



**FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS ALIMENTARIAS Y
ACUICULTURA**

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE TRUCHA ARCO IRIS Y CABEZA DE
ACERO (*Oncorhynchus mykiss*) EN TANQUES DE FIBRA DE VIDRIO
DURANTE EL SEGUNDO ALEVINAJE EN LA SAIS TÚPAC AMARU LTDA N° 1

**Línea de investigación:
Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Pesquero Acuicultor

Autor

Dipaz Candia, André Michael

Asesora

Díaz Cachay, Catalina Beatriz

ORCID: 0000-0003-1981-5616

Jurado

Rodenas Seytuque, Pedro José

Mogollón Ávila, Santos Valentín

Blas Ramos, Walter Eduardo

Lima - Perú

2025



EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE TRUCHA ARCO IRIS Y CABEZA DE ACERO (*Oncorhynchus mykiss*) EN TANQUES DE FIBRA DE VIDRIO DURANTE EL SEGUNDO ALEVINAJE EN LA SAIS TÚPAC AMARU LTDA N° 1

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%	21%	10%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.aquahoy.com Fuente de Internet	1%
5	www.buenastareas.com Fuente de Internet	1%
6	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
10	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
11	doi.org Fuente de Internet	<1%



FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS ALIMENTARIAS Y
ACUICULTURA

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE TRUCHA ARCO IRIS Y CABEZA DE ACERO
(*Oncorhynchus mykiss*) EN TANQUES DE FIBRA DE VIDRIO DURANTE EL SEGUNDO
ALEVINAJE EN LA SAIS TÚPAC AMARU LTDA N° 1

Línea de investigación:

Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva

Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Pesquero Acuicultor

Autor:

Dipaz Candia, André Michael

Asesora:

Díaz Cachay, Catalina Beatriz
ORCID: 0000-0003-1981-5616

Jurado:

Rodenas Seytuque, Pedro José
Mogollón Ávila, Santos Valentín
Blas Ramos, Walter Eduardo

Lima – Perú

2025

Dedicatoria

Dedico esta tesis a Martha Rosa, mi amada Florecita, por ser guía en mi formación como hombre de bien.

Agradecimientos

Agradezco a mis padres, Aurelio e Hilda, por darme la vida y por inculcarme valores de trabajo, honestidad y humildad, características dignas de ellos.

A Leónidas Rene y Martha Rosa por ser mi ejemplo de vida y por acogerme en su núcleo familiar. Dios me permita siempre estar con ustedes.

A mis hermanas Claudia, Karina, Ruth y Nicole por ser mi fortaleza y por darme alegrías en los momentos que más lo necesito.

A mis profesores de la UNFV - FOPCA, por sus sabios consejos para promover una acuicultura responsable con el medio ambiente y, especialmente, por confiar en nuestra capacidad como futuros ingenieros para contribuir al desarrollo socioeconómico de nuestra nación, rica en recursos hídricos en la Costa, los Andes y la Amazonía.

A la Ing. Catalina Diaz por su profesionalismo y compromiso con la acuicultura durante mi etapa universitaria y ahora como mi asesora de tesis.

A los Ing. Percy Bustamante y Felipe Santibáñez por darme la oportunidad de desarrollar la parte experimental de esta tesis, que sin ellos quizá no hubiera sido posible.

ÍNDICE

Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	2
1.2. Antecedentes.....	4
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1. <i>Formulación del objetivo general</i>	7
1.3.2. <i>Formulación de los objetivos específicos</i>	7
1.4. Justificación.....	7
1.5. Hipótesis.....	9
1.5.1. <i>Hipótesis principal</i>	9
1.5.2. <i>Hipótesis secundaria</i>	9
II. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. La trucha arco iris y cabeza de acero.....	10
2.1.1. <i>Características de la trucha arco iris</i>	10
2.1.2. <i>Características de la trucha cabeza de acero</i>	11
2.1.3. <i>Alimentación de la trucha arco iris y cabeza de acero</i>	12
2.1.4. <i>Requerimientos nutricionales de la trucha <i>Oncorhynchus mykiss</i></i>	13
2.1.5. <i>Tasa de alimentación</i>	14
2.1.6. <i>Frecuencia de alimentación</i>	14
2.1.7. <i>Distribución del alimento balanceado</i>	15

2.1.8. <i>Parámetros fisicoquímicos del agua</i>	15
2.1.9. <i>Variables técnicas de producción</i>	16
III. MÉTODO	19
3.1. Tipo de investigación.....	19
3.2. <i>Ámbito temporal y espacial</i>	19
3.3. Variables	19
3.3.1. <i>Independiente</i>	19
3.3.2. <i>Dependientes</i>	19
3.4. Población y muestra.....	19
3.5. Instrumentos.....	20
3.5.1. <i>Materiales</i>	20
3.5.2. <i>Equipos</i>	21
3.5.3. <i>Insumos</i>	21
3.6. Procedimientos.....	21
3.6.1. <i>Acondicionamiento de los tanques de fibra de vidrio</i>	21
3.6.2. <i>Adquisición del alimento balanceado</i>	21
3.6.3. <i>Selección de los alevines de trucha arco iris y cabeza de acero</i>	22
3.6.4. <i>Control y análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua</i>	23
3.6.5. <i>Limpieza diaria de los tanques de fibra de vidrio</i>	23
3.6.6. <i>Control del alimento balanceado</i>	24
3.6.7. <i>Control diario de mortandad</i>	24

3.6.8. <i>Biometrías</i>	25
3.7. <i>Análisis de datos</i>	26
IV. RESULTADOS	27
4.1. <i>Variables técnicas de producción</i>	27
4.1.1. <i>Análisis del crecimiento de la trucha en tanques de fibra de vidrio</i>	27
4.1.2. <i>Análisis de ganancia de peso de las truchas en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje</i>	30
4.1.3. <i>Análisis de la Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA) de la trucha en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje</i>	33
4.1.4. <i>Análisis de la Tasa de Crecimiento Específico (TCE) de la trucha en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje</i>	36
4.1.5. <i>Análisis del Factor de Conversión Alimenticia (FCA) de la trucha en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje</i>	39
4.1.6. <i>Análisis del Factor de Condición (K) de la trucha en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje</i>	42
4.1.7. <i>Análisis de sobrevivencia de la trucha en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje</i>	45
4.1.8. <i>Parámetros fisicoquímicos del medio de cultivo de la trucha en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje</i>	46
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	48
VI. CONCLUSIONES	51
VII. RECOMENDACIONES	52
VIII. REFERENCIAS.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica de la trucha arco iris	11
Tabla 2 Clasificación taxonómica de la trucha cabeza de acero.....	12
Tabla 3 Requerimientos nutricionales de la trucha arco iris.....	13
Tabla 4 Composición proximal del alimento balanceado para trucha arco iris y cabeza de acero	22
Tabla 5 Promedios de talla (cm) de la trucha arco iris y cabeza de acero	27
Tabla 6 Estadísticos descriptivos de talla (cm) de la trucha arco iris y cabeza de acero.....	28
Tabla 7 Promedios de peso (g) de la trucha arco iris y cabeza de acero.....	30
Tabla 8 Estadísticos descriptivos del peso(g) de la trucha arco iris y cabeza de acero	31
Tabla 9 Promedios de TCA de la trucha arco iris y cabeza de acero.....	33
Tabla 10 Estadísticos descriptivos de la TCA de la trucha arco iris y cabeza de acero	34
Tabla 11 Promedios de TCE de la trucha arco iris y cabeza de acero	36
Tabla 12 Estadísticos descriptivos de la TCE de la trucha arco iris y cabeza de acero.....	37
Tabla 13 Promedios de FCA de la trucha arco iris y cabeza de acero.....	39
Tabla 14 Estadísticos descriptivos del FCA de la trucha arco iris y cabeza de acero	40
Tabla 15 Promedios de K de la trucha arco iris y cabeza de acero.....	42
Tabla 16 Estadísticos descriptivos del K de la trucha arco iris y cabeza de acero	43
Tabla 17 Indicadores descriptivos de la sobrevivencia de la trucha arco iris	45
Tabla 18 Indicadores descriptivos de la sobrevivencia de la trucha cabeza de acero.....	45
Tabla 19 Promedios de los parámetros fisicoquímicos del agua para trucha arco iris y cabeza de acero	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Conexión y distribución de tuberías de abastecimiento de agua.....	21
Figura 2 Biometría previo traslado a los tanques experimentales	22
Figura 3 Medición de los parámetros fisicoquímicos del agua.....	23
Figura 4 Limpieza de los tanques de fibra de vidrio.....	24
Figura 5 Distribución del alimento formulado.....	24
Figura 6 Extracción de peces muertos de cada unidad experimental	25
Figura 7 Medición de los peces	25
Figura 8 Pesado de los peces	26
Figura 9 Talla promedio de la trucha arco iris y cabeza de acero.....	28
Figura 10 Peso promedio de la trucha arco iris y cabeza de acero	31
Figura 11 TCA promedio de la trucha arco iris y cabeza de acero.....	34
Figura 12 TCE Promedios de la trucha arco iris y cabeza de acero	37
Figura 13 FCA promedio de la trucha arco iris y cabeza de acero.....	40
Figura 14 K promedio de la trucha arco iris y cabeza de acero.....	43
Figura 15 Supervivencia de la trucha arco iris y cabeza de acero	46

Resumen

Objetivo: Evaluar el crecimiento de trucha arco iris y cabeza de acero en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje en la SAIS Túpac Amaru Ltda N° 1. **Método:** Se utilizó cuatro tanques circulares, dos por tratamiento, durante dos etapas de experimentación, con una duración de 60 días. Se empleó en total 24 000 peces de cada tipo, con talla y peso promedio inicial de $5,12\pm 0,07$ cm y $2,04\pm 0,04$ g para trucha arco iris y $5,04\pm 0,04$ cm y $1,72\pm 0,06$ g para cabeza de acero, se suministró alimento balanceado de la Universidad Nacional Agraria La Molina y cada 15 días se realizó el muestreo extrayendo 95 peces de cada tanque. Se realizó el análisis descriptivo, comparativo e inferencial para los promedios de talla, peso, tasa de crecimiento absoluto (TCA), tasa de crecimiento específico (TCE), factor de conversión alimenticia (FCA), Factor de condición (K) y sobrevivencia. **Resultados:** Los valores promedio al final de la experiencia para la trucha arco iris y cabeza de acero fueron, con relación a la talla $10,02\pm 0,02$ y $10,80\pm 0,07$ cm, peso promedio $10,54\pm 0,16$ y $14,64\pm 0,06$ g, TCA $0,25\pm 0,01$ y $0,36\pm 0,01$, TCE $2,94\pm 0,12$ y $3,09\pm 0,13$, FCA $0,98\pm 0,03$ y $0,88\pm 0,03$, K $1,05\pm 0,02$ y $1,16\pm 0,02\%$, sobrevivencia $5762,50\pm 53,25$ y $5885,75\pm 61,64$, respectivamente. El análisis estadístico determinó que existe diferencias significativas ($p<0,05$) en la talla, peso, TCA, FCA y K. No se encontró diferencias en TCE. **Conclusión:** Es posible cultivar la trucha cabeza de acero en la etapa de segundo alevinaje en tanques de fibra de vidrio en la SAIS Túpac Amaru Ltda N° 1.

Palabra clave: trucha arco iris, trucha cabeza de acero, variables técnicas productivas, tanques de fibra de vidrio.

Abstract

Objective: To evaluate the growth of rainbow trout and steelhead in fiberglass tanks during the second fingerling rearing at SAIS Túpac Amaru Ltda N° 1. **Method:** Four circular tanks were used, two per treatment, during two experimental stages, with a duration of 60 days. A total of 24 000 fish of each type were used, with an initial average size and weight of $5,12 \pm 0,07$ cm and $2,04 \pm 0,04$ g for rainbow trout and $5,04 \pm 0,04$ cm and $1,72 \pm 0,06$ g for steelhead. Balanced feed from the National Agrarian University La Molina was supplied and sampling was carried out every 15 days, extracting 95 fish from each tank. Descriptive, comparative and inferential analysis was performed for the averages of height, weight, absolute growth rate (AGR), specific growth rate (SGR), feed conversion factor (FCA), condition factor (K) and survival. **Results:** The average values at the end of the experiment for rainbow trout and steelhead were, in relation to size $10,02 \pm 0,02$ and $10,80 \pm 0,07$ cm, average weight $10,54 \pm 0,16$ and $14,64 \pm 0,06$ g, TCA $0,25 \pm 0,01$ and $0,36 \pm 0,01$, TCE $2,94 \pm 0,12$ and $3,09 \pm 0,13$, FCA $0,98 \pm 0,03$ and $0,88 \pm 0,03$, K $1,05 \pm 0,02$ and $1,16 \pm 0,02\%$, survival $5\ 762,50 \pm 53.25$ and $5\ 885,75 \pm 61,64$, respectively. Statistical analysis determined that there were no significant differences ($p < 0,05$) in size, weight, TCA, FCA and K. No differences were found in TCE. **Conclusion:** It is possible to cultivate steelhead trout in the second fry stage in fiberglass tanks at SAIS Túpac Amaru Ltda N° 1.

Keyword: rainbow trout, steelhead trout, technical production variables, fiberglass tanks.

I. INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) considera que la acuicultura desempeña un papel crucial en la seguridad alimentaria y nutricional a nivel global, especialmente en un contexto en el que la humanidad enfrenta un desafío considerable, pues la demanda de alimentos y medios de subsistencia aumenta constantemente, mientras que el planeta enfrenta una profunda crisis debido al cambio climático y la degradación ambiental. En 2022, la producción acuícola mundial alcanzó un volumen sin precedentes de 130,9 millones de toneladas, distribuidas en 94,4 millones de toneladas de animales acuáticos y 36,5 millones de toneladas de algas. En contraste, la pesca captura registró una producción de 92,3 millones de toneladas, compuesta por 91 millones de toneladas de animales acuáticos y 1,3 millones de algas. De este modo, la acuicultura aportó el 58,65% de la producción acuática global, superando por primera vez a la pesca de captura, que representó el 41,35 % del volumen total (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2024).

