logradas por Montesinos (2018) trabajando en explotaciones de truchas en jaulas flotantes en el Lago Titicaca.

Dicho investigador, realizo amplios estudios sobre las causas de mortalidad, agrupando las mismas en causas no infecciosas (estrés agudo, estrés crónico y enfermedades nutricionales) , asimismo enfermedades infecciosas causadas por bacterias, hongos y virus.

Asimismo, cabe señalar que en la presente investigación, se tomaron todas las medidas preventivas de limpieza (rascado de paredes) y desinfección (con cal) de los estanques, así como el remojo de las herramientas de trabajo (mallas, seleccionadoras, artesas, baldes, escobas, etc.) en solución de lejía, siguiendo las recomendaciones de Klontz (1991). Con ello se evitó la presencia de las causas que motivarían la mortalidad en la explotación piscícola de Cuchihuain.

## CONCLUSIONES

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en la presente investigación, se arribó a las siguientes conclusiones:

1. Los alevines adquiridos de la línea española mostraron una adaptación moderada a las condiciones ambientales de la Piscigranja Cuchihuain durante los primeros meses de crianza. Al tercer mes alcanzaron una talla promedio de 10.20 cm y un peso promedio de 10.70 g, evidenciando una respuesta favorable luego del periodo inicial de adaptación.
2. Las truchas juveniles de los grupos cabeza y núcleo alcanzaron tallas promedio de 17.21 cm y 14.44 cm, respectivamente; mientras que en la etapa de engorde registraron 23.38 cm y 19.05 cm. Estos resultados se aproximan a los parámetros de crecimiento establecidos para sistemas de crianza en zonas de sierra altoandina.
3. Se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) en la talla entre los grupos de crecimiento cabeza, núcleo y cola, tanto en la etapa juvenil como en la etapa de engorde, lo que demuestra variaciones en el ritmo de desarrollo de las truchas según el grupo evaluado.
4. En cuanto al peso, las truchas juveniles de los grupos cabeza y núcleo alcanzaron promedios de 49.48 g y 41.60 g, respectivamente; mientras que en la etapa de engorde registraron 207.28 g y 183.68 g. Estos valores fueron ligeramente inferiores a los parámetros reportados para condiciones de crianza en la sierra altoandina.
5. Asimismo, se evidenciaron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) en el peso entre los grupos cabeza, núcleo y cola, confirmando la existencia de distintos niveles de crecimiento dentro de la población evaluada.
6. De manera referencial, el consumo de alimento balanceado durante las etapas de alevinaje, juvenil y engorde fue de 118 kg, 3420 kg y 15 800 kg, respectivamente, valores muy similares a los parámetros técnicos establecidos para la crianza de 30 000 truchas en zonas altoandinas. Del mismo modo, el porcentaje de mortalidad total registrado fue de 3.9 %, considerado aceptable para este tipo de sistema productivo.

7. Los resultados obtenidos permitieron demostrar la hipótesis general planteada, la cual señala que es posible medir el ritmo de crecimiento de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.
8. Asimismo, se comprobó la hipótesis específica relacionada con la medición del crecimiento en talla (cm) de la trucha arco iris durante las etapas de alevinaje y engorde en los grupos de crecimiento cabeza, núcleo y cola.
9. Finalmente, también se demostró la hipótesis específica referida a la medición del crecimiento en peso (g) de la trucha arco iris durante las etapas de alevinaje y engorde en los grupos cabeza, núcleo y cola, evidenciándose diferencias en el comportamiento productivo de cada grupo evaluado.

