

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



Tesis

Evaluación del rendimiento productivo de truchas arcoíris por sexo a más de 4500 metros de altitud

Presentado por:

Rocio Chani Salas

Para optar el título de Médico Veterinario y Zootecnista

Abancay, Perú

2025



**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**TESIS**

**Evaluación del rendimiento productivo de truchas arcoíris por sexo a más 4500 metros de altitud**

Presentado por **Rocio Chani Salas**, para optar el título de Médico Veterinario y Zootecnista

Sustentado y aprobado el 21 de noviembre de 2024 ante el jurado evaluador:

**Presidente:**

*MVZ. Victor Raúl Cano Fuentes*

**Primer Miembro:**

*M.Sc. Filberto Oha Humpiri*

**Segundo Miembro:**

*Mg. Isai Ochoa Pumaylle*

**Asesores:**

*Dr. Virgilio Machaca Machaca*

*Mtro. Jesús Roldan Juárez*



## Constancia de similitud

### Informe de Tesis

### Constancia 10-2025-UDI-FMVZ-UNAMBA

El director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

#### Hace constar:

Que, **Rocio Chani Salas**, con código de estudiante **171183** de la Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, presentó el informe de tesis:

#### **Evaluación del rendimiento productivo de truchas arcoíris por sexo a más de 4500 metros de altitud**

Para ser evaluada su similitud.

Se utilizó el software Turnitin con filtros: excluir citas, excluir bibliografía, excluir fuentes que tengan menos de 18 palabras. Siendo el resultado:

**Porcentaje de similitud: 19%**

Parte de esta constancia son los anexos donde figuran los resultados del Turnitin.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para fines de trámites en la UNAMBA.

Abancay, 11 de febrero de 2025

Atentamente,

  
  
Dr. Ulises S. Quispe Gutiérrez  
Director

investigacion.fmvz@unamba.edu.pe

cc/.

Arch.

### **Agradecimiento**

*A la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, a todos los docentes quienes con sus enseñanzas impartidas lograron mi formación profesional.*

*A mis asesores Dr. Virgilio Machaca Machaca y Mtro. Jesús Roldan Juárez, así mismo, a mi familia y amistades que me apoyaron haciendo posible la conclusión de mis objetivos.*



## **Dedicatoria**

*A Dios y la Virgen del Rosario por acompañarme e iluminarme en cada momento de mi vida.*

*A mi hijo Cesar Jeampiero; a mis padres Estanislao Chani y Eulalia Salas por su apoyo incondicional y la confianza que depositaron en mí para la culminación de este trabajo.*



Evaluación del rendimiento productivo de truchas arcoíris por sexo a más 4500 metros de altitud

Línea de investigación: Ciencias veterinarias

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>RESUMEN</b>	3
<b>ABSTRACT</b>	4
<b>CAPÍTULO I</b>	5
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	5
1.1 Descripción del problema	5
1.2 Enunciado del Problema	6
1.2.1 Problema general	6
1.2.2 Problemas específicos	6
1.3 Justificación de la investigación	6
<b>OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b>	7
2.1 Objetivos de la investigación	7
2.1.1 Objetivo general	7
2.1.2 Objetivos específicos	7
2.2 Hipótesis de la investigación	7
2.2.1 Hipótesis general	7
2.2.2 Hipótesis específicas	7
2.3 Operacionalización de variables	8
<b>CAPÍTULO III</b>	9
<b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b>	9
2.4 Antecedentes	9
2.5 Marco teórico	10
2.5.1 Producción mundial acuícola	10
2.5.2 Producción de trucha en el Perú	11
2.5.3 Biología de trucha arcoíris	11
2.5.3.1 Taxonomía de la trucha	12
2.5.3.2 Hábitat	12
2.5.3.3 Alimentación	12
2.5.4 Requerimientos productivos	13
2.5.4.1 Proteína	13
2.5.4.2 Energía	13