La trucha (*Oncorhynchus mykiss*) es una especie de considerable relevancia para la economía de numerosos países, ocupando el tercer lugar en términos de cultivo a nivel mundial. Los principales productores son los países de Chile, Irán, Turquía, Noruega, Perú, Italia y Dinamarca. El Perú se posiciona en el quinto lugar con una producción 342 807 toneladas. Esto destaca la importancia de la trucha en la economía peruana y su contribución al sector acuícola internacional (Rainuzzo, 2020).

Según Salinas y Alarcón (2017), Perú es una de las naciones con alta diversidad de climas, pisos ecológicos y ecosistemas productivos, lo que permite el desarrollo de múltiples actividades económicas, siendo una de ellas el cultivo de la trucha. Esta especie se cultiva principalmente en los departamentos que cruzan la Cordillera de los Andes, donde se aprovechan los abundantes recursos hídricos lénticos y lóticos con fines acuícolas. Estos

recursos presentan características fisicoquímicas y biológicas ideales para practicar una acuicultura intensiva en ambientes convencionales (estanques de cemento, mampostería de piedra, estanques en tierra, entre otros) y no convencionales (jaulas flotantes, tanques y/o estanques de geomembrana o fibra de vidrio) (Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero [FONDEPES], 2019).

Al respecto, Gordillo (2021) menciona que generalmente los tanques de fibra de vidrio se utilizan para una producción inocua ya que su principal cualidad es su fácil limpieza, transporte y control sobre los parámetros fisicoquímicos del agua y son altamente recomendables en las primeras etapas de cultivo acuícola y en sistemas de recirculación ya que son livianos y altamente resistentes a la degradación, corrosión y oxidación.

1.1. Descripción y formulación del problema

El cultivo de la trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss* en el Perú se remontan al año 1925, donde la mayoría de las instalaciones para la producción de alevines de trucha arco iris fueron diseñados a base de cemento y de forma rectangular Vera (1983); sin embargo, este tipo de estanques en el tiempo ha demostrado presentar ciertos inconvenientes desde una perspectiva hidrodinámica, ya que la velocidad del agua tiende a ser más baja, lo que promueve la acumulación de desechos y alimento balanceado no consumido en el fondo del estanque (Oca y Masaló, 2011). Además, es más común la aparición de áreas estancadas, generando condiciones ambientales irregulares, especialmente en las zonas más cercanas a la entrada del agua. Las instalaciones para la crianza de trucha de la empresa Sociedad Agrícola de Interés Social (SAIS) Túpac Amaru Ltda. N°1 que se encuentran ubicadas en la unidad de producción de Vinchos, distrito de Canchayllo, provincia de Jauja, departamento Junín, fueron diseñadas y construidas durante la década de 1980 siguiendo el modelo americano. Desarrollan desde el año 1982 el ciclo productivo completo del cultivo de trucha arco iris, empleando principalmente semillas que obtienen de su propio plantel de reproductores. Entre los

principales problemas que afronta la SAIS y que es el común denominador en muchas de las piscigranjas, es el grado de consanguinidad que tienen las truchas nacionales. Al respecto Lagos, (2015) menciona que esta situación se da tanto en la zona Centro como en la zona Sur del Perú y repercute de manera directa en la productividad, ya que genera altas tasas de mortalidad en particular durante los primeros etapas (ovas y alevinos).

Como parte de las estrategias de competitividad para el cultivo de la trucha, se vienen desarrollando linajes locales domesticadas, a través de selección masiva y entrecruzamiento. Según FONDEPES, (2004) se han desarrollado algunas variedades como female, kamloop, shasta, steelhead o cabeza de acero, Donaldson y cofradex, siendo la más empleada la female (hembras) por su fácil adaptación a diferentes condiciones ambientales, crecimiento homogéneo, velocidad de crecimiento, entre otros.

Las proyecciones de la demanda de la trucha, para los próximos años, hace prever que la cantidad de semilla no será suficiente, considerando que nuestra producción de carne se sustenta básicamente en la importación de ovas embrionadas, puesto que no tenemos la suficiente capacidad para cubrir el mercado interno con los escasos centros de producción de semillas (Ministerio del ambiente del Perú [MINAM], 2021). Urge pues la necesidad de investigar en la adaptación de otras variedades a las condiciones de cultivo más intensivas, que nos permita garantizar la disponibilidad proteica de este recurso para la población, cumpliendo con los estándares de inocuidad alimentaria. Otro aspecto para tener en cuenta es que las condiciones medioambientales año a año van sufriendo alteraciones por efecto del cambio climático, por lo que las especies son cada vez más vulnerables al ataque de enfermedades.

Por lo que se plantea cómo problema: ¿Cómo difiere el crecimiento de las variedades de trucha arco iris y cabeza de acero (*Oncorhynchus mykiss*) cultivadas en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje en la SAIS Túpac Amaru Ltda N° 1?

1.2. Antecedentes

La trucha arco iris es una de las especies más cultivadas a nivel mundial y el Perú no es la excepción, su cultivo se realiza principalmente en los departamentos de las zonas altoandinas ya que cuenta con abundante recurso hídrico de buena calidad y es muy favorable para el óptimo desarrollo (MINAM, 2021).

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España (MAPAMA) la trucha cabeza de acero o steelhead se cultiva de manera intensiva en Chile, Noruega y Dinamarca (MAPAMA, 2021).

En el Perú, la producción e investigación sobre la trucha cabeza de acero (*Oncorhynchus mykiss*) es limitada, Saavedra (2019) realizó un trabajo en la comunidad campesina de Picoy, provincia de Oyón, departamento de Lima, donde empleó individuos en etapa de engorde para comparar el rendimiento productivo y las relaciones morfométricas de la trucha cabeza de acero y arco iris utilizando sistema raceways, obteniendo como tiempo de cosecha 75 días para cabeza de acero y 90 días para arco iris, la tasa de crecimiento absoluto fue 3,86 y 4,20 respectivamente; en cuanto a la tasa de crecimiento específico obtuvo sólo resultados positivos para trucha cabeza de acero; el factor de conversión alimenticia para cabeza de acero fue 1,22 y para arco iris 1,46; los niveles de supervivencia mostraron resultados positivos para ambos linajes ya que se encontraban en la última etapa de producción.

Sánchez (2020) comparó la respuesta productiva durante el primer alevinaje de trucha cabeza de acero provenientes de ovas premium con dos alimentos extruidos (La Molina y Comercial) en la Unidad de producción de Vinchos perteneciente a la SAIS Túpac Amaru Ltda N° 1, distrito Canchayllo, provincia Jauja, departamento Junín, obteniendo como resultados a los 64 días ganancia de peso 2,61 y 2,76 g; ganancia de biomasa 38,5 y 40,3 kg; consumo de alimento total 27,3 y 24,5 kg; conversión alimenticia 0,71 y 0,61; tasa de crecimiento 0,041 g/día y 0,043 g/día; sobrevivencia 97,1 y 94,5%; costo del alimento por kilogramo de ganancia

de peso 5,647 y 7,548 para el alimento de la Molina y comercial respectivamente. De la misma manera, durante la experimentación registró parámetros fisicoquímicos promedio que incluyeron temperatura 12,30 °C, potencial de hidrógeno 7,46 y nivel de oxígeno disuelto de 7,15 mg/L.

Romero (2021), realizó una evaluación de dos alimentos extruidos en la etapa de segundo alevinaje de la trucha cabeza de acero en Pachacayo – Junín. Utilizó alimento balanceado para alevinos de La Molina y Nicovita, no obteniendo diferencias significativas ($p > 0,05$) con relación a la ganancia de peso unitario, tasa de crecimiento, ganancia de biomasa, consumo de alimento y conversión alimenticia; con relación a la tasa de sobrevivencia y costos de alimentación obtuvo los mejores resultados con La Molina logrando una disminución del 3,85% en los costos. Comparativamente, la ganancia de peso, FCA y sobrevivencia fue de 7,26 g, 0,880 y 98,84% para La Molina y 8,77 g; 0,846 y 96,79% para Nicovita.

Para efectos de comparación de los parámetros productivos también se tendrá en cuenta las investigaciones realizadas en truchas arco iris.

Maraví (2013) comparó los parámetros productivos en alevinos, procedentes de ovas nacionales e importadas en la piscigranja Gruta Milagrosa – Acopalca - Huancayo obteniendo los siguientes resultados. Luego de 56 días los alevinos procedentes de ovas nacionales e importadas presentaron ganancias de peso de 0,50 g y 0,61 g, conversión alimenticia de 0,94 y 0,85 e incrementos en longitud de 2,005 cm y 1,995 cm, respectivamente. En términos de mortalidad, obtuvo 754 truchas (10,77%) en nacionales y 667 (9,53%) en las importadas.

Elguera (2016) llevó a cabo una evaluación en la que realizó el reemplazo del aceite crudo de soya por aceite acidulado en dietas comerciales para alevines de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en Pachacayo, Junín. El estudio incluyó tres tratamientos: T1 (0% de Aceite Acidulado de Soya y 5% de Aceite Crudo de Soya), T2 (2,5% de AAS y 2,5% de ACS), y T3 (5% de AAS y 0% de ACS). Al inicio del experimento, los alevines presentaban un peso

(g) promedio de entre 0,12 y 0,13, y una longitud (cm) de 2,17 a 2,19. Tras 60 días, los alevines alcanzaron los siguientes valores promedio: pesos (g) de 1,90, 1,89 y 1,83, respectivamente, y longitud (cm) de 5,40, 5,36 y 5,34. En cuanto a la Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA), los valores finales fueron de 0,029, 0,029 y 0,028, respectivamente, mientras que el Factor de Conversión Alimentaria (FCA) resultó ser de 0,82 para los tratamientos T1 y T2, y de 0,85 para T3.

Api et al. (2022) evaluaron la inclusión de tres niveles del aditivo alimenticio Fish40 en la dieta para alevines de trucha arco iris en el criadero Los Retoños EIRL, Molinos-Jauja. El estudio consistió en cuatro tratamientos: un grupo control y tres concentraciones del aditivo 10; 15 y 20 mL/kg. El promedio inicial para los tratamientos fue de 0,48 g para el peso y 3,69 cm para la longitud, luego de 105 días el peso final alcanzado expresado en gramos fue de 25,10; 26,35; 27,40 y 27,12, la longitud (cm) 13,21; 13,76; 14,43; 14,12, la tasa de crecimiento absoluto (TCA) 0,389; 0,464; 0,476 y 0,462, la tasa de crecimiento específico (TCE) 2,87; 3,12; 3,21 y 3,02, el factor de conversión alimenticia (FCA) 1,30; 1,29; 1,27 y 1,26 y el factor de condición (K) 1,21; 1,23; 1,24 y 1,22 respectivamente.

Infante (2024) desarrolló una investigación donde evaluó el rendimiento de dos tipos de alimentos balanceados, La Molina y Technofeed, en alevines. Los resultados mostraron que, a los 60 días de cultivo, partiendo de un peso inicial de 1,75 g alcanzaron un peso promedio de 9,933 g con La Molina, mientras que con Technofeed 10,0 g. De este modo, concluyó que, si bien no encontró diferencias significativas en los parámetros evaluados, el alimento de la empresa Technofeed tiene mayor rentabilidad que La Molina.

Las investigaciones en lo referente al cultivo de trucha en tanques de fibra de vidrio son escasas. La más próxima se asemeja a las investigaciones de Chamorro (2021) donde investigó la comparación productiva de dos sistemas de cultivo, estanques rectangulares y circulares, en alevinos de trucha arco iris en la piscigranja “Los Retoños” – Jauja, obteniendo los siguientes

resultados promedio: el factor de condición fue 1,2370 y 1,2650, la tasa específica de crecimiento 2,5586 y 2,9068, factor de conversión alimenticia 0,9732 y 0,8394 para estanque rectangulares y circulares respectivamente.

1.3. Objetivos

1.3.1. Formulación del objetivo general

Evaluar y comparar el crecimiento de las variedades de trucha arco iris y cabeza de acero (*Oncorhynchus mykiss*) en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje en la SAIS Túpac Amaru Ltda N° 1.

1.3.2. Formulación de los objetivos específicos

- Evaluar el crecimiento biométrico (peso y talla) de la trucha arco iris y cabeza de acero en intervalos regulares durante el segundo alevinaje.
- Analizar el factor de conversión alimenticia de las truchas arco iris y cabeza de acero bajo condiciones controladas en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje.
- Determinar cuál de las dos variedades presenta un mejor rendimiento en términos de factor de condición y sobrevivencia al final del periodo de evaluación

1.4. Justificación

La Constitución Política del Perú del año 1993 en el artículo 14 establece que “Es deber del Estado promover el desarrollo científico y tecnológico del país (...)”; al respecto el Programa Nacional de Ciencia Desarrollo Tecnológico e Innovación en Acuicultura 2013–2021 [C+DT+i] indica que: “el cultivo de trucha requiere un mayor esfuerzo en investigación científico-técnica en áreas como la reproducción y el desarrollo larval, alevinaje, genética, mejoramiento de infraestructura de cultivo, nutrición y alimentación para los sistemas locales (...)” (C+DT+i, 2013, p. 07). Este programa considera a la trucha como una especie de alta

prioridad teniendo como objetivo principal la introducción de mejoras tecnológicas en su cultivo para mejorar la competitividad, aumentar la productividad y reducir los costos.

Junín se destaca como uno de los principales departamentos para el desarrollo de la acuicultura de trucha arcoíris, gracias a su disponibilidad de agua, clima adecuado, espacio para expansión de estanques y el interés en la sostenibilidad y expansión de la producción. Estos factores contribuyen significativamente al crecimiento del sector acuícola, promoviendo un entorno favorable para la producción sostenible de trucha en la región (Instituto Tecnológico de la Producción [ITP], 2023).