## RECOMENDACIONES

Con base en los resultados, la discusión y las conclusiones obtenidas en la presente investigación, se plantean las siguientes recomendaciones:

1. Considerar la crianza de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) como una alternativa viable de inversión y desarrollo productivo en zonas de altura, debido a su capacidad de adaptación y al comportamiento favorable mostrado bajo condiciones de sierra altoandina.
2. Continuar desarrollando investigaciones más específicas y detalladas orientadas a optimizar las estrategias de manejo, alimentación y sanidad en la crianza de trucha arco iris, con la finalidad de mejorar los índices de crecimiento, supervivencia y eficiencia productiva en sistemas piscícolas altoandinos.
3. Realizar estudios complementarios de carácter económico y financiero que permitan evaluar la rentabilidad y sostenibilidad de la producción de trucha arco iris en condiciones de sierra altoandina, considerando costos de producción, consumo de alimento, mortalidad y rendimiento comercial.
4. Promover la capacitación técnica de los productores piscícolas en temas relacionados con manejo productivo, calidad del agua, nutrición y control sanitario, a fin de fortalecer las capacidades de producción y mejorar la competitividad del sector acuícola regional.
5. Implementar programas de monitoreo permanente de los parámetros fisicoquímicos del agua, especialmente temperatura, oxígeno disuelto y pH, debido a que estas variables influyen directamente en el crecimiento y adaptación de las truchas durante las diferentes etapas de crianza.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Animal Welfare Act – AWA (1990). Transportation, sale, and handling of certain animals.

Tomado de:

<https://uscode.house.gov/view.xhtml?path=/prelim@title7/chapter54&edition=prelim>

Ander - Egg, E. (2011). *Introducción a la planificación estratégica* (3.ª ed.). Lumen.

Arregui, L. (2013). El cultivo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), tomado de:

[https://www.observatorioacuicultura.es/sites/default/files/images/adjuntos/libros/cuaderno\\_trucha\\_digital\\_web.pdf](https://www.observatorioacuicultura.es/sites/default/files/images/adjuntos/libros/cuaderno_trucha_digital_web.pdf)

Autoridad Nacional del Agua (2014). Inventario de lagunas y glaciares del Perú. Tomado de:

[https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/inventario\\_de\\_lagunas\\_d  
el\\_peru\\_parte1.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/inventario_de_lagunas_del_peru_parte1.pdf)

Baylón, M.; Roa, K; Libio, T.; Tapia, L.; Jara, E.; Macedo, D.; Salvatierra, A.; Dextre, A. (2018).

Evaluación de la diversidad de algas fitoplanctónicas como indicadores de la calidad del agua en lagunas altoandinas del departamento de Pasco (Perú). Tomado de:

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-  
22162018000100013](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162018000100013)

BCRP (2021). Actividad Productiva y Empleo, tomado de:

[https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Memoria/2021/memoria-bcrp-2021-  
1.pdf](https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Memoria/2021/memoria-bcrp-2021-1.pdf)

Bioinnova (2015-2022). Uned. Facultad de Ciencias, tomado de:

[https://www.innovabiologia.com/biodiversidad/diversidad-animal/anatomia-  
oncorhynchus-mykiss/](https://www.innovabiologia.com/biodiversidad/diversidad-animal/anatomia-oncorhynchus-mykiss/)

Blanco, M. C. (1994). La trucha. Cría industrial. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid, España.

1-488.

Camacho, B. E., Moreno M. R., Rodríguez M. G., Luna C. R. y Vásquez M. (2000). Guía para el cultivo de trucha.