2.5.4.3	Lípidos	14
2.5.4.4	Vitaminas	14
2.5.4.5	Minerales	15
2.5.5	Etapas productivas	15
2.5.6	Parámetros de calidad de agua para truchas	16
2.5.7	Parámetros productivos	18
2.6	Marco conceptual	19
2.6.1	Tasa específica de crecimiento (SGR)	19
2.6.2	Factor de condición de Fulton (k)	19
2.6.3	Ganancia de peso	20
2.6.4	Altitud	20
<b>CAPÍTULO IV</b>		21
<b>METODOLOGÍA</b>		21
4.1	Tipo y nivel de investigación	21
4.2	Diseño de la investigación	21
4.3	Población y muestra	21
4.4	Procedimiento	22
4.4.1	Ganancia de peso	22
4.4.2	Tasa específica de crecimiento	22
4.4.3	Factor de condición de Fulton	22
4.5	Técnica e instrumentos	23
4.6	Análisis estadístico	23
<b>CAPÍTULO V</b>		24
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>		24
5.1	Análisis de resultados	24
5.1.1	Ganancia de peso	24
5.1.2	Factor de condición de Fulton (K)	25
5.1.3	Tasa específica de crecimiento (SGR)	26
5.2	Discusión	27
5.2.1	Ganancia de peso	27
5.2.2	Factor de condición de Fulton (K)	27
5.2.3	Tasa específica de crecimiento (SGR)	28
<b>CAPÍTULO VI</b>		30
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		30
6.1	Conclusiones	30
6.2	Recomendaciones	30
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		31
<b>ANEXOS</b>		36

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de variables propuestas para el estudio.	7
<b>Tabla 2.</b> Parámetros de calidad de agua para la crianza de truchas arcoíris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ).	16
<b>Tabla 3.</b> Tasa específica de crecimiento (SGR) por rangos de peso para truchas arcoíris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ).	17
<b>Tabla 4.</b> Factor de condición de Fulton (K) por rangos de peso para truchas arcoíris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ).	17
<b>Tabla 5.</b> Comparación de ganancia de peso mensual por sexo (macho y hembra) de trucha arcoíris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ).	21
<b>Tabla 6.</b> Comparación del factor de condición de Fulton (K) por sexo (macho y hembra) de trucha arcoíris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ).	25
<b>Tabla 7.</b> Comparación de tasa específica de crecimiento (SGR) por sexo (macho y hembra) de trucha arcoíris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ).	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Fig.1.</b> Producción mundial de la pesca de captura y la acuicultura	9
<b>Fig.2.</b> Diferencia entre los pesos (g) de truchas arcoíris macho y hembra por periodos de muestreo (mes).	25
<b>Fig.3.</b> Diferencia entre del factor de condición de Fulton (K) de truchas arcoíris macho y hembra por periodos de muestreo (mes).	26
<b>Fig.4.</b> ANOVA para comparación de peso inicial entre truchas hembras y machos.	33
<b>Fig.5.</b> ANOVA para comparación de pesos del primer muestreo entre truchas hembras y machos.	33
<b>Fig.6.</b> ANOVA para comparación de pesos del segundo muestreo entre truchas hembras y machos.	34
<b>Fig.7.</b> ANOVA para comparación de pesos del tercer muestreo entre truchas hembras y machos.	34
<b>Fig.8.</b> ANOVA para comparación de pesos del cuarto muestreo entre truchas hembras y machos.	35
<b>Fig.9.</b> ANOVA para comparación de pesos del cuarto muestreo entre truchas hembras y machos.	35
<b>Fig.10.</b> ANOVA para comparación de factor de condición inicial entre truchas hembras y machos.	36
<b>Fig.11.</b> ANOVA para comparación del factor de condición del primer muestreo entre truchas hembras y machos.	36
<b>Fig.12.</b> ANOVA para comparación del factor de condición del segundo muestreo entre truchas hembras y machos.	37

<b>Fig.13.</b> ANOVA para comparación del factor de condición del tercer muestreo entre truchas hembras y machos.	37
<b>Fig.14.</b> ANOVA para comparación del factor de condición del cuarto muestreo entre truchas hembras y machos.	38
<b>Fig.15.</b> ANOVA para comparación del factor de condición del quinto muestreo entre truchas hembras y machos.	38

## INTRODUCCIÓN

La acuicultura es una actividad económica significativa en la producción de alimentos para la población humana. En 2022, la producción mundial alcanzó los 185 millones de toneladas, mostrando un crecimiento del 4 % en comparación con 2020. Se estima que la acuicultura produjo 94 millones de toneladas de animales acuáticos, lo que representa el 51 % del total, superando por primera vez a la pesca de captura. La acuicultura continental generó 59.1 millones de toneladas, constituyendo el 62.6 % de la producción acuícola mundial total. La producción mundial de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) corresponde al 1.5 % de la producción global, siendo los principales productores Chile, Irán, Turquía, Noruega, Perú, Italia y Dinamarca <sup>1</sup>.