Las instalaciones acuícolas de la empresa SAIS Túpac Amaru Ltda. N°1 ubicadas en el departamento de Junín, provincia de Jauja, distrito de Canchayllo, cuentan con salas de incubación y alevinaje, que se abastecen con abundante agua de manantial que emana de un ojo de agua denominado Elena puquio que se caracteriza por ser limpia y cristalina, con una temperatura y caudal constante, así mismo se encuentra alejado de la población por lo que se considera como una zona propicia para el cultivo de la trucha. Según Kuramoto (2014), la SAIS cuenta con infraestructura de cemento y tiene una capacidad de producción de 1 000 TM anuales al respecto Alonso y Palacios (2023) señalan que este tipo de estanques presentan inconvenientes debido a la acumulación de metabolitos tóxicos, como amoníaco (NH_3) y nitritos (NO_2^-). Se planteó como propuesta el empleo de tanques circulares de fibra de vidrio en lugar de los estanques de concreto ya que según Oca y Masaló (2011) su diseño, con entrada tangencial de agua, genera movimientos circulares uniformes, que favorecen la limpieza de los tanques.

La investigación que se presenta se llevó a cabo bajo el contrato N° 126-2018-PNIPA-SUBPROYECTOS, firmado entre el PNIPA y la entidad ejecutora OVASEED S.A.C., con el código de subproyecto N° PNIPA-ACU-SIA-PP-000003. Este subproyecto, titulado “Producción de alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) de alta rentabilidad, a partir

de ovas premium, para garantizar la sostenibilidad del cultivo en la región Junín”, brindó el marco para el desarrollo de la tesis. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el crecimiento de trucha arco iris y cabeza de acero en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje en la SAIS Túpac Amaru Ltda N° 1.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis principal

Existe una diferencia significativa en el crecimiento de las truchas arco iris y cabeza de acero (*Oncorhynchus mykiss*) cultivadas en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje en la SAIS Túpac Amaru Ltda N° 1.

1.5.2. Hipótesis secundaria

- H₁: La trucha cabeza de acero presenta mayor crecimiento biométrico (peso y talla) que la trucha arco iris en intervalos regulares durante el segundo alevinaje.
- H₂: Los valores del factor de conversión alimenticia es más eficiente en una de las dos variedades bajo condiciones controladas en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje.
- H₃: Existen diferencias significativas en el rendimiento, evaluado mediante el factor de condición y la sobrevivencia, entre ambas variedades al término del segundo alevinaje.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. La trucha arco iris y cabeza de acero

2.1.1. Características de la trucha arco iris

La trucha arco iris completa su ciclo de vida en aguas frías, dulces y claras de ríos, lagos o lagunas. Gracias a su mayor grado de domesticación en comparación con otras especies de salmónidos, se considera más fácil de cultivar en cautiverio. Algunas variedades de esta especie son capaces de tolerar temperaturas más altas y aguas con menor movimiento que la trucha arco iris. Su rango de tolerancia térmica va desde los 0 hasta los 28-30 °C, aunque su desove y crecimiento óptimos ocurren dentro de un rango más estrecho, entre 9 y 14 °C (MAPAMA, 2021).

Según FONDEPES (2019) el ciclo de vida de la trucha arco iris se divide en las siguientes etapas:

- Ovas: Son huevos fecundados posterior a los 30 días eclosionan y se convierten en larvas.
- Larva: Esta fase puede durar aproximadamente entre 15 a 30 días dependiendo de la temperatura del agua, considerada un parámetro muy importante para el desarrollo de los peces. En esta fase se nota la presencia del saco vitelino, que proporciona reservas nutritivas necesarias para la alimentación de los alevines hasta que su desarrollo fisiológico les permita consumir alimento balanceado.
- Alevinaje I: Son peces que miden desde 3,5 hasta 5,0 cm.
- Alevinaje II: Son peces que miden desde 5,0 hasta 8,0 cm.
- Alevinaje III: Son peces que miden desde 8,0 hasta 12,0 cm.
- Juvenil I: Son peces que miden desde 12,0 hasta 14,0 cm.
- Juvenil II: Son peces que miden desde 14,0 hasta 17,0 cm.
- Engorde I: Son peces que miden desde 17,0 hasta 20,0cm.

- Engorde II: Son peces que miden desde 20,0 hasta 26,0cm. Esta fase dura aproximadamente de 2 a 3 meses, etapa en el cual se suministra alimento pigmentado.
- Cosecha: A partir de los 26,0 cm aproximadamente en truchas con un peso aproximado de 250 a 350 g de peso unitario.

En la tabla 1 se muestra la clasificación taxonómica de la trucha arco iris según (Ministerio de la Producción [PRODUCE], 2022).

Tabla 1

Clasificación taxonómica de la trucha arco iris

Categoría	
Reino	Animalia
Filo	Chordata
Orden	Actinopterygii
Familia	Salmonidae
Género	Oncorhynchus
Especie	mykiss

2.1.2. Características de la trucha cabeza de acero

Todos los salmónidos se reproducen en agua dulce y algunos permanecen en este hábitat durante toda su vida, sin embargo, la trucha cabeza de acero migra al océano para alcanzar su tamaño adulto y luego regresa a las aguas dulces para desovar. Este ciclo de vida, conocido como anádroma, permite un crecimiento más rápido en comparación con los salmónidos que no lo son (Quinn, 2018).

Según Ontiveros (2022), la trucha cabeza de acero inicia su ciclo de vida en las aguas frías de los ríos, donde las hembras adultas desovan en el fondo pedregoso durante el invierno,

los huevos eclosionan entre cinco y ocho semanas y los alevinos permanecen en agua dulce durante aproximadamente un año, refugiándose bajo grandes piedras para protegerse del calor del verano. Al llegar el invierno y con las lluvias torrenciales, los jóvenes migran río abajo hacia las lagunas costeras, donde se alimentan de fitoplancton y zooplancton durante uno o dos años. Al final de este período, las truchas cabeza de acero migran al océano cuando las lluvias rompen la barrera de arena que separa la laguna del mar, lo que permite que los adultos regresen a los ríos para desovar.

En la tabla 2 se muestra la clasificación taxonómica de la trucha cabeza de acero según la National Oceanic And Atmospheric Administration [NOAA], (2023).

Tabla 2

Clasificación taxonómica de la trucha cabeza de acero

Categoría	
Reino	Animalia
Filo	Chordata
Orden	Actinopterygii
Familia	Salmonidae
Genero	Oncorhynchus
Especie	mykiss

2.1.3. Alimentación de la trucha arco iris y cabeza de acero

La trucha arco iris es un pez carnívoro que, en su hábitat natural, se alimenta de organismos vivos, incluyendo insectos, moluscos, crustáceos, renacuajos y peces pequeños, tanto de su propia especie como de otras (Zuñiga, 2024).

De la misma manera, la NOAA (2023) indica que las truchas cabeza de acero son carnívoros ya que se alimentan de invertebrados acuáticos, terrestres y durante la etapa juvenil

se alimentan de zooplancton y a medida que maduran comienzan a incluir en su dieta huevo de peces, crustáceos, moluscos, peces pequeños marinos e incluso ratones.

Seminario et al. (2022) resaltan que los alimentos administrados artificialmente a las truchas deben ser de alta calidad nutricional para satisfacer sus necesidades y mantener su salud durante el crecimiento. Por ello, en los diversos centros acuícolas, los salmónidos son alimentados con dietas formuladas específicamente para cada etapa de su desarrollo. Estas dietas generalmente incluyen harina de pescado, aceite de pescado, subproductos de trigo, cebada, complejos vitamínicos y minerales, lo que permite producir alimentos de alta energía que las truchas convierten de manera eficiente, con tasas de conversión alimenticia (TCA) frecuentemente cercanas a 1:1.

2.1.4. Requerimientos nutricionales de la trucha *Oncorhynchus mykiss*

Según Quishpe y Uribe (2020), la especie *Oncorhynchus mykiss* es muy eficiente en el uso de proteínas y lípidos de su dieta para obtener energía, pero presenta una asimilación deficiente de los carbohidratos. Asimismo, Aranibar (2021) señala que el sistema digestivo de los salmónidos está naturalmente adaptado para procesar alimentos que contienen principalmente proteínas animales, obteniendo energía adicional de las grasas y los carbohidratos. Diversos estudios nutricionales han demostrado que los alevines se alimentan de dietas que contienen aproximadamente un 50% de proteína y un 15% de grasas, mientras que los peces adultos pueden crecer con dietas que contienen un 40% de proteína y entre un 10% y un 12% de grasas.

En la tabla 3 se detallan los requerimientos nutricionales para la trucha arco iris mencionado por Ponce (2014).

Tabla 3

Requerimientos nutricionales de la trucha arco iris

Componente	Blanco (1995)	Drummond (1998)	Bardach et al. (1986)	NRC (1993)	NRC (2011)
Proteína (%)	50,0	45,0 – 50,0	35,0 – 40,0	43,0	40,0 – 50,0
Carbohidratos (%)	<12,0	9,0	30,0	< 25,0	< 12,0
Grasa (%)	20,0	5,0 – 8,0	8,0 – 10,0	10,0 – 20,0	-
Fibra (%)	-	-	4,0	3,0 – 5,0	-
Energía digestible (Mcal/Kg)	3,3 - 4,0	-	-	3,6	3,7

Nota. NRC: National Research Council.

2.1.5. Tasa de alimentación

Según FONDEPES (2019) la tasa de alimentación se define como “la cantidad de alimento a suministrar en un determinado sistema de cultivo y está expresado en porcentaje de la biomasa o peso total existente en la unidad de cultivo” (p.58). La tasa de alimentación se ajusta según la fase de desarrollo de los peces, se obtiene de tablas establecidas en los manuales de cultivo considerando la temperatura del agua, el número de peces por kilogramo y la longitud (cm). Dependiendo de la temperatura, la tasa de alimentación para el segundo alevinaje puede fluctuar entre 3 y 4% según lo especificado en las tablas de alimentación. Para calcular la cantidad de alimento diario a administrar en los estanques, se debe multiplicar la biomasa por la tasa de alimentación.

2.1.6. Frecuencia de alimentación

Varía según la etapa de desarrollo, siendo particularmente beneficiosa una mayor frecuencia durante las primeras fases de vida de los salmónidos (Douglas, 2021). Durante el segundo alevinaje, la ración alimenticia debe ser distribuida entre 4 a 6 veces al día (Mendoza, 2009).

2.1.7. Distribución del alimento balanceado

De manera tradicional, los acuicultores distribuyen el alimento al boleo, esparciéndolo uniformemente con la mano mientras se desplazan a lo largo del borde de los tanques o jaulas flotantes. Este método consiste en lanzar el alimento de forma dispersa, creando una parábola, con el objetivo de cubrir toda la superficie del agua y garantizar que todos los peces puedan acceder al alimento de manera uniforme (Cuarite, 2015).

2.1.8. Parámetros fisicoquímicos del agua

A. Oxígeno disuelto. De la Oliva (2011) indica que, en la acuicultura, uno de los aspectos más críticos de la calidad del agua es el nivel de oxígeno disuelto. En el caso específico del cultivo de truchas, es fundamental mantener de manera constante niveles mínimos de oxígeno disuelto entre 5 y 5,5 mg/L. Cuando estos niveles descienden, las truchas tienen dificultades para extraer y transportar oxígeno a través de sus branquias. Como consecuencia, su apetito disminuye, ya que destinan más energía a la búsqueda de oxígeno, lo que puede generar estrés y, eventualmente, provocar una mortandad masiva de los peces.

B. Temperatura. La temperatura, al igual que el oxígeno, es un parámetro clave en el cultivo de truchas, ya que influye en el crecimiento en peso y tamaño, así como en el desarrollo normal de los peces con fines comerciales. Las truchas son poiquilothermas, lo que significa que no pueden regular su temperatura corporal, por lo que se adaptan a la temperatura del agua circundante (Boyd, 2018). Según FONDEPES (2019), el rango ideal de temperatura del agua para las truchas es entre 11 y 16 °C. Valores por debajo de 11 °C retrasan el crecimiento, mientras que temperaturas superiores a 16 °C representan un riesgo para la salud de los peces debido a la proliferación de patógenos que pueden causar enfermedades.

C. Potencial de hidrógeno (pH). El pH del agua es crucial para medir el riesgo de toxicidad del amoníaco y actúa como regulador de la actividad metabólica. El amoníaco es producido por la degradación microbiana de la materia orgánica y también excretado a través de las branquias. Las aguas ligeramente alcalinas son ideales para el cultivo de truchas, se considera como rango óptimo el pH que fluctúa entre 7,0 y 8,0; cuando es menor a 6,5 o mayor a 9,0 se considera que el agua no es adecuada para el cultivo, debido al riesgo de variación excesiva que puede causar hemorragias en las branquias y alta mortalidad (FONDEPES, 2019).