- Castro, A. M. (2004). Algunos aspectos bioecológicos de la trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* en el embalse pantano redondo Cundinamarca – Colombia. Universidad Nacional de Colombia; Facultad De Ciencias Departamento de Biología. 1 - 63.
- Coella, E (2020). Cultivo y crecimiento de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) alimentada con dos marcas de alimento extruido: estudio en laguna altoandina de Perú. Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo (2020) Volumen 6 Número (1): XX-XX.
- Chávez, J. (2015). Programa de libro abierto para la raza Brown Swiss. Tomado de: <https://es.slideshare.net/slideshow/programa-libro-abierto-brown-swisspptx/263213421>
- Chiodo, L. M. (1998). Cultivo de truchas en lagunas. Ediciones Calipso. Argentina.
- Daniel L. Stufflebeam, D. L., & Shinkfield, A. J. (2007). *Evaluation theory, models, and applications*. Jossey-Bass.
- Ecología Verde (2018). Aguas continentales: qué son, características e importancia. Tomado de: <https://www.ecologiaverde.com/aguas-continentales-que-son-caracteristicas-e-importancia-2363.html>
- El Comercio (2014). La trucha, el pez que fue traído al Perú y criado por mineros. Tomado de: [https://elcomercio.pe/economia/negocios/trucha-pez-traido-peru-criado-mineros-358791-noticia/#google\\_vignette](https://elcomercio.pe/economia/negocios/trucha-pez-traido-peru-criado-mineros-358791-noticia/#google_vignette)
- Flores, M. (2013). Crecimiento de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) producidas con alimento fresco y balanceado en jaulas flotantes, muelle Barco Lago Titicaca. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Del Altiplano. Puno-Perú. 2013. 30-40 pág.
- FONDEPES (2014). Crianza de trucha en el Perú y sus potencialidades al 2030. Tomado de: <https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2019/11/04-crianza-trucha-peru-potencialidades-2030.pdf>
- FONDEPES (2017). Crianza de trucha en el Perú y sus potencialidades al 2030. Tomado de: <https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2019/11/04-crianza-trucha-peru-potencialidades-2030.pdf>

FONDEPES (2020). Manual del cultivo de trucha en ambientes convencionales, tomado de:

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2496894/Manual-de-Cultivo-de-Trucha.pdf?v=1637709429>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022: Hacia la transformación azul*. FAO.

<https://doi.org/10.4060/cc0461es>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Education.

Hernández Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.

Hutchinson, G. W., Dawson, K., Fitzgibbon, C. C., & Martin, P. J. (2009). *Efficacy of an injectable combination anthelmintic (nitroxynil + clorsulon + ivermectin) against early immature Fasciola hepatica compared to triclabendazole combination flukicides given orally or topically to cattle*. *Veterinary Parasitology*, 162(3–4), 278–284.

<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.03.032>

IMARPE. Instituto del Mar del Perú (2024). Tomado de:

[https://www.imarpe.gob.pe/imarpe/index2.php?id\\_seccion=1017005020300000000000](https://www.imarpe.gob.pe/imarpe/index2.php?id_seccion=1017005020300000000000)

Klontz, G. (1991). *Manual for rainbow trout production on the family-owned farm*. Department of Fish and Wildlife Resources. University of Idaho Moscow. 70p.

Maximixe (2010) – MIPRE- Elaboración del estudio de mercado de la trucha en Arequipa, Cusco, Lima, Huancayo y Puno, tomado de:

<https://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/DGA-PUBLICACIONES/estudio-de-mercado-trucha.pdf>

MINAN (2015). *Estrategia Nacional de Humedales*. Tomado de:

<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/01/Anexo-Decreto-Supremo-N%C2%B0-004-2015-MINAM2.pdf>

- Morales, G. (2004). Crecimiento y eficiencia alimentaria de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas bajo diferentes regímenes de alimentación. Área de sistemas de producción acuática. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- Montesinos, J. (2018). Diagnóstico situacional de la crianza de truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en centros de cultivo del lago Titicaca. Tesis para optar el grado de Maestro en Sanidad Acuícola, EPG PUCP.
- Morales Gallo, D. (2021). Evaluación de la curva de crecimiento en la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) bajo diferentes porcentajes de inclusión de proteína en la alimentación. Tomado de:  
[https://redcol.minciencias.gov.co/Record/RUCO2\\_81328e94db0a060dec1adf33b6322094/Description](https://redcol.minciencias.gov.co/Record/RUCO2_81328e94db0a060dec1adf33b6322094/Description)
- National Geographic (2010). Los ríos y sus afluentes son las venas del planeta que bombean agua dulce a los humedales, a los lagos y al mar. Tomado de:  
<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/rios>
- Parrado, Y (2012). Historia de la acuicultura en Colombia. Tomado de:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49425906003>
- Plan Regional de Acuicultura de Pasco 2012 -2021. Dirección de Pesquería GRP, tomado de:  
<https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2019/07/Plan-Regional-de-Acuicultura-Pasco.pdf>
- Salinas, J.; Alarcón, E. (2017). Acuicultura: trucha. una opción para el desarrollo de comunidades andinas, tomado de:  
[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3554/MDE\\_1732.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3554/MDE_1732.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- UNALM (2022). Tabla de alimentación diaria de la trucha arco iris, tomado de:  
<https://es.scribd.com/doc/113504131/Tablas-de-alimentacion>
- Pillay, T. V. R., & Kutty, M. N. (2005). *Aquaculture: Principles and practices* (2.<sup>a</sup> ed.). Blackwell Publishing.
- Odum, E. P., & Barrett, G. W. (2006). *Fundamentos de ecología* (5.<sup>a</sup> ed.). Thomson.