En el Perú la producción de trucha arcoíris ha venido creciendo significativamente, debido a su adaptabilidad a los diferentes cuerpos de agua de la sierra peruana, llegando su producción a las 39 859 2 toneladas representando el 37.9% de la producción acuícola. El departamento de Puno es el primer productor de truchas con 22 450 0 toneladas, representando el 56.32% del total <sup>2</sup>. Actualmente el Perú no reporta información oficial sobre producción de ovas embrionadas de trucha, por lo que está condicionada a la importación de ovas embrionadas de empresas especializadas que lograron tener cepas con mejores rendimientos en el crecimiento, ganancia de peso y resistencia a enfermedades.

Los truchicultores buscan la máxima eficiencia para convertir el alimento en carne, por lo que buscan comprar ovas hembras por su lenta madurez tardía a diferencia de los machos que en condiciones de cultivo pueden generar pérdidas en volumen y valor de producción por su madurez temprana. La preferencia del consumidor de trucha es de 250 o 300 gr ofertada por los comerciantes minoristas <sup>3</sup>, estos pesos podrían lograrse en ambos sexos ya que la maduración de los machos se da a partir de año de vida.

La calidad de agua para la crianza de truchas se caracteriza por crecer en ríos, lagos y lagunas; soportando temperaturas desde los 5 a 18°C y el oxígeno disuelto que es indispensable para el desarrollo de la especie entre 4.5 a 5.9 mg/L <sup>4,5</sup>.

La producción de truchas viene siendo atractiva en zonas altoandinas a más de 4500 metros de altitud, sin embargo, se requiere evaluar rendimiento productivo de truchas arcoíris por sexo a



más 4500 metros de altitud, esta información servirá a los futuros investigadores y productores de trucha arcoíris sobre cómo se da el rendimiento productivo.



## RESUMEN

El objetivo del siguiente trabajo de investigación fue evaluar el rendimiento productivo de truchas arcoíris por sexo a más de 4500 metros de altitud. El trabajo de investigación fue de tipo retrospectiva y de nivel relacional. Se utilizaron 6 registros mensuales de truchas hembras y 6 registros de truchas machos. Los datos utilizados fueron de 200 peces mensuales que fueron sometió a una evaluación biométrica de peso y talla por sexo. Se evaluó la ganancia de peso, tasa específica de crecimiento (SGR) y el factor de condición de Fulton (K). Los resultados mostraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en la ganancia de peso en truchas machos (1023.86 g) en comparación a las hembras (980.02 g). El factor de condición de Fulton mostro diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en truchas macho ( $1.67 \pm 0.15$ ) en comparación con hembras ( $1.57 \pm 0.17$ ). La tasa específica de crecimiento en truchas hembras (0.77%) fueron similares a los obtenidos en truchas machos (0.77%). En conclusión, se observa que las truchas macho tuvieron mejores resultados en la ganancia de peso y en el factor de condición de Fulton, y los resultados fueron similares en la tasa específica de crecimiento a más de 4500 metros de altitud.

**Palabras clave:** *Trucha arcoíris, ganancia de peso, factor de condición de Fulton, tasa específica de crecimiento.*



## ABSTRACT

The objective of the following research work was to evaluate the productive performance of rainbow trout by sex at more than 4500 meters altitude. The research work was retrospective and relational. 6 monthly records of female trout and 6 records of male trout were used. The data used were from 200 fish per month that were subjected to a biometric evaluation of weight and height by sex. Weight gain, specific growth rate (SGR) and Fulton condition factor (K) were evaluated. The results showed significant differences ( $P < 0.05$ ) in weight gain in male trout (1023.86 g) compared to females (980.02 g). The Fulton condition factor showed significant differences ( $P < 0.05$ ) in male trout ( $1.67 \pm 0.15$ ) compared to females ( $1.57 \pm 0.17$ ). The specific growth rate in female trout (0.77%) was similar to that obtained in male trout (0.77%). In conclusion, it is observed that male trout had better results in weight gain and in the Fulton condition factor, and the results were similar in the specific growth rate at more than 4000 meters altitude.