2.1.9. Variables técnicas de producción

A. Crecimiento. Martínez et al. (2009), mencionan que el crecimiento implica el aumento en el tamaño y número de células, así como en las estructuras de un organismo, lo que conduce a un incremento en su tamaño total. Gallego (2015) sostiene que el crecimiento se refleja en el aumento de la longitud (cm) y el peso (g) de un organismo, resultado de la división celular o de su expansión. Estos cálculos se realizan según la fórmula utilizada por Ruiz (2023), que se expresan de la siguiente manera:

$$\mathbf{GP (g)=Pf-Pi}$$

Dónde:

GP: Ganancia de peso; Pf (g): Peso final y Pi (g): Peso inicial

$$\mathbf{GT (cm)=Tf-Ti}$$

Dónde:

GT: Ganancia de talla; Tf (cm): Talla final y Ti (cm): Talla inicial

B. Tasa de crecimiento absoluto (TCA). Api, et al. (2022) mencionan que expresa el crecimiento en gramos del pez por día. Se calcula de acuerdo a la fórmula utilizada por Gallego (2015) la cual se expresa de la siguiente manera:

$$\mathbf{TCA=Pf-Pi /t}$$

Dónde:

Pf (g): Peso final; Pi (g): Peso inicial y t: Tiempo

C. Tasa de crecimiento específico (TCE). Crampton y Sveidqvist (2002) indican que la TCE decrece a medida que los peces crecen, debido a que conforme aumenta su tamaño, necesitan más energía para mantenerse, por ende, la TCE es más alto para peces pequeños y disminuye a medida que crecen los peces, la razón principal de la disminución gradual en la tasa de crecimiento es que, a medida que los peces crecen, la superficie de sus vísceras en relación con su peso disminuye. Esto provoca que absorban una menor cantidad proporcional de nutrientes, lo que resulta en una reducción del crecimiento en relación con su peso. Se calcula de acuerdo a la fórmula utilizada por Api et al. (2022) la cual se expresa de la siguiente manera:

$$\text{TCE} = (\ln(\text{pf}) - \ln(\text{pi})) / \text{ND} * 100$$

Dónde:

Ln: Logaritmo natural; Pi (g): Peso inicial; Pf(g): Peso final y ND: Número de días

D. Factor de conversión alimenticia (FCA). FONDEPES (2019) indica que es la relación en kilogramos del alimento administrado a los peces y el aumento de la biomasa en el mismo periodo. Se considera que un alimento balanceado para trucha es eficiente si el valor es igual o menor a uno. Se calcula de acuerdo a la fórmula utilizada por Api et al. (2022) la cual se expresa de la siguiente manera:

$$\text{FCA} = \text{CAC} / \text{PPG}$$

Dónde:

CAC: Cantidad de alimento consumido y PPG: Peso del pez ganado

E. Factor de condición (K). De acuerdo con Crampton y Sveidqvist (2002) relaciona el peso y la longitud de los peces, lo que sirve como un indicador para evaluar el estado de salud, sin embargo, debe ser usado con prudencia debido a las considerables variaciones naturales entre peces, variedades y especies. Se interpreta de la siguiente manera:

Dónde:

$K < 1$ el pez esta delgado, débil, desnutrido o creciendo con stress.

$1 \leq K \leq 1,6$ el pez tiene buena conformación

$K > 1,6$ el pez está alto en grasas

Se calcula de acuerdo con la fórmula utilizada por Crampton y Sveidqvist (2002) la cual se expresa de la siguiente manera:

$$K=100*W/L^3$$

Dónde:

W: peso de los peces (g) y L: Longitud total (en cm)

F. Sobrevivencia. Se calcula utilizando porcentajes, en el cual se indicando cuántos peces vivos hay al final de la evaluación en comparación con el número inicial de peces. (Oliva et al, 2021). Se calcula empleando la siguiente ecuación matemática:

$$S=Nf/Ni *100$$

Dónde:

Nf: Número final y Ni: Número inicial

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

La investigación del presente trabajo es de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y de diseño experimental.

3.2. Ámbito temporal y espacial

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la unidad de producción acuícola de Vinchos, perteneciente a la SAIS Túpac Amaru Ltda. N°1, situada en el distrito de Canchayllo, provincia de Jauja, departamento de Junín. El estudio se dividió en dos etapas, cada una con una duración de 60 días.

3.3. Variables

3.3.1. *Independiente*

- Trucha arco iris y cabeza de acero

3.3.2. *Dependientes*

- Crecimiento de la trucha arco iris y cabeza de acero en longitud (cm) y peso (g), TCA, TCE.
- Aprovechamiento del alimento: FCA
- Estado de salud (K) y Supervivencia de las truchas

3.4. Población y muestra

Se trabajó en total con 24 000 alevines de trucha arco iris y 24 000 de cabeza de acero, distribuidos en dos etapas de evaluación cada uno con una duración de 60 días. En cada etapa se trabajó con dos tanques para cada tipo de trucha con su respectivo duplicado, empleando 6 000 alevines en cada tanque.

Para calcular el tamaño de la muestra se aplicó la fórmula sugerida por Torres et al. (2006).

$$n = \frac{N * Z^2 * p * (1 - p)}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * (1 - p)}$$

Donde:

N: (tamaño de la población por tanque) = 6 000

Z: (nivel de confianza) = 1,96

e: (error muestral) = 0,1

P:(probabilidad de éxito) = 0,5

Q:(probabilidad de fracaso) = 0,5

D: precisión (error máximo admisible) = 0,1

Obteniendo un tamaño de muestra (n) de 94,57. Durante la experimentación se evaluó 95 peces de cada tanque durante las dos etapas de estudio.

3.5. Instrumentos

3.5.1. *Materiales*

- Ictiómetro de madera.
- Un paquete de gorros descartables.
- Un paquete de guantes de polietileno.
- Un paquete de guantes quirúrgicos.
- Un paquete de mascarillas descartables.
- Mandil blanco de PVC.
- Dos escobillones.
- Cuatro carcales o chinguillos.
- Dos baldes de 16 L.
- Una balanza digital comercial marca e-Accura SAP-110 con capacidad de 30 kg.
- Una balanza electrónica de la marca ETTI con aproximación $\pm 0,1$ g hasta 2 000 g.
- Un par de botas blancas de jebe.

- Cuatro baldes de 2 L.

3.5.2. Equipos

- Cuatro tanques de fibra de vidrio con 198 cm de diámetro y 70 cm de altura.
- Un laptop personal marca Lenovo.
- Un multiparámetro HI98194 pH/EC/ DO de la marca Hanna.

3.5.3. Insumos

- Alimento balanceado de calibre 1,2 y 2,0 mm.

3.6. Procedimientos

3.6.1. Acondicionamiento de los tanques de fibra de vidrio

Para el experimento se utilizó cuatro tanques de fibra de vidrio de 198 cm de diámetro y 70 cm de altura que fueron adquiridos para el proyecto PNIPA (Figura 1) e instalados en la segunda sala de alevinaje de unidad de producción acuícola de Vinchos. A cada tubería de suministro de agua se le colocó un tubo en forma de T, llaves de paso y codos (Figura 1). El caudal de agua fue regulado para que el ingreso se mantenga en 4,5 litros por segundo.

Figura 1

Conexión y distribución de tuberías de abastecimiento de agua



3.6.2. Adquisición del alimento balanceado

Se recepcionó y almacenó el alimento balanceado para alevines de trucha arco iris y

cabeza de acero elaborado por la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se utilizó dos tamaños o calibres 1,2 mm (hasta los 7 cm) y 2,0 mm (hasta completar la fase del segundo alevinaje). La composición nutricional del alimento compuesta por carbohidratos, ceniza, energía total, grasa, humedad y proteína se detalla en la tabla 4 mencionado por Infante (2024).

Tabla 4

Composición proximal del alimento balanceado para trucha arco iris y cabeza de acero

Componentes	Cantidad
Carbohidratos (g/100g)	20,03
Ceniza (g/100g)	10,47
Energía total (kcal/100g)	395,05
Grasa (g/100g)	13,63
Humedad (g/100g)	7,68
Proteína (N*6,25) (g/100g)	48,29

3.6.3. Selección de los alevines de trucha arco iris y cabeza de acero

Los alevines de trucha arco iris fueron obtenidos a partir de ovas de reproductores nacionales de la Unidad de producción de la SAIS Túpac Amaru Ltda. N° 1 y los de cabeza de acero a partir de ovas que fueron importadas por la empresa Ovaseed SAC. Los alevines se mantuvieron por separado en estanques hasta alcanzar la talla requerida para la experimentación. Previo a la selección y biometría se restringió el suministro de alimento por 24 horas. Los peces fueron extraídos y seleccionados en tres grupos cabeceras, medias y colas. Para cada etapa de experimentación se emplearon 12 000 alevines de trucha arco iris y 12 000 de cabeza de acero extraídos del grupo de las cabeceras (Figura 2).

Figura 2

Biometría previo traslado a los tanques experimentales



3.6.4. Control y análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua

El control de los parámetros fisicoquímicos del agua se realizó a diario con el multiparámetro HI98194 pH/EC/DO de Hanna, siguiendo el procedimiento del manual. Se calibró el dispositivo durante 5 minutos, luego se colocó el sensor en el centro del tanque hasta que los datos se estabilizaran. Se registraron en la memoria los valores de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxígeno disuelto (OD) y potencial de hidrógeno (pH) (Figura 3). Después, se extrajo el sensor y se sumergió en una solución salina antes de usarlo en el siguiente tanque. Los datos obtenidos se registraron en un cuaderno para luego ser ingresados en la hoja de datos de la laptop.

Figura 3

Medición de los parámetros fisicoquímicos del agua



3.6.5. Limpieza diaria de los tanques de fibra de vidrio

Para evitar la acumulación de residuos, se realizó la limpieza del lecho de los tanques, rejillas centrales, salidas en forma de L, tubería para biosólidos (pipa) y nivelador de agua dos veces al día, empleando un escobillón por tanque (Figura 4).

Figura 4

Limpieza de los tanques de fibra de vidrio

**3.6.6. Control del alimento balanceado**

El alimento balanceado se mantuvo en sacos rotulados, dentro de un almacén ventilado, sobre plataformas de madera. Para la administración del alimento se siguió el principio de rotación de primero en llegar, primero en salir (FONDEPES, 2019). Los alimentos se pesaron diariamente y distribuyeron al boleado (Figura 5). Al final de cada día, se registraron las cantidades suministradas en el cuaderno de campo.

Figura 5

Distribución del alimento formulado

**3.6.7. Control diario de mortandad**

Se realizó un estricto control y registro diario de la mortalidad de cada unidad experimental, debido a su importancia clave para preservar la salud de los peces, siguiendo las recomendaciones propuestas por FONDEPES (2019). Así mismo, se consideraron en el conteo aquellos peces con movimientos erráticos y moribundos, debido a su potencial como portadores

de enfermedades y transmisores de patógenos (virus y bacterias). La extracción se realizó empleando un carcal (Figura 6) y luego se trasladaron al pozo de tratamiento con cal viva.

Figura 6

Extracción de peces muertos de cada unidad experimental



3.6.8. Biometrías

Cada quince días se realizó los muestreos de talla (cm) y peso (g), utilizando un ictiómetro de madera y una balanza digital. Se extrajeron al azar los peces de cada tanque hasta completar los 95 individuos (tamaño de muestra). Para la longitud se colocó el pez sobre el ictiómetro y sin aplicar demasiada presión se realizó la medición (Figura 7), para el peso se utilizó un recipiente con agua el cual se colocó sobre la balanza, se procedió a tarar y luego poner el pez (Figura 8). Tanto el peso y talla fueron registrados en el cuaderno de campo. Con los datos obtenidos se realizó el ajuste de las raciones de alimentación.

Figura 7

Medición de los peces



Figura 8

Pesado de los peces

**3.7. Análisis de datos**

Se aplicó la prueba de hipótesis de comparación de medias (t de Student) con un nivel de significancia del 5% para los parámetros productivos relacionados con el crecimiento en talla (cm), ganancia de peso (g), tasa de crecimiento absoluta y específica (TCA, TCE), factor de conversión del alimento (FCA) y factor de condición (K). Para la sobrevivencia se realizó sólo el análisis descriptivo.

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SPSS 20, con un nivel de confianza del 95%.

IV. RESULTADOS

4.1. Variables técnicas de producción

4.1.1. Análisis del crecimiento de la trucha en tanques de fibra de vidrio

A. Análisis descriptivo del crecimiento. En la tabla 5 se presentan los promedios de crecimiento de talla de trucha arco iris y cabeza de acero, según los muestreos realizados en las dos etapas de experimentación.

Tabla 5

Promedios de talla (cm) de la trucha arco iris y cabeza de acero

Biometría	Trucha arco iris	Trucha cabeza de acero
Inicio	5,12±0,07 ^a	5,04±0,04 ^a
Día 15	6,04±0,07 ^a	6,48±0,08 ^b
Día 30	7,21±0,19 ^a	7,90±0,14 ^b
Día 45	8,64±0,08 ^a	9,42±0,03 ^b
Día 60	10,02±0,02 ^a	10,80±0,07 ^b

Nota. ^{a,b} Las letras idénticas en una misma fila señalan que no hay diferencias estadísticas, mientras que las letras distintas indican una diferencia estadísticamente significativa ($\alpha=0,05$).

En la tabla 6 se muestran los principales estadísticos descriptivos de los promedios del crecimiento. Para las truchas arco iris se observa que al término de los 60 días de cultivo está próximo a duplicar su talla promedio, mientras que en la trucha cabeza de acero se observa que al término de los 60 días de cultivo la talla se incrementa un poco más del doble. En lo correspondiente a la variabilidad tanto para la trucha arco iris y cabeza de acero interpretando el coeficiente de variación se puede afirmar que, entre las tallas promedio existe homogeneidad.

Finalmente, para ambos tipos de trucha se puede interpretar que las medianas al ser iguales y/o cercanas al promedio permite afirmar que los promedios son buenos indicadores de centralización.

Tabla 6

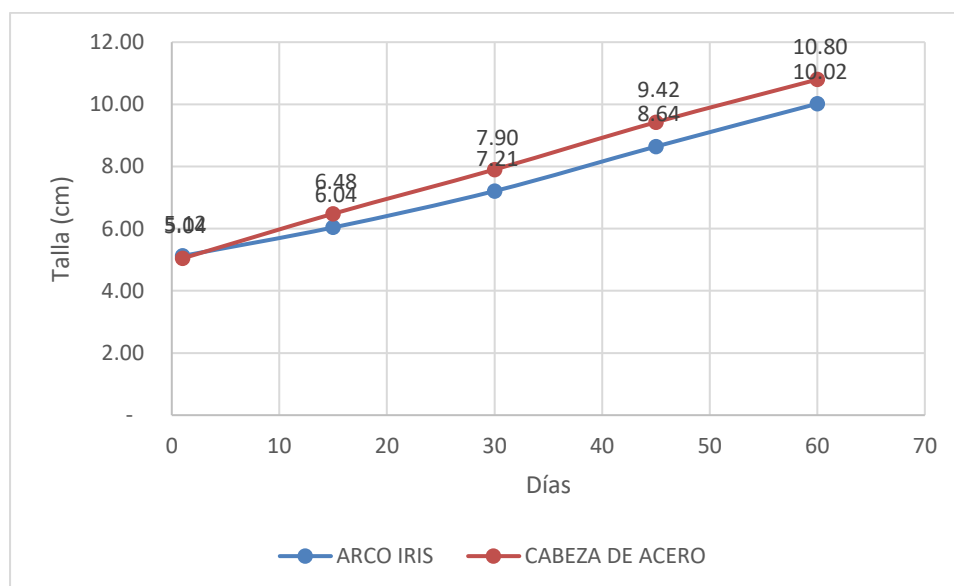
Estadísticos descriptivos de talla (cm) de la trucha arco iris y cabeza de acero

Biometría	Trucha arco iris			Trucha cabeza de acero		
	Promedio (cm)	Coefficiente de variación (%)	Mediana (cm)	Promedio (cm)	Coefficiente de variación (%)	Mediana (cm)
Inicio	5,12	1,44	5,14	5,04	0,72	5,04
Día 15	6,04	1,15	6,05	6,48	1,26	6,50
Día 30	7,21	2,69	7,15	7,90	1,77	7,84
Día 45	8,64	0,93	8,65	9,42	0,36	9,42
Día 60	10,02	0,24	10,02	10,80	0,66	10,79

B. Análisis comparativo de tallas promedio. En la figura 9 se comparan las tallas promedio de la trucha arco iris y cabeza de acero desde el inicio hasta los 60 días, en las dos etapas de experimentación.