- Ramos Ramos, N., & Solano Yauri, S. M. (2022). *Eficacia del triclabendazol, closantel y nitroxinil en el control de fasciola hepática en bovinos en el Centro Poblado de Antacocha* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional UNH. <https://repositorio.unh.edu.pe/items/865569cd-b924-4e38-a544-5bf7b901baa1>
- Rojas-Moncada, J., Saldaña, L., Urteaga, V., Vergara, R., Rojas, A., Torrel, S., Murga-Moreno, C., & Vargas-Rocha, L. (2024). Efficacy of anthelmintic drugs to control *Fasciola hepatica* in dairy cattle in Peru. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 37(2), 101–109. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v37n2a2>
- Seminario, A., Abanto, C.; Añaños, M. y Chávez, H (2022). La alimentación de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)) en la acuicultura peruana. Tomado de:  
<https://unach.edu.pe/rcnorandina/index.php/ciencianorandina/article/download/100/171/421>:
- Sistema Nacional de Acuicultura (2021). Manual para una acuicultura sostenible. Cultivo de Trucha, tomado de: <https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2022/09/Manual-de-Trucha-1.pdf>
- Sedwick, S. D. 1988. Cría de la trucha. Acribia. Zaragoza. España. 34-86
- Shelton, J. L. 1994. Trout production. Cooperative Extension Service, The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences. 1- 15.
- Stevenson, J.P. (1999). Trout Farming Manual. Fishing News (book) Ltd., Surrey England. E P, 1- 203.
- Stickney, R.R. (2000). Enciclopedia of Aquaculture. John Wiley and Sons, Inc. Texas, State United of America.
- UPC-Facultad de Negocios (2022). Producción y comercialización de truchas en Pasco, tomado de: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-peruana-de-ciencias-aplicadas/direccion-estrategica/ad184-tb1-truchas-en-pasco-mv81-2022/26529124>
- Wedemeyer, G. A. (2001). *Fish hatchery management* (2.<sup>a</sup> ed.). American Fisheries Society.

Yapuchura, S. C. R., Mamani Choque, S. E., Pari Quispe, D., & Flores Mamani, E. (2018).  
Curvas de crecimiento y eficiencia en la alimentación de truchas arcoíris  
(*Oncorhynchus Mikyss*) en el costo de producción. *Comuni@cción: Revista De  
Investigación En Comunicación Y Desarrollo*, 9(1), 68  
77. <https://comunicacionunap.com/index.php/rev/article/view/244>