**Keywords:** *Rainbow trout, weight gain, Fulton's condition factor, specific growth rate.*



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Descripción del problema

El crecimiento de la trucha esta influenciada por la alimentación, la densidad de población, calidad de agua, origen genético y sexo de los peces <sup>6,7</sup>, por lo que los truchicultores buscan la máxima eficiencia para convertir el alimento en carne. Esto hace que los productores tengan una afinidad por las truchas hembras por su lenta madurez tardía a diferencia de los machos que en condiciones de cultivo pueden generar pérdidas en volumen y valor de producción por su madurez temprana.

La trucha es una especie que se desarrollan en aguas frías, es decir son poiquilotérmicas, lo que significa que su temperatura corporal es la misma del agua que habitan, así mismo, son exigentes en oxígeno disuelto para su metabolismo optimo. Por lo cual, su crecimiento esta influenciado por la calidad de agua que presenta el medio donde habitan. La crianza de truchas en zonas altoandinas por encima de los 4500 metros de altitud está limitada por las condiciones hídricas, ya que la temperatura del agua es inferior a los 10°C y el oxígeno disuelto inferior a los 5 mg/L. Estas condiciones dan lugar al desarrollo lento disminución de ingesta de alimento y su metabolismo <sup>8</sup>.

En la actualidad la laguna de Choclococha viene siendo usada para el cultivo de truchas por los comuneros y empresas privadas, adquiriendo estos peces a través de la importación de ovas embrionadas mixtas (macho y hembra) y todas hembras. Sin embargo, se desconoce el rendimiento productivo de estos peces por sexo y a más de 4500 metros de altitud.

Por lo cual, se realizó este trabajo de investigación con el objetivo comparar el rendimiento productivo de truchas arcoíris por sexo a más de 4500 metros de altitud.



## 1.2 Enunciado del Problema

### 1.2.1 Problema general

¿Cuál será rendimiento productivo de truchas arcoíris por sexo a más de 4500 metros de altitud?

### 1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será la ganancia de peso de truchas arcoíris por sexo a más de 4500 metros de altitud?
- ¿Cuál será el factor K de Fulton de truchas arcoíris por sexo a más de 4500 metros de altitud?
- ¿Cuál será la tasa específica de crecimiento de truchas arcoíris por sexo a más de 4500 metros de altitud?

## 1.3 Justificación de la investigación

En el Perú la trucha arcoíris ha venido creciendo significativamente, debido a su adaptabilidad a los diferentes cuerpos de agua de la sierra peruana, llegando su producción a las 39 859 2 toneladas representando el 37.9% de la producción acuícola. El departamento de Puno es el primer productor de truchas con 22 450 0 toneladas, representando el 56.32% del total de la actividad acuícola 2. Actualmente el Perú no reporta información oficial sobre producción de ovas embrionadas de trucha, por lo que está condicionada a la importación de ovas embrionadas de empresas especializadas que lograron tener cepas con mejores rendimientos en el crecimiento, ganancia de peso y resistencia a enfermedades.

Los truchicultores buscan la máxima eficiencia para convertir el alimento en carne, por lo que buscan comprar ovas hembras por su lenta madurez tardía a diferencia de los machos que en condiciones de cultivo pueden generar pérdidas en volumen y valor de producción por su madurez temprana. La preferencia del consumidor de trucha es de 250 o 300 gr ofertada por los comerciantes minoristas <sup>3</sup>, estos pesos podrían lograrse en ambos sexos ya que la maduración de los machos se da a partir de año de vida. Sin embargo, se desconoce el comportamiento productivo de truchas por sexo, por lo cual, existe la necesidad de conocer los parámetros productivos como, ganancia de peso, tasa específica de crecimiento y factor de condición de Fulton (K) a más de 4500 metros de altitud.