Figura 9

Talla promedio de la trucha arco iris y cabeza de acero



Al inicio de la experimentación las tallas promedio de los alevines de trucha arco iris y cabeza de acero son similares, a partir de los 15 días y hasta culminar la experiencia (60 días) se observa que la talla promedio de la trucha cabeza de acero es mayor al arco iris.

C. Análisis inferencial de tallas promedio. El análisis inferencial de las tallas promedio se desarrolló utilizando la prueba de hipótesis de comparación de medias con un nivel de significancia del 5%.

C1. Comparación de tallas promedios. Se presenta la prueba de hipótesis para contrastar las tallas promedio de la trucha arco iris y cabeza de acero a los 60 días de cultivo.

- **Hipótesis principal (H₀):** Las tallas promedio de la trucha arco iris y trucha cabeza de acero en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje, son similares.
- **Hipótesis alterna (H_a):** Las tallas promedio de la trucha arco iris y trucha cabeza de acero en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje, son diferentes.
- **Nivel de significancia:** $\alpha = 0,05$
- **Prueba bilateral**
 - **p-valor (dos colas)** = 0,00000084
 - **Tabla de decisión:** $p\text{-valor} = 0,00000084 < \alpha = 0,05$ entonces se rechaza H₀.

Se concluye que a un nivel de significancia del 5% se acepta la hipótesis alterna. Por lo tanto, se puede afirmar que, a los 60 días de cultivo, la talla promedio de la trucha arco iris y cabeza de acero durante el segundo alevinaje son diferentes, por lo tanto, la trucha cabeza de acero tiene mayor talla promedio.

4.1.2. Análisis de ganancia de peso de las truchas en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje

A. Análisis descriptivo del peso. En la tabla 7 se presenta los promedios de la ganancia de peso de la trucha arco iris y cabeza de acero en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje, los cuales han sido obtenidos en cada muestreo realizado y en las dos etapas de experimentación.

Tabla 7

Promedios de peso (g) de la trucha arco iris y cabeza de acero

Biometría	Trucha Arco iris	Trucha Cabeza de acero
Inicio	2,04 ± 0,04 ^a	1,72 ± 0,06 ^b
Día 15	2,98 ± 0,15 ^a	3,39 ± 0,20 ^b
Día 30	4,49 ± 0,09 ^a	5,64 ± 0,12 ^b
Día 45	6,79 ± 0,17 ^a	9,21 ± 0,17 ^b
Día 60	10,54 ± 0,16 ^a	14,64 ± 0,06 ^b

Nota. ^{a,b} Las letras idénticas en una misma fila señalan que no hay diferencias estadísticas, mientras que las letras distintas indican una diferencia estadísticamente significativa ($\alpha=0,05$).

En la tabla 8 se muestra las medidas descriptivas del peso unitario promedio, cuyas mediciones han sido obtenidas desde el inicio, 15, 30 y 60 días. Para las truchas arco iris se observa que al término de los 60 días de cultivo aumentó un poco más de ocho veces su peso promedio, mientras que en la trucha cabeza de acero más de doce veces. En lo correspondiente a la variabilidad para ambas el coeficiente de variación indica que existe homogeneidad. Con relación a las medianas al ser iguales y/o cercanas al promedio permite afirmar que los promedios son buenos indicadores de centralización.

Tabla 8

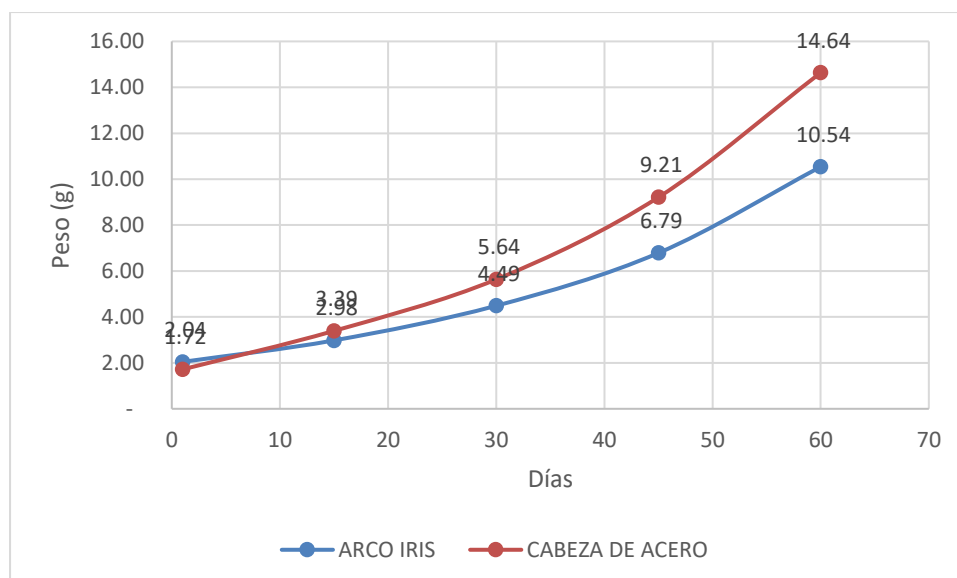
Estadísticos descriptivos del peso(g) de la trucha arco iris y cabeza de acero

Biometría	Trucha arco iris			Trucha cabeza de acero		
	Promedio (g)	Coefficiente de variación (%)	Mediana (g)	Promedio (g)	Coefficiente de variación (%)	Mediana (g)
Inicio	2,04	1,90	2,04	1,72	3,71	1,70
Día 15	2,98	5,14	2,96	3,39	5,99	3,42
Día 30	4,49	1,90	4,46	5,64	2,09	5,62
Día 45	6,79	2,53	6,85	9,21	1,88	9,21
Día 60	10,54	1,56	10,57	14,64	0,43	14,61

B. Análisis descriptivo comparativo de pesos promedio. En la figura 10 se comparan los promedios de pesos por tiempo de muestreo. Se aprecia que, aunque al comienzo del estudio la trucha arco iris presenta un valor ligeramente superior, a partir de los 15 días se evidencia una marcada diferencia a favor de la trucha cabeza de acero.

Figura 10

Peso promedio de la trucha arco iris y cabeza de acero



C. Análisis inferencial de pesos promedio. El análisis inferencial de los pesos promedio se desarrolló utilizando la prueba de hipótesis de comparación de medias con un nivel de significancia del 5%.

C1. Comparación de pesos promedios. Se presenta la prueba de hipótesis para contrastar los pesos promedio de la trucha arco iris y trucha cabeza de acero durante el segundo alevinaje a los 60 días de cultivo.

- **Hipótesis principal (H₀):** Los pesos promedio de la trucha arco iris y trucha cabeza de acero en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje, son similares.
- **Hipótesis alterna (H_a):** Los pesos promedio de la trucha arco iris y trucha cabeza de acero en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje, son diferentes.
- **Nivel de significancia:** $\alpha = 0,05$
- **Prueba bilateral**
 - **p-valor (dos colas)** = 0,0000000067
 - **Tabla de decisión:** $p\text{-valor} = 0,0000000067 < \alpha = 0,05$ entonces se rechaza H₀.

Se concluye que a un nivel de significancia del 5% se acepta la hipótesis alterna. Por lo tanto, se puede afirmar que, a los 60 días de cultivo, el peso promedio de la trucha arco iris y cabeza de acero durante el segundo alevinaje son diferentes, por lo tanto, la trucha cabeza de acero tiene mayor peso promedio.

4.1.3. *Análisis de la Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA) de la trucha en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje*

A. Análisis descriptivo de la Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA). En la tabla 9 se presentan los valores de las TCA de la trucha arco iris y cabeza de acero según los muestreos realizados y en las dos etapas de experimentación.

Tabla 9

Promedios de TCA de la trucha arco iris y cabeza de acero

Biometría	Trucha arco iris	Trucha cabeza de acero
Día 15	0,06 ± 0,01 ^a	0,11 ± 0,01 ^b
Día 30	0,10 ± 0,01 ^a	0,15 ± 0,01 ^b
Día 45	0,15 ± 0,01 ^a	0,24 ± 0,02 ^b
Día 60	0,25 ± 0,01 ^a	0,36 ± 0,01 ^b

Nota. ^{a,b} Las letras idénticas en una misma fila señalan que no hay diferencias estadísticas, mientras que las letras distintas indican una diferencia estadísticamente significativa ($\alpha=0,05$).

En la tabla 10 se presentan los principales estadísticos descriptivos de la TCA, que han sido obtenidas cada 15 días de muestreo. Para ambas se muestra un incremento significativo, siendo superior en la trucha cabeza de acero. Los valores del coeficiente de variación indican que los datos tienen cierta variabilidad es decir son casi homogéneos. Las medianas, al tener valores similares al promedio nos indica que los promedios son buenos indicadores de centralización.

Tabla 10

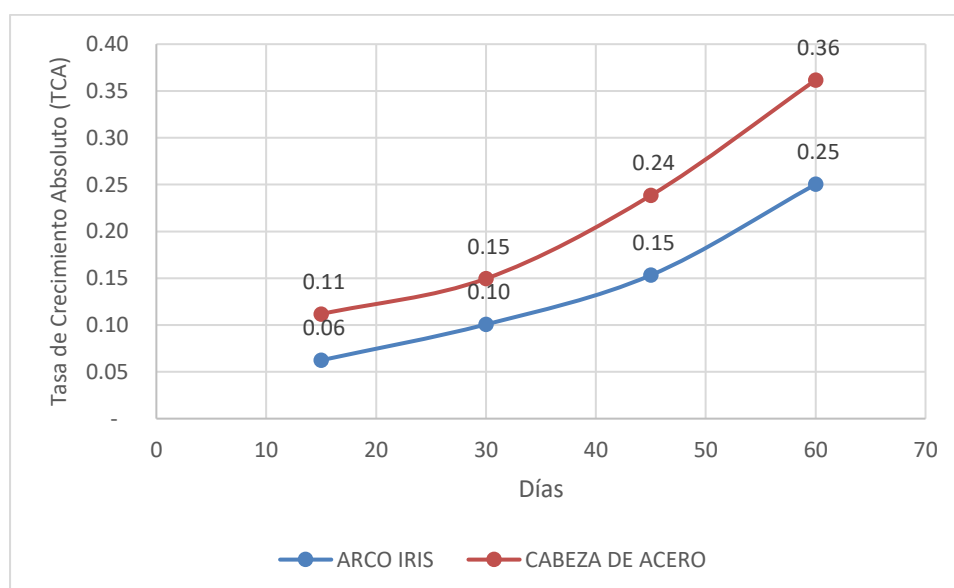
Estadísticos descriptivos de la TCA de la trucha arco iris y cabeza de acero

Biometría	Trucha arco iris			Trucha cabeza de acero		
	Promedio	Coficiente de variación (%)	Mediana	Promedio	Coficiente de variación (%)	Mediana
Día 15	0,06	17,67	0,06	0,11	12,80	0,11
Día 30	0,10	12,18	0,10	0,15	7,77	0,15
Día 45	0,15	7,42	0,15	0,24	8,12	0,24
Día 60	0,25	3,26	0,25	0,36	3,39	0,36

B. Análisis comparativo. En la figura 11 se presenta la comparación de los promedios de la TCA de la trucha arco iris y cabeza de acero por cada muestreo realizado. A los 15 días, la trucha cabeza de acero muestra un rendimiento superior, tendencia que se mantiene a los 30, 45 y 60 días de cultivo.

Figura 11

TCA promedio de la trucha arco iris y cabeza de acero



C. Análisis inferencial de la Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA). El análisis inferencial se desarrolló para cada uno de los periodos de medición, utilizando la prueba de hipótesis de comparación de medias con un nivel de significancia del 5%.

CI. Comparación de las TCA promedios. Se presenta el desarrollo de la prueba de hipótesis para comparar el promedio de la TCA de la trucha arco iris y cabeza de acero a los 60 días de cultivo.

- **Hipótesis principal (Ho):** Las TCA promedios de la trucha arco iris y trucha cabeza de acero en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje, son similares.
- **Hipótesis alterna (Ha):** Las TCA de la trucha arco iris y trucha cabeza de acero en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje, son diferentes.
- **Nivel de significancia:** $\alpha = 0,05$
- **Análisis de probabilidad bilateral**
 - **Valor-p crítico** = 0,0000053
 - **Decisión:** Valor-p critico = 0,0000053 < $\alpha = 0,05$ entonces se rechaza Ho.

Se concluye que a un nivel de significancia del 5% se acepta la hipótesis alterna. Por lo tanto, se puede afirmar que, a los 60 días de cultivo, el TCA promedio de la trucha arco iris y cabeza de acero durante el segundo alevinaje son diferentes, por lo tanto, la trucha cabeza de acero tiene mayor TCA.