## **ANEXOS**

### Anexo 1. Talla de truchas en diferentes edades de producción (cm)

CATEGORIA	ALEVINAJE		JUVENIL						ENGORDE								
	MES	2	3	4		5			6			7			8		
Grupo	II	III	Cabeza	Núcleo	Cola	Cabeza	Núcleo	Cola	Cabeza	Núcleo	Cola	Cabeza	Núcleo	Cola	Cabeza	Núcleo	Cola
1	6.00	11.00	16.00	13.00	11.00	18.00	15.00	12.00	19.00	16.50	12.50	23.00	18.50	15.00	26.50	21.00	15.50
2	6.50	9.50	15.50	13.00	10.00	17.00	15.00	12.00	18.50	17.50	13.00	25.00	18.00	13.50	26.00	20.00	14.50
3	5.00	12.00	16.00	13.50	11.00	19.50	16.00	11.50	21.00	17.00	13.50	26.00	20.00	14.50	25.50	22.00	15.00
4	6.00	11.50	16.00	14.00	11.50	17.50	15.50	12.50	19.50	17.00	13.00	23.00	18.50	13.00	26.00	20.00	15.00
5	7.00	11.00	17.00	13.00	11.00	20.00	15.00	12.50	19.50	17.00	14.00	24.00	20.00	14.00	26.50	21.00	14.50
6	6.50	9.50	16.00	13.50	10.50	18.50	15.00	11.50	21.00	16.50	13.00	24.50	18.00	13.50	27.00	22.00	15.00
7	5.50	9.00	16.50	13.50	12.00	17.00	15.50	12.50	18.50	17.00	12.50	25.00	18.50	14.00	26.00	20.00	15.50
8	6.00	9.00	16.50	13.00	11.50	18.50	16.00	11.50	22.50	17.50	12.00	23.00	20.00	13.50	25.00	22.00	14.50
9	7.00	10.00	16.50	13.50	12.00	18.50	16.00	12.00	20.50	18.00	13.50	24.00	18.00	14.00	25.50	21.00	14.50
10	7.50	11.50	17.00	13.00	11.50	19.00	15.50	12.50	19.50	16.50	14.00	23.00	18.50	13.50	26.50	20.00	15.00
11	7.00	10.00	15.50	13.00	11.00	17.00	16.00	11.50	18.50	17.00	12.50	24.50	20.00	14.50	26.50	22.00	15.00
12	7.00	9.00	15.50	13.00	11.50	19.00	15.50	12.50	18.50	16.50	12.50	24.50	19.50	13.50	25.50	20.00	15.50
13	6.50	10.00	16.50	13.50	10.00	18.00	16.00	11.50	22.50	17.50	13.00	23.50	20.00	15.00	26.00	21.00	15.00
14	5.50	10.00	16.50	14.00	10.50	17.00	15.00	12.00	21.00	16.50	13.00	23.00	18.50	14.50	25.50	22.00	15.50
15	5.20	10.00	15.90	13.80	11.00	19.00	16.00	12.00	20.00	17.00	12.50	22.50	19.00	15.00	26.00	22.50	16.00
<b>Promedio</b>	<b>6.28</b>	<b>10.20</b>	<b>16.19</b>	<b>13.35</b>	<b>11.07</b>	<b>18.23</b>	<b>15.53</b>	<b>12.00</b>	<b>20.00</b>	<b>17.00</b>	<b>12.97</b>	<b>23.90</b>	<b>19.00</b>	<b>14.07</b>	<b>26.00</b>	<b>21.10</b>	<b>15.07</b>