## **CAPÍTULO II**

### **OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

#### **2.1 Objetivos de la investigación**

##### **2.1.1 Objetivo general**

Evaluar el rendimiento productivo de truchas arcoíris por sexo a más de 4500 metros de altitud.

##### **2.1.2 Objetivos específicos**

- Comparar la ganancia de peso de truchas arcoíris por sexo a más de 4500 metros de altitud.
- Comparar el factor de condición de Fulton (K) de truchas arcoíris por sexo a más de 4500 metros de altitud.
- Comparar la tasa específica de crecimiento (SGR) en truchas arcoíris por sexo a más de 4500 metros de altitud.

#### **2.2 Hipótesis de la investigación**

##### **2.2.1 Hipótesis general**

El rendimiento productivo de truchas arcoíris difieren por sexo en un 5% a más de 4500 metros de altitud.

##### **2.2.2 Hipótesis específicas**

- La ganancia de peso de truchas arcoíris por sexo difiere en un 5% a más de 4500 metros de altitud.
- La tasa específica de crecimiento de truchas arcoíris por sexo difiere en un 1% a más de 4500 metros de altitud.
- El factor de condición de Fulton difiere por sexo en un 1% a más de 4500 metros de altitud.



### 2.3 Operacionalización de variables

**Tabla 1**

Operacionalización de variables propuestas para el estudio

<b>Variab</b> les	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>
<b>Independiente</b>		
Sexo	Sexo	Macho Hembra
<b>Dependiente</b>		
Rendimiento productivo	Ganancia de peso Tasa específica de crecimiento (SGR) Factor K de Fulton condición (K)	Gramos Porcentaje (%) Índice



### CAPÍTULO III

#### MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 2.4 Antecedentes

- a) Bastardo en el 2003, en su estudio titulado “crecimiento de truchas hembras de ambos sexos en un criadero venezolano”, encontró que los pesos y tallas promedios de las truchas hembras eran de 106.92 g y 17.33 cm a partir de un conjunto de 1.440 truchas. En cambio, el grupo mixto tenía un pesos y tamaños promedios de 58.77 g y 14.37 cm, lo que indica diferencias significativas entre los dos grupos tanto en peso como en longitud <sup>9</sup>.
- b) Alvarado en el 2015, en su trabajo de investigación titulado Comparación del crecimiento de machos y hembras de tilapia nilótica (*Oreochromis Niloticus*) cultivada en jaulas, en costa rica, se observó que el coeficiente de variación de la población de sexo mixto disminuyó del 75.13% al 31.49% y al 30.22% para machos y hembras, respectivamente. Se determinaron pesos de cosecha de  $429.2 \pm 135.1$  g y  $339.65 \pm 102.64$  g, y tasas de crecimiento de  $2.74 \pm 0.86$  g día y  $2.18 \pm 0.68$  g día, respectivamente, entre machos y hembras, mostrando diferencias significativas <sup>10</sup>.
- c) Sheehan et al. en el año 1999 compararon en su trabajo de investigación titulado “mejor crecimiento en truchas arcoíris diploides y triploides totalmente hembras”, encontrando que las todas hembras triploides (749 g) presentaron un mayor peso promedio que los otros grupos; todas hembras diploides (568 g) comparadas con los ejemplares de ambos sexos (521 g) presentaron un peso promedio mayor, y no encontraron diferencias significativas para el factor de condición <sup>11</sup>.
- d) Boulanger en 1991, comparó el rendimiento de hembras diploides (AF2N) y triploides (AF3N) del salmón del Atlántico en agua dulce, bajo condiciones de producción comercial. Los salmones diploides ( $2.40 \pm 0.04$  kg) fueron significativamente más pesados que los salmones triploides ( $2.46 \pm 0.03$  kg), aunque no hubo una diferencia significativa. El aumento del peso de los diploides entre el invierno y la cosecha refleja el crecimiento repentino que ocurre en los peces que maduran en la primavera <sup>12</sup>.