4.1.4. Análisis de la Tasa de Crecimiento Específico (TCE) de la trucha en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje

A. Análisis descriptivo de la Tasa de Crecimiento Específico (TCE). En la tabla 11 se presentan los valores de las Tasas de Crecimiento Específico (TCE) de la trucha arco iris y cabeza de acero a los 15, 30, 45 y 60 días de experimentación, bajo las mismas condiciones de cultivo y en las dos etapas de experimentación.

Tabla 11

Promedios de TCE de la trucha arco iris y cabeza de acero

Biometría	Trucha arco iris	Trucha cabeza de acero
Día 15	2,51 ± 0,39 ^a	4,53 ± 0,48 ^b
Día 30	2,74 ± 0,38 ^a	3,39 ± 0,36 ^b
Día 45	2,76 ± 0,18 ^a	3,28 ± 0,26 ^b
Día 60	2,94 ± 0,12 ^a	3,09 ± 0,13 ^a

Nota. ^{a,b} Las letras idénticas en una misma fila señalan que no hay diferencias estadísticas, mientras que las letras distintas indican una diferencia estadísticamente significativa ($\alpha=0,05$).

En la tabla 12 se presenta los principales estadísticos descriptivos de la TCE de la trucha arco iris y cabeza de acero durante el segundo alevinaje en función al tiempo. Si bien existe una clara diferencia a favor de la trucha cabeza de acero, se observa que la tendencia es ascendente en todos los muestreos para la trucha arco iris, mientras que para la cabeza de acero desciende a partir del día 15. Respecto a los valores del coeficiente de variación indican que los datos tienen escasa variabilidad es decir son casi homogéneos. Para la trucha arco iris y cabeza de acero las medianas, al tener valores muy próximos al promedio nos indica que los promedios son buenos indicadores de centralización.

Tabla 12

Estadísticos descriptivos de la TCE de la trucha arco iris y cabeza de acero

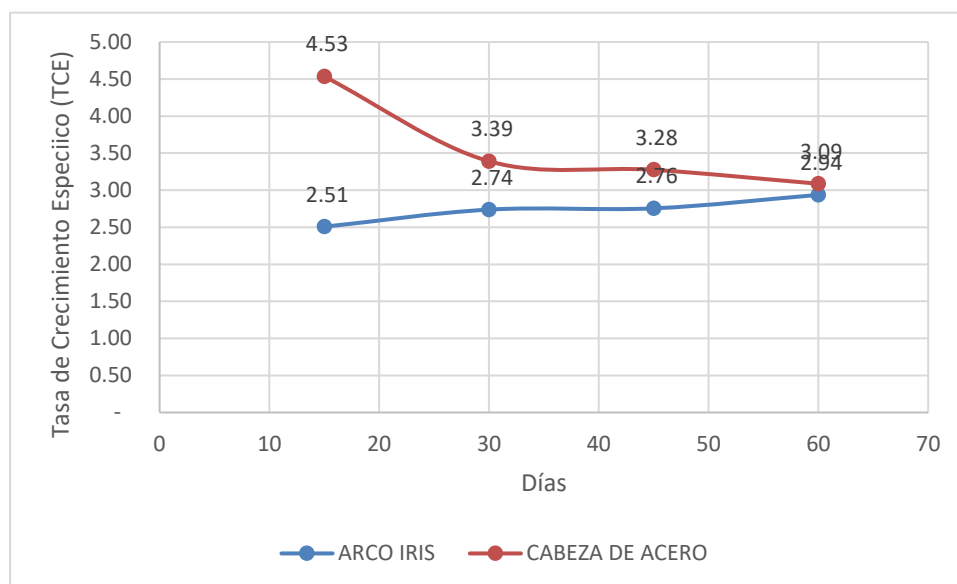
Biometría	Trucha arco iris			Trucha cabeza de acero		
	Promedio	Coefficiente de variación (%)	Mediana	Promedio	Coefficiente de variación (%)	Mediana
Día 15	2,51	15,36	2,39	4,53	10,54	4,55
Día 30	2,74	13,74	2,81	3,39	10,53	3,25
Día 45	2,76	6,62	2,73	3,28	8,05	3,30
Día 60	2,94	3,96	2,95	3,09	4,16	3,10

B. Análisis descriptivo comparativo de la Tasa de Crecimiento Específico (TCE).

En la figura 12 se realiza la comparación promedio de la TCE de la trucha arco iris y cabeza de acero desde el inicio hasta los 60 días de cada una de las dos etapas de estudio.

Figura 12

TCE Promedios de la trucha arco iris y cabeza de acero



C. Análisis inferencial de la Tasa de Crecimiento Específico (TCE). El análisis inferencial de la TCE se desarrolló utilizando la prueba de hipótesis de comparación de medias para cada uno de los periodos de medición con un nivel de significancia del 5%.

C1. Comparación de las TCE promedio a los 60 días de cultivo. Se presenta el desarrollo de la prueba de hipótesis para comparar el promedio de la TCE de ambas especies a los 60 días de cultivo.

- **Hipótesis principal (H₀):** Las TCE promedio de la trucha arco iris y trucha cabeza de acero en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje, son similares.
- **Hipótesis alterna (H_a):** Las TCE promedio de la trucha arco iris y trucha cabeza de acero en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje, son diferentes.
- **Nivel de significancia:** $\alpha = 0,05$
- **Análisis de probabilidad bilateral**
 - **Valor-p crítico** = 0,131
 - **Decisión:** Valor-p critico = 0,131 > $\alpha = 0,05$ entonces se acepta H₀.

Se concluye que a un nivel de significancia del 5% se rechaza la hipótesis alterna. Por lo tanto, se puede afirmar que, a los 60 días de cultivo la TCE promedio de los alevines de trucha arco iris son similares a las TCE promedio de la trucha cabeza de acero.

4.1.5. Análisis del Factor de Conversión Alimenticia (FCA) de la trucha en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje

A. Análisis descriptivo del Factor de Conversión Alimenticia (FCA). En la tabla 13 presenta los promedios de Factores de Conversión Alimenticia (FCA) de la trucha arco iris y cabeza de acero en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje, en los muestreos realizados durante las dos etapas de experimentación.

Tabla 13

Promedios de FCA de la trucha arco iris y cabeza de acero

Biometría	Trucha arco iris	Trucha cabeza de acero
Día 15	0,93 ± 0,13 ^a	0,87 ± 0,06 ^a
Día 30	0,96 ± 0,05 ^a	0,86 ± 0,03 ^b
Día 45	0,97 ± 0,07 ^a	0,88 ± 0,03 ^a
Día 60	0,98 ± 0,03 ^a	0,88 ± 0,03 ^b

Nota. ^{a,b} Las letras idénticas en una misma fila señalan que no hay diferencias estadísticas, mientras que las letras distintas indican una diferencia estadísticamente significativa ($\alpha=0,05$).

En la tabla 14 se muestran los estadísticos descriptivos del FCA, tanto en la trucha arco iris como en cabeza de acero los valores se mantienen por debajo de uno en todos los muestreos. Sin embargo, se observa un mejor aprovechamiento de las dietas en la trucha cabeza de acero a comparación de las truchas arco iris. En lo correspondiente a la variabilidad interpretando el coeficiente de variación se puede afirmar que, entre los valores promedio existe homogeneidad. Por otro lado, las medianas al ser iguales y/o cercanas al promedio permite afirmar que los valores promedios son buenos indicadores de centralización

Tabla 14

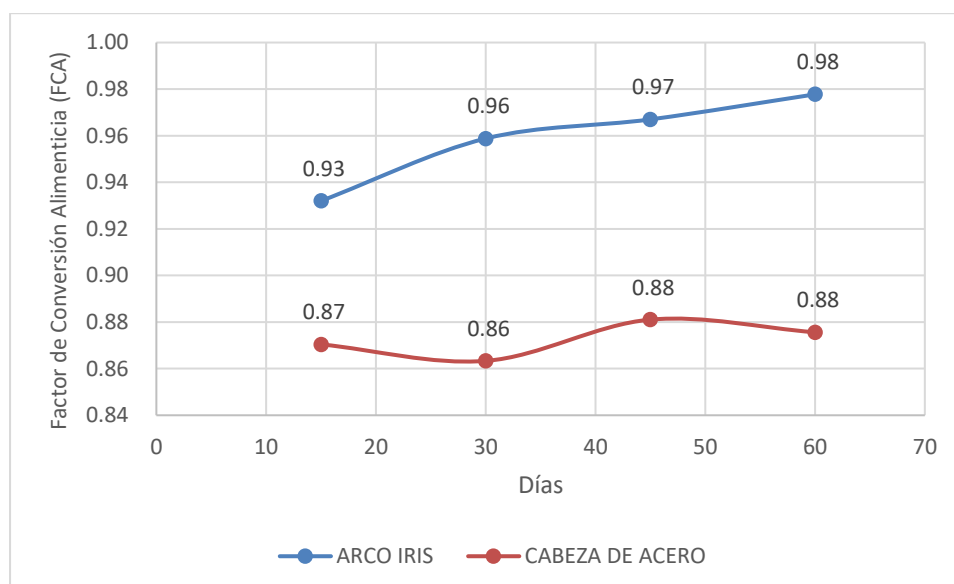
Estadísticos descriptivos del FCA de la trucha arco iris y cabeza de acero

Biometría	Trucha arco iris			Trucha cabeza de acero		
	Promedio	Coficiente de variación (%)	Mediana	Promedio	Coficiente de variación (%)	Mediana
Día 15	0,93	13,91	0,89	0,87	6,99	0,88
Día 30	0,96	5,60	0,96	0,86	3,99	0,86
Día 45	0,97	7,32	0,95	0,88	3,45	0,89
Día 60	0,98	2,97	0,98	0,88	3,56	0,88

B. Análisis descriptivo comparativo de promedio de Factores de Conversión Alimenticia (FCA). En la figura 13 se aprecia la diferencia a favor de la trucha cabeza de acero, cuyos valores son inferiores, en todos los muestreos, a la trucha arco iris.

Figura 13

FCA promedio de la trucha arco iris y cabeza de acero



C. Análisis inferencial de los Factores de Conversión Alimenticia (FCA). El análisis inferencial, se desarrolló utilizando la prueba de hipótesis de comparación de medias con un nivel de significancia del 5%.

C1. Comparación de Factores de Conversión Alimenticia (FCA) promedios. Se presenta la prueba de hipótesis para contrastar los FCA promedios de la trucha arco iris y trucha cabeza de acero a los 60 días de cultivo.

- **Hipótesis principal (Ho):** Los FCA promedios de la trucha arco iris y trucha cabeza de acero en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje, son similares.
- **Hipótesis alterna (Ha):** Los FCA promedios de la trucha arco iris y trucha cabeza de acero en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje, son diferentes.
- **Nivel de significancia:** $\alpha = 0,05$
- **Prueba bilateral**
 - **p-valor (dos colas)** = 0,0030
 - **Tabla de decisión:** $p\text{-valor} = 0,0030 < \alpha = 0,05$ entonces se rechaza Ho.

Se concluye que a un nivel de significancia del 5% se acepta la hipótesis alterna. Por lo tanto, se puede afirmar que, a los 60 días de cultivo, los FCA promedios de la trucha arco iris y cabeza de acero durante el segundo alevinaje son diferentes, siendo, la trucha cabeza de acero la que tiene un mejor FCA promedio.

4.1.6. Análisis del Factor de Condición (K) de la trucha en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje

A. Análisis descriptivo del Factor de Condición (K). En la tabla 15 se presentan los valores de factor de condición promedio obtenidos por muestreo y durante las etapas de experimentación. Se observa que para ambos casos es mayor a 1, sin embargo, al tener valores superiores la condición de salud es mejor en la trucha cabeza de acero.

Tabla 15

Promedios de K de la trucha arco iris y cabeza de acero

Biometría	Trucha arco iris	Trucha cabeza de acero
Inicio	1,52 ± 0,05 ^a	1,34 ± 0,04 ^b
Día 15	1,35 ± 0,06 ^a	1,25 ± 0,12 ^a
Día 30	1,20 ± 0,09 ^a	1,14 ± 0,07 ^a
Día 45	1,05 ± 0,02 ^a	1,10 ± 0,02 ^b
Día 60	1,05 ± 0,02 ^a	1,16 ± 0,02 ^b

Nota. ^{a,b} Las letras idénticas en una misma fila señalan que no hay diferencias estadísticas, mientras que las letras distintas indican una diferencia estadísticamente significativa ($\alpha=0,05$).

En la tabla 16 se presentan los principales estadísticos descriptivos del factor de condición (K) a los 15, 30, 45 y 60 días de cultivo. Para la trucha arco iris los promedios del día 1, 15 y 30 indican que los alevines tienen buena configuración, mientras que a los 45 y 60 días los promedios alcanzados indican que están próximos a estar delgados, desnutridos y/o a crecer con stress. Por otro lado, en la trucha cabeza de acero los promedios durante todos los muestreos indican que los alevines tienen buena configuración. Respecto a la variación de los datos, para ambas variedades, los valores del coeficiente de variación indican que los datos tienen poca dispersión, es decir son casi homogéneos. Finalmente, las medianas al tener valores iguales y muy próximos al promedio indican que los promedios de las muestras son confiables.