## Anexo 2. Peso de truchas en diferentes edades de producción (kg)

CATEGORIA	ALEVINAJE		JUVENIL						ENGORDE								
MES	2	3	4			5			6			7			8		
Grupo	II	III	Cabeza	Núcleo	Cola	Cabeza	Núcleo	Cola	Cabeza	Núcleo	Cola	Cabeza	Núcleo	Cola	Cabeza	Núcleo	Cola
1	5.00	11.00	17.00	16.00	12.00	82.00	69.00	47.00	162.50	132.00	69.00	205.00	182.50	92.00	256.00	236.00	117.50
2	3.50	10.00	19.00	14.50	13.00	79.50	68.00	46.50	161.00	128.50	71.00	202.00	193.00	90.00	265.00	225.50	116.00
3	4.00	11.50	19.00	16.00	12.00	81.50	67.50	45.50	159.00	130.00	70.00	198.00	190.50	94.00	259.50	226.00	118.00
4	4.00	11.50	18.50	14.00	12.00	80.00	67.50	45.00	159.50	129.50	69.50	201.00	195.00	88.00	258.00	232.50	124.00
5	3.50	10.00	18.00	16.00	13.00	82.00	67.50	46.50	160.00	130.00	69.50	202.00	182.50	89.50	263.00	238.00	120.50
6	4.00	11.00	18.50	16.00	12.50	80.00	67.00	46.50	160.00	128.00	72.00	195.00	194.00	87.50	268.00	232.00	115.00
7	5.00	10.00	19.00	14.50	13.00	80.50	68.50	44.00	162.50	132.00	71.00	203.00	194.00	94.00	256.50	225.00	116.00
8	4.00	10.50	18.00	13.00	13.00	79.50	67.00	45.50	159.00	128.50	69.50	198.00	195.00	93.00	263.00	225.50	122.00
9	4.00	11.50	17.00	14.00	12.00	81.50	67.50	45.00	161.00	131.00	71.50	200.50	182.50	90.00	261.50	228.00	119.00
10	5.00	10.00	18.00	16.00	12.00	79.00	69.00	47.00	159.00	132.00	69.00	200.00	194.50	86.00	260.00	237.00	124.00
11	3.50	10.00	18.50	15.00	12.50	82.00	67.50	46.50	162.50	130.00	72.00	195.00	190.00	90.50	256.00	226.50	120.50
12	5.00	11.00	19.00	16.00	13.50	81.50	69.00	45.50	161.00	132.00	69.50	204.00	195.00	90.00	261.50	225.00	117.00
13	4.00	10.00	20.00	14.50	12.50	81.50	68.50	46.00	162.50	128.50	69.50	195.00	193.50	89.00	256.60	237.50	128.00
14	5.00	11.50	17.00	15.00	12.00	81.50	68.50	45.00	159.00	132.00	70.00	204.00	182.50	89.50	268.50	227.00	124.00
15	4.50	11.00	16.50	16.00	12.50	79.50	69.50	44.50	159.50	133.00	69.50	202.50	183.00	90.00	269.50	228.00	125.00
<b>Promedio</b>	<b>4.27</b>	<b>10.70</b>	<b>18.20</b>	<b>15.10</b>	<b>12.50</b>	<b>80.77</b>	<b>68.10</b>	<b>45.73</b>	<b>160.53</b>	<b>130.47</b>	<b>70.17</b>	<b>200.33</b>	<b>189.83</b>	<b>90.20</b>	<b>261.51</b>	<b>229.97</b>	<b>120.43</b>

**Anexo 3. Fotografía de trucha en estanque – poza**



**Anexo 4. Fotografía mostrando trucha muerta**



**Anexo 5. Fotografía mostrando trucha muerta**



**Anexo 6. Fotografía mostrando trucha muerta**



**Anexo 7. Fotografía mostrando trucha en etapa juvenil**



**Anexo 8. Fotografía mostrando trucha en etapa juvenil**



**Anexo 9. Fotografía mostrando piscigranja de Cuchihuain**



**Anexo 10. Fotografía mostrando visita de estudiantes**



## MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Evaluación de la dinámica de crecimiento en truchas arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) etapa alevinaje - engorde en la piscigranja Cuchihuain – CC. PP San Juan de Yanacachi – distrito de Ticsacayan – Pasco - 2023					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS MDE MEDICIÓN
<p>¿Cómo se desarrolla la dinámica de crecimiento de las truchas arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain – Centro Poblado San Juan de Yanacachi – distrito de Ticsacayán – Pasco, durante el año 2023?</p>	<p>Evaluar la dinámica de crecimiento de las truchas arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain – Centro Poblado San Juan de Yanacachi – distrito de Ticsacayán – Pasco, durante el año 2023.</p>	<p>Ha: La dinámica de crecimiento de las truchas arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain presenta variaciones significativas en talla, peso vivo, consumo de alimento y mortalidad durante el año 2023.</p> <p>H<sub>0</sub>: La dinámica de crecimiento de las truchas arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain no presenta variaciones significativas en talla, peso vivo, consumo de alimento y mortalidad durante el año 2023.</p>	<p><b>Variable independiente (VI)</b></p> <p>Etapas de crianza de la trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etapa de alevinaje</li> <li>- Etapa de engorde</li> </ul> <p><b>Variables dependientes (VD)</b></p> <p>Dinámica de crecimiento de las truchas arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento de talla (cm)</li> <li>- Ganancia de peso vivo (g)</li> <li>- Consumo de alimento (kg)</li> <li>- Mortalidad porcentaje (%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Etapa de alevinaje</li> <li>- Etapa juvenil</li> <li>- Etapa de engorde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ficha de registro</li> <li>- Cuaderno de campo</li> <li>- Registro de producción</li> </ul>
<b>Problema específico</b>	<b>Objetivo específico</b>	<b>Hipótesis nula</b>			
<p>a. ¿Cuál es el comportamiento del incremento de talla (cm) de las truchas arcoíris</p>	<p>a. Determinar el comportamiento del incremento de talla (cm) de las truchas arcoíris</p>	<p><b>a. Incremento de talla</b></p> <p>Ha: El incremento de talla (cm) de las truchas arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) presenta diferencias</p>			