Tabla 16

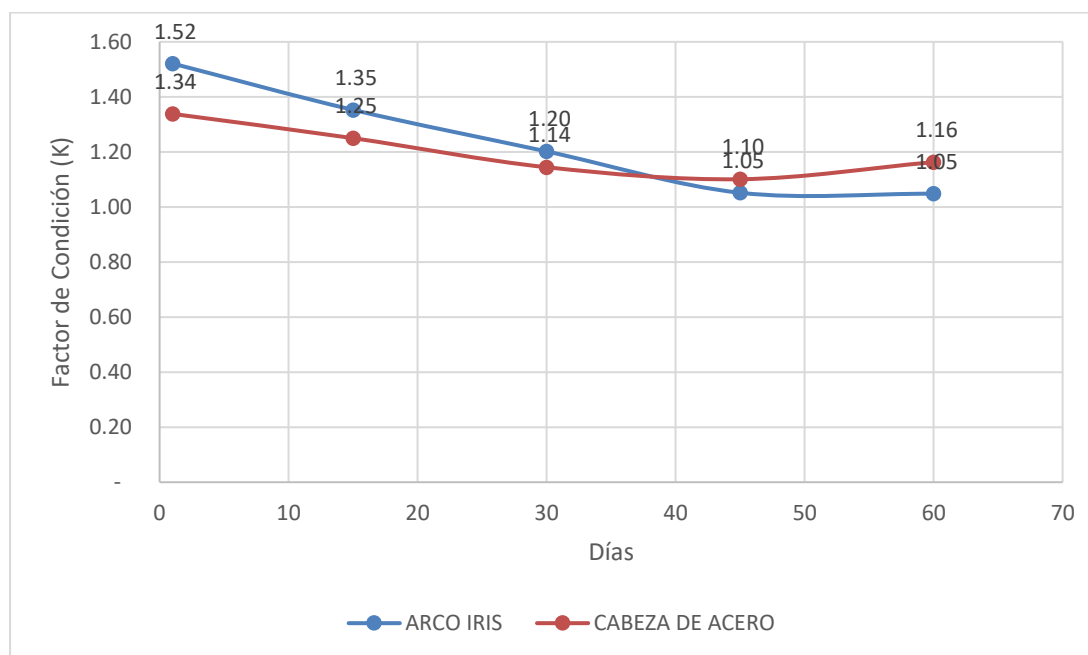
Estadísticos descriptivos del K de la trucha arco iris y cabeza de acero

Biometría	Trucha arco iris			Trucha cabeza de acero		
	Promedio	Coficiente de variación (%)	Mediana	Promedio	Coficiente de variación (%)	Mediana
Inicio	1,52	3,01	1,51	1,34	2,98	1,35
Día 15	1,35	4,31	1,38	1,25	9,55	1,24
Día 30	1,20	7,86	1,23	1,14	5,92	1,15
Día 45	1,05	1,45	1,04	1,10	1,92	1,09
Día 60	1,05	1,64	1,05	1,16	1,61	1,16

B. Análisis comparativo del factor de condición (K). La figura 14 muestra un gráfico de líneas que compara los promedios de los factores de condición al inicio y a lo largo de los muestreos realizados.

Figura 14

K promedio de la trucha arco iris y cabeza de acero



C. Análisis inferencial del Factor de Condición (K). El análisis inferencial del factor de condición promedio se desarrolló utilizando la prueba de hipótesis de comparación de medias a un nivel de significancia del 5%.

CI. Comparación de promedios del Factor de Condición (K). Se presenta el desarrollo de la prueba de hipótesis para comparar los promedios del factor de condición (K) de la trucha arco iris y trucha cabeza de acero a los 60 días de cultivo.

- **Hipótesis principal (Ho):** Los Factores de Condición (K) promedio de la trucha arco iris y trucha cabeza de acero en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje, son similares.
- **Hipótesis alterna (Ha):** Los Factores de Condición (K) promedio de la trucha arco iris y trucha cabeza de acero en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje, son diferentes.
- **Nivel de significancia:** $\alpha = 0,05$
- **Análisis de probabilidad bilateral**
 - **Valor P Crítico** = 0,00010
 - **Decisión:** Valor P Critico = 0,00010 < $\alpha = 0,05$ entonces se rechaza Ho.

Se concluye que a un nivel de significancia del 5% se acepta la hipótesis alterna. Por lo tanto, se puede afirmar que, a 60 días de cultivo, el K promedio final de la trucha arco iris y trucha cabeza de acero en el segundo alevinaje son diferentes, siendo, la trucha cabeza de acero la que tiene un mejor K promedio.

4.1.7. Análisis de sobrevivencia de la trucha en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje

A. Análisis descriptivo de sobrevivencia. En la tabla 17 se presenta los principales indicadores descriptivos de tendencia central y variabilidad de la sobrevivencia de la trucha arco iris obtenidos de los promedios de muestreo durante las dos etapas de experimentación.

Tabla 17

Indicadores descriptivos de la sobrevivencia de la trucha arco iris

Descriptivos	Tiempo (días)				
	1	15	30	45	60
Promedio (cm)	6000,00	5855,00	5799,00	5774,00	5763,00
Desviación Estándar Muestral (cm)	45,70	51,03	50,81	51,89	53,25
Coefficiente de Variación (%)	0,76	0,87	0,88	0,90	0,92
Mediana (cm)	6000,0	5865,5	5805,5	5781,0	5771,5

En la tabla 18 se presenta los principales indicadores descriptivos de tendencia central y variabilidad de la sobrevivencia de la trucha cabeza de acero obtenidos de los promedios de muestreo durante las dos etapas de experimentación.

Tabla 18

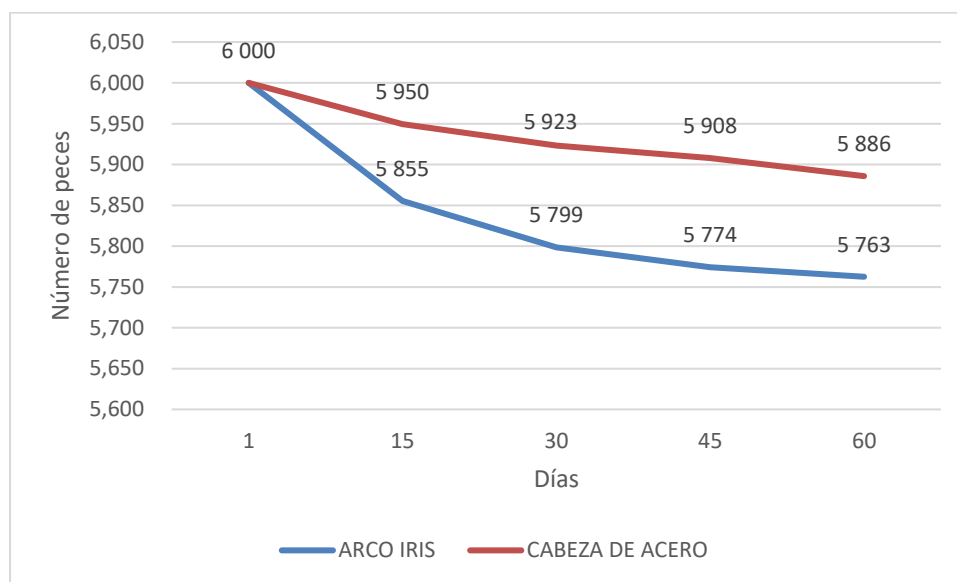
Indicadores descriptivos de la sobrevivencia de la trucha cabeza de acero

Descriptivos	Tiempo (días)				
	1	15	30	45	60
Promedio (cm)	6000,00	5949,00	5923,00	5908,00	5886,00
Desviación Estándar Muestral (cm)	31,25	35,24	35,92	39,86	61,64
Coefficiente de Variación (%)	0,52	0,59	0,60	0,68	1,05
Mediana (cm)	6000,0	5954,5	5926,5	5907,0	5897,0

B. Análisis descriptivo comparativo de la sobrevivencia. En la figura 15 se presenta una gráfica comparativa de los promedios de sobrevivencia de la trucha arco iris y cabeza de acero durante las dos etapas de experimentación y según tiempo de muestreo. En la segunda medición realizada a los 15 días de cultivo la trucha cabeza de acero muestra una diferencia superior respecto a la trucha arco iris, tendencia que se repite a los 30, 45 y 60 días de cultivo para las dos etapas de experimentación. Expresado en términos de mortalidad se podría decir que es mayor en la trucha arco iris.

Figura 15

Sobrevivencia de la trucha arco iris y cabeza de acero



4.1.8. Parámetros fisicoquímicos del medio de cultivo de la trucha en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje

En la tabla 19 se presenta los promedios de temperatura (C°), Oxígeno disuelto (mg/L) y potencial de hidrógeno (pH) de trucha arco iris y cabeza de acero en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje, los cuales se han medido diariamente (8:00, 12:00 y 16:00 horas), hasta los 60 días de cada una de las dos etapas de estudio.

Tabla 19

Promedios de los parámetros fisicoquímicos del agua para trucha arco iris y cabeza de acero

Parámetro		Trucha arco iris	Trucha cabeza de Acero
	Prom.	12,37±0,17	12,39±0,19
Temperatura del agua (°C)	Min.	12,36	12,36
	Max.	12,38	12,44
	Prom.	5,41±0,25	5,60±0,19
Oxígeno Disuelto (mg/L)	Min.	5,16	5,35
	Max.	5,50	5,75
	Prom.	7,49±0,07	7,48±0,07
Potencial de hidrógeno (pH)	Min.	7,46	7,47
	Max.	7,53	7,51

Nota. Se detalla los parámetros fisicoquímicos del agua, las cuales fueron registrados tres veces al día durante los 60 días de estudio de cada una de las etapas de experimentación.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente investigación inició con tallas unitarias promedio de $5,12\pm 0,07$ cm para trucha arco iris y $5,04\pm 0,04$ para cabeza de acero; al finalizar la experiencia el análisis estadístico determinó que existe diferencias significativas, al realizar un análisis en base a la ganancia de longitud la cabeza de acero incrementa $5,75$ cm a diferencia de los $4,90$ cm obtenidos por la trucha arco iris.

Referente al peso la trucha arco iris inició con un peso promedio de $2,04$ g mostrando un incremento de $8,50$ g ($10,54\pm 0,16$); mientras que la trucha cabeza de acero iniciando con $1,72$ g obtuvo al finalizar la experiencia una ganancia de $12,92$ g ($14,64\pm 0,06$); al igual que el caso anterior el análisis estadístico indica que existe diferencias significativas, estos resultados indican que los alevines de la trucha cabeza de acero tuvieron una mejor ganancia de peso (g). Tomando como base los resultados obtenidos por Infante (2024) quien trabajó con alevinos de trucha arco iris en piletas de concreto y suministró alimento balanceado de La Molina, obtuvo luego de 60 días de cultivo una ganancia de peso de $8,183$ g, se observa en nuestro caso una ligera mejora en el crecimiento de los alevinos. Romero (2021) trabajando también en piletas de concreto, pero con alevinos de truchas cabeza de acero con un peso inicial de $3,27\pm 0,10$ g obtuvo luego de 60 días una ganancia de peso $7,26$ g empleando alimento balanceado extruido de La Molina; si bien existe diferencia en cuanto al peso inicial de los alevinos se puede observar que la ganancia de peso en nuestra investigación fue superior. Por lo que, se podría indicar que el uso de tanques de fibra de vidrio influye en la mejora del crecimiento, siendo más notorio en el caso de las truchas cabeza de acero.

Aunque no existe trabajos en los que se hayan realizado comparaciones similares al presente trabajo es importante mencionar que Maraví (2013) realizó un estudio para comparar el crecimiento de alevinos de truchas arco iris provenientes de ovas nacionales e

internacionales, no encontrando diferencias significativas. Sin embargo, el autor incide en la relación beneficio/costo que favorece a los alevines procedentes de ovas importadas.

Respecto a la Tasa de crecimiento absoluta (TCA), el promedio final durante la experimentación fue de $0,25 \pm 0,01$ para la trucha arco iris y $0,36 \pm 0,01$ para la trucha cabeza de acero, se observa en los valores una diferencia de crecimiento a favor de la segunda y estadísticamente existe diferencias significativas.

Al evaluar la tasa de crecimiento específica (TCE) al finalizar la experiencia se obtuvo como promedio $2,94 \pm 0,12$ y $3,09 \pm 0,13$ para truchas arco iris y cabeza de acero, respectivamente. Estos resultados guardan relación con los hallazgos de Saavedra (2019) quién al evaluar en la etapa de engorde ambas variedades en sistemas raceways, obtuvo mejores resultados en cabeza de acero. Por otro lado, Api et al. (2022) en caso de alevinos de trucha arco iris luego de 105 días obtuvo valores de TCE de 2,87 en uno de sus tratamientos evaluados. Con relación al comportamiento de la TCE durante el crecimiento mencionado por Crampton y Sveidqvist (2002) se observa que en la cabeza de acero pasa de 4,53 a 3,09; mientras que en arco iris no disminuye sino incrementa de 2,51 registrado a los 15 días a 2,94 al finalizar la experiencia.

Referente al factor de conversión alimenticia (FCA), los resultados finales obtenidos fueron $0,98 \pm 0,03$ para trucha arco iris y $0,88 \pm 0,03$ para cabeza de acero, existiendo diferencias significativas, en este caso se interpreta que la segunda es la que mejor aprovecha el alimento ya que sólo necesita 0,88 kg para obtener 1,0 kg de biomasa. Estos resultados se encuentran dentro de los FCA para trucha según lo indicado en el manual de FONDEPES (2019) igualmente en trabajos como el de Elguera (2016) quien obtuvo valores de 0,82 y 0,85 para trucha arco iris y el Romero (2021) que consiguió 0,880 para truchas cabeza de acero.

Para el resultado del factor de condición (K), final promedio, se identificaron diferencias significativas, siendo de $1,05 \pm 0,02\%$ para trucha arco iris, y $1,16 \pm 0,02\%$ para trucha cabeza de acero. En ambos casos los valores promedio, sugieren que los peces presentaron un buen estado de salud y una adecuada conformación corporal según las categorías indicadas por Crampton y Sveidqvist (2002), con una ligera variación a favor de cabeza de acero. Al respecto Chamorro (2021) reportó valores de K promedio para trucha arco iris de 1,26 en tanques circulares y 1,24 en estanques rectangulares. Así mismo, Api et al. (2022) 1,21; 1,23; 1,24; y 1,22 en los tratamientos trabajados.

La sobrevivencia en promedio fue del 96,04% para las truchas arco iris y del 98,10% para las truchas cabeza de acero, siendo la mortalidad registrada menor en la segunda. Existen trabajos como el de Sánchez (2020), quien obtuvo tasas de 97,1% empleando alimento extruido La Molina y 94,5% con Nicovita.