<p>(<i>Oncorhynchus mykiss</i>) durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain?</p> <p>b. ¿Cómo varía la ganancia de peso vivo (g) de las truchas arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain?</p> <p>c. ¿Cuál es el nivel de consumo de alimento balanceado (kg) registrado durante las etapas de alevinaje y engorde de las truchas arcoíris en la Piscigranja Cuchihuain?</p> <p>d. ¿Qué porcentaje de mortalidad presentan las truchas arcoíris (<i>Oncorhynchus</i></p>	<p>(<i>Oncorhynchus mykiss</i>) durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.</p> <p>b. Evaluar la variación de la ganancia de peso vivo (g) de las truchas arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.</p> <p>c. Cuantificar el consumo de alimento balanceado (kg) registrado durante las etapas de alevinaje y engorde de las truchas arcoíris en la Piscigranja Cuchihuain.</p> <p>d. Determinar el porcentaje de mortalidad de las truchas arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) durante las etapas de alevinaje, juvenil y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.</p>	<p>significativas durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.</p> <p>H<sub>0</sub>: El incremento de talla (cm) de las truchas arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) no presenta diferencias significativas durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.</p> <p><b>b. Ganancia de peso vivo</b></p> <p>Ha: La ganancia de peso vivo (g) de las truchas arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) varía significativamente durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.</p> <p>H<sub>0</sub>: La ganancia de peso vivo (g) de las truchas arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) no varía significativamente durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.</p> <p><b>c. Consumo de alimento balanceado</b></p> <p>Ha: El consumo de alimento balanceado (kg) de las truchas arcoíris presenta variaciones significativas durante las etapas de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.</p> <p>H<sub>0</sub>: El consumo de alimento balanceado (kg) de las truchas arcoíris no presenta variaciones significativas durante las etapas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crecimiento en talla</li> <li>- Crecimiento en peso</li> <li>- Consumo de alimento</li> <li>- Mortalidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Talla promedio (cm)</li> <li>- Incremento mensual de talla</li> <li>- Longitud corporal</li> <li>- Peso promedio (g)</li> <li>- Ganancia de peso mensual</li> <li>- Biomasa total</li> <li>- Cantidad de alimento consumido (kg)</li> <li>- Número de peces muertos</li> <li>- Porcentaje de mortalidad (%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ictiómetro</li> <li>- Regla milimetrada</li> <li>- Ficha biométrica</li> <li>- Balanza digital</li> <li>- Ficha biométrica</li> <li>- Registro de alimentación</li> <li>- Hoja de control</li> <li>- Registro de mortalidad</li> <li>- Cuaderno de campo</li> </ul>
---	--	---	--	---	--

<p><i>mykiss</i>) durante las etapas de alevinaje, juvenil y engorde en la Piscigranja Cuchihuain?</p>		<p>de alevinaje y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.</p> <p><b>d. Mortalidad</b></p> <p>Ha: El porcentaje de mortalidad de las truchas arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) presenta diferencias significativas durante las etapas de alevinaje, juvenil y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.</p> <p>H<sub>0</sub>: El porcentaje de mortalidad de las truchas arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) no presenta diferencias significativas durante las etapas de alevinaje, juvenil y engorde en la Piscigranja Cuchihuain.</p>			
--	--	---	--	--	--