En relación con los parámetros fisicoquímicos, se registró una temperatura promedio de $12,37 \pm 0,17$ °C en truchas arco iris y $12,39 \pm 0,19$ °C en cabeza de acero que se encuentra dentro del rango de 11 a 16 recomendado por el FONDEPES (2019). Asimismo, el oxígeno disuelto promedio fue de $5,41 \pm 0,25$ mg/L en truchas arco iris y $5,60 \pm 0,19$ mg/L en cabeza de acero, valores se encuentran por sobre el valor mínimo (5 y 5,5 mg/L) indicado por De la Oliva (2011) para la especie. Por último, el potencial de hidrógeno fue de $7,49 \pm 0,07$ en truchas arco iris y $7,48 \pm 0,07$ en truchas cabeza de acero. Estos resultados se compararon con los obtenidos por Sánchez (2020), donde las respuestas fueron similares en cuanto a la temperatura promedio del agua 12,30 °C y al potencial de hidrógeno 7,46. En lo que respecta al oxígeno disuelto promedio del agua, si bien se obtuvo un valor inferior al promedio de 7,15 mg/L reportado por Sánchez (2020), se encuentra dentro del rango óptimo para la especie (7 – 8) sugerido por FONDEPES (2019).

VI. CONCLUSIONES

- Se logró evaluar el crecimiento de trucha arco iris y cabeza de acero (*Oncorhynchus mykiss*) en tanques de fibra de vidrio durante el segundo alevinaje en la SAIS Túpac Amaru LTDA N° 1.
- Las variables técnicas asociadas al crecimiento biométrico (peso y talla) determinaron que se encontraron diferencias significativas al finalizar la experiencia, en los alevinos de trucha arco iris y cabeza de acero cultivadas en tanques de fibra de vidrio, el promedio de ganancia fue mayor en la trucha cabeza de acero (5,75 cm y 12,92 g) en comparación con la trucha arco iris (4,90 cm y 10,54 g). Similar resultado se encontró en la tasa de crecimiento absoluto (TCA), sólo en la tasa de crecimiento específico (TCE) no se encontró diferencias significativas.
- En cuanto al aprovechamiento del alimento balanceado evaluado a través del FCA se encontró diferencias significativas en los promedios 0,98 para trucha arco iris y 0,88 para cabeza de acero, lo que indica que los alevinos de la trucha cabeza de acero aprovechan mejor el alimento balanceado.
- El rendimiento, evaluado a través del Factor de Condición (K), determinó diferencias significativas, siendo ambos valores superiores a uno; sin embargo, los alevinos de trucha cabeza de acero presentaron una mejor relación peso-talla (1,16%) en comparación con los de trucha arco iris (1,05%). En cuanto a la sobrevivencia, también se evidenció una ventaja en la trucha cabeza de acero (98,10%) respecto a la trucha arco iris (96,04%).
- En términos generales, es posible cultivar la trucha cabeza de acero durante el segundo alevinaje en tanques de fibra de vidrio en la SAIS Túpac Amaru Ltda N° 1.

VII. RECOMENDACIONES

- Ampliar la duración del ensayo experimental más allá de los 60 días, con el fin de monitorear el desempeño productivo de ambas variedades de trucha en etapas posteriores al segundo alevinaje, permitiendo así establecer si las diferencias en crecimiento biométrico (peso - talla) y eficiencia productiva persisten o varían a lo largo del ciclo productivo.
- Replicar el presente estudio en diferentes unidades de producción acuícola, con variaciones en altitud, temperatura y diseño de infraestructura, para validar la consistencia de los resultados y fortalecer su aplicabilidad práctica.
- Promover investigaciones estacionales en sistemas circulares de fibra de vidrio, dada su eficacia en la remoción de sólidos, mantenimiento sanitario y regulación de parámetros fisicoquímicos, a fin de evaluar el efecto de variables climáticas sobre el crecimiento, bienestar y adaptabilidad de la trucha. Los resultados en este trabajo de investigación respaldan su uso en cultivos intensivos.
- Implementar sistemas de oxigenación suplementaria, como tecnología de nanoburbujas, en la sala de alevinaje con tanques de fibra de vidrio de la SAIS Túpac Amaru, con el propósito de mantener concentraciones óptimas de oxígeno disuelto en el medio acuático. Según FONDEPES (2019), niveles superiores a 6 mg/L son necesarios para asegurar un crecimiento adecuado de la trucha, lo cual favorecería una mayor eficiencia metabólica y un mejor desempeño zootécnico en sistemas intensivos de producción.
- Realizar estudios complementarios sobre dietas formuladas de bajo costo dirigidas a la variedad cabeza de acero, con el fin de optimizar la conversión alimenticia y la eficiencia de utilización de nutrientes, promoviendo así una producción acuícola sostenible en sistemas de cultivo intensivo.

VIII. REFERENCIAS

- Alonso, A. M., y Palacios, D. (2023). Biorremediación en Aguas Residuales Acuícolas: Una Revisión. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. 7(4), 8538-8568. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7577
- Api, J. J., Campbell, E. B., y Ramirez, O. D. (2022). *Evaluación de la inclusión de tres niveles del aditivo alimenticio Fish40 en la dieta para alevines de trucha Arco Iris *Oncorhynchus Mykiss* (Walbaum, 1792) en los indicadores productivos en el piscicentro Los Retoños E.I.R.L., Molinos-Jauja*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Callao] Repositorio institucional UNAC. <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/7386>
- Aranibar, M. J. (2021). *Manual de capacitación: Alimentos balanceados para truchas*. https://www.researchgate.net/publication/356732229_Alimentos_Balanceados_para_Truchas
- Boyd, C. (2018). *Temperatura del agua en la acuicultura*. <https://www.globalseafood.org/advocate/temperatura-del-agua-en-acuicultura>
- Chamorro, P. (2021). *Comparación productiva de dos sistemas de cultivo, estanques rectangulares y circulares, en alevinos de trucha arco iris en la piscigranja “Los Retoños” - Jauja*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional UNCP. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/7942>
- Ciencia Desarrollo Tecnológico e Innovación en Acuicultura [C+DT+i 2013 – 2021] (2013). *Situación de las investigaciones y la innovación tecnológica en la acuicultura*. <https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2020/01/PROGRAMA-NACIONAL->

[DE-CIENCIA-DESARROLLO-TECNOL%3%93GICO-E-INNOVACI%3%93N-EN-ACUICULTURA-CDTi-2013-2021.pdf](#)

Constitución Política del Perú [Const] Art. 14, 29 de diciembre de 1993 (Perú).

Crampton, V., y Sveidqvist, P. (2002). *Manejo Práctico del Alimento para Jefes de centros de mar de salmón y trucha.*

https://www.academia.edu/28873479/MANUAL_DE_MANEJO_DE_LA_ALIMENTACION_DE_SALMON_Y_TRUCHA

Cuarite, J. (2015). *¿Cómo alimentar a mis truchas? Recomendaciones y Aplicación de Fórmulas.* <https://es.scribd.com/document/534713377/Manual-Truchas-f>

De la Oliva, G. (2011). *Manual de buenas prácticas de producción acuícola en el cultivo de trucha arco iris.*

Douglas, J. M. (2021). *Los efectos de la frecuencia de alimentación para los alevines de trucha.*

https://www.troutlodge.com/documents/1115/The_Effects_of_Feed_Frequency_for_Troutlodge_Fry_ES.pdf

Elguera, M. A. (2016). *Reemplazo del aceite crudo de soya por aceite acidulado en dietas comerciales para alevines de trucha (Oncorhynchus mykiss) en Pachacayo, Junín.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional UNALM. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/1781>

Food and Agriculture Organization [FAO] (2024). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. La transformación azul en acción.* <https://doi.org/10.4060/cd0683es>

- Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero [FONDEPES] (2004). *Manual del cultivo de la trucha arco iris en jaulas flotantes*. <https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2019/09/Manual-de-Cultivo-de-Trucha-Arco-iris-en-Jaulas.pdf>
- FONDEPES (2019). *Manual de crianza de truchas en ambientes convencionales*. <https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2019/09/Manual-de-Crianza-de-Trucha-en-Ambientes-Convencionales.pdf>
- Gallego, I. (2015). Unidad 5 Ciclos de Vida. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/32129>
- Gordillo, L. A. (2021). *La Fibra de vidrio y la acuicultura*. <https://es.linkedin.com/pulse/la-fibra-de-vidrio-y-acuicultura-luis-alberto-gordillo->
- Infante, Y. M. (2024). *Comparación de dos alimentos comerciales en alevines de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*, para incrementar la rentabilidad en la “S.A.I.S” Tupac Amaru Ltda N° 1, región Junín*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio institucional UNFV. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/8942>
- Instituto Tecnológico de la Producción [ITP] (2023). *Plan de negocio para la cadena productiva acuícola de trucha arcoiris en la región Junín*. https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2024/01/4782764-gd-pn-2023-01-plan-de-negocio_cadena-productiva-acuicola_trucha-arcoiris_junin.pdf
- Kumamoto, J. (2008). *Integración de los pequeños productores de trucha con los mercados externos: ¿una meta lejana?* https://cies.org.pe/wp-content/uploads/2016/07/integracion-de-los-peuqenos-productores-de-trucha-en-los-mercados-externos_2_0.pdf

- Lagos, L. (2015). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de un centro de producción de ovas y alevinos de trucha (Oncorhynchus mykiss) en Ayacucho*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga]. Repositorio institucional UNSCH. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/c6020b67-9fe5-462c-8d8f-1ec2bf1f249f/content>
- Maraví, J. A. (2013). *Parámetros productivos en alevinos de trucha arco iris, procedentes de ovas nacionales e importadas en la piscigranja gruta milagrosa – Acopalca – Huancayo*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional UNCP. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1814>
- Martínez, M., Martínez, L. R. y Ramos, R. (2009). Dinámica de crecimiento de peces y crustáceos. *Revista electrónica de Veterinaria*, 10(10), 1-16. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/121-crecimiento.pdf
- Mendoza, R. (2009). *Protocolo de engorde de truchas arco iris Oncorhynchus mykiss. Cultivo en jaulas flotantes*. <https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2019/09/Protocolo-de-engorde-de-trucha-arco-iris.-Cultivo-de-jaulas-flotantes..pdf>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación [MAPAMA] (2021). *Trucha arco iris*. España: https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/trucha-arcoiris_tcm30-628444.pdf
- Ministerio del ambiente [MINAM] (2021). *Línea de base de la trucha arcoíris con fines de bioseguridad en el Perú*. <https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/982>

- Ministerio de la Producción del Perú [PRODUCE] (2022). *Manual para una acuicultura sostenible cultivo de trucha*. <https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2022/09/Manual-de-Trucha-1.pdf>
- National Oceanic And Atmospheric Administration [NOAA] (2023). La trucha cabeza de acero del sur de California mantiene su estatus de lista en peligro de extinción. <https://www.fisheries.noaa.gov/species/steelhead-trout>
- Oca, J., y Masaló, I. (2011). *Diseño de tanques en acuicultura intensiva*. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/114534/ingrid.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Oliva, M., Medina, M., Uriarte, W., y Alvis, R. (2021). Policultivo de paco (*Piaractus brachypomus*) y gamitana (*Colossoma macropomum*) a diferentes densidades en la fase de engorde utilizando estanques circulares en Alto Saposo - San Martín. *Revista de investigación agroproducción sustentable*. 5(3), 48-54. <https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/818/1180>
- Ontiveros, M. A. (2022). *Adaptación de juveniles de trucha arcoiris (Oncorhynchus mykiss) al agua de mar para desarrollar su cultivo en sistemas de recirculación acuícola*. [Tesis de maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California]. Repositorio institucional CICESE. <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/3690>
- Ponce, M. N. (2014). *Evaluación de un promotor multifuncional en la dieta sobre el comportamiento productivo de juveniles de trucha (Oncorhynchus mykiss)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional UNALM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2388>

- Quinn, T. (2018). El comportamiento y la ecología del salmón y la trucha del Pacífico. (2.ª ed.).
- Quishpe, J. P., y Uribe, M. D. (2020). *Propuesta de procesos en la producción de alimentos para truchas (ONCORHYNCHUS MYKISS) en base a desperdicios cárnicos*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio institucional UTC. <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8289>
- Rainuzzo, J. (2020). *La cadena de valor de la trucha*. <https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2020/10/Estudio-de-prospectiva-PNIPA-Cadena-de-Valor-de-la-Trucha.pdf>
- Romero, L. J. (2021). *Evaluación de dos alimentos extruidos en la etapa de segundo alevinaje de Trucha Arco Iris (Onchorychus mykiss) en Pachacayo - Junín*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional UNALM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.129RU96/4630>
- Ruiz, J. J. (2023). Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de juveniles de *Astronotus ocellatus* “acarahuazú” en jaulas flotantes, Huánuco. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga]. Repositorio institucional UNSCH. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/9d5b3b1c-4b52-4d26-96c3-3bcc189a8ce5/content>
- Saavedra, I. (2019). *Performance productiva y relaciones morfométricas de truchas (Oncorhynchus mykiss) Cabeza de Acero y Arco Iris en etapa de engorde en Raceways*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional UNALM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4238>

- Salinas, J., y Alarcón, E. (2017). *Acuicultura: trucha. Una opción para el desarrollo de comunidades Andinas*. [Tesis de maestría, Universidad de Piura]. Repositorio institucional UDEP. <https://hdl.handle.net/11042/3554>
- Sanchez, R. (2020). *Respuesta productiva en primer alevinaje de trucha cabeza de acero (Oncorhynchus mykiss) de ovas premium con dos alimentos extruidos*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio institucional UNALM: <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5913>
- Seminario, A., Añaños, M. A., Abanto, C., y Chávez, H. O. (2022). *La alimentación de la trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss) (Walbaum, 1792) en la acuicultura peruana*. <https://unach.edu.pe/rcnorandina/index.php/ciencianorandina/article/view/100/171>
- Vera, J. (1983). *Breve historia de la acuicultura y su organización en el Perú*. <https://www.fao.org/4/ad020s/AD020s15.htm>
- Zuñiga, F. R. (2024). *Comportamiento biológico de la trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss) en la saprolegniasis con dos tratamientos naturales en San Miguel*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal de Bolívar]. Repositorio institucional UEB. <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/6895>