- e) Kooning y Meyer en el 2011, en su trabajo de investigación “Rendimiento relativo de las truchas arcoíris diploides y triploides captúrales en lagos y embalses de Idaho”. La trucha arcoíris triploide (772 g) no mostró ninguna ventaja de crecimiento sobre la trucha arcoíris diploide (727 g), pero fueron similares en longitud, peso y peso en canal <sup>13</sup>.
- f) En 2011, Coela evaluó el crecimiento de truchas arcoíris todas hembras alimentadas diariamente de manera convencional, criadas en jaulas flotantes en la Laguna Lagunillas a una temperatura de 13.6 °C, logrando un incremento promedio de 200 g de peso y 8.5 cm de longitud durante un período de tres meses. <sup>14</sup>.

## 2.5 Marco teórico

### 2.5.1 Producción mundial acuícola

En 2022, la producción mundial alcanzó los 185 millones de toneladas, reflejando un crecimiento del 4 % en comparación con 2020. Se estima que la acuicultura generó 94 millones de toneladas de animales acuáticos, lo que constituye el 51 % del total, superando por primera vez a la pesca de captura. La acuicultura continental produjo 59.1 millones de toneladas, lo que representa el 62.6 % de la producción total mundial de acuicultura. China es el principal productor de animales acuáticos con un 36 %, seguida de India con un 8 %, Indonesia con un 7 %, Vietnam con un 5 % y Perú con un 3 %, representando estos cinco países aproximadamente el 59 % de la producción mundial de animales acuáticos <sup>1</sup>.

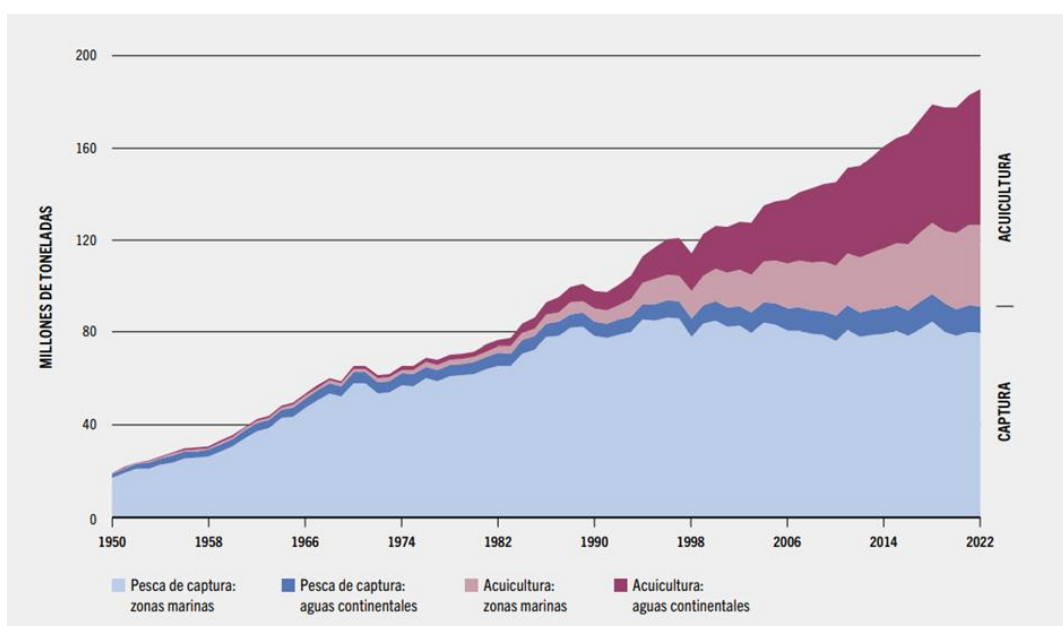


Fig.1. Producción mundial de la pesca de captura y la acuicultura<sup>1</sup>.



La producción mundial de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) representa el 1.5% de la producción mundial, siendo los principales países productores de trucha Chile, Irán, Turquía, Noruega, Perú, Italia y Dinamarca<sup>1</sup>. El país de Chile fue el principal productor de trucha arco iris, con un total de 1542.935 Tm, seguido de Irán, con 1324.473 Tm, y Turquía, con 1059.152 Tm. Estos tres países representaron el 57.9% de la cantidad mundial. Mientras que la producción de Chile se mantuvo estable, Irán fue la única excepción y experimentó un descenso respecto a 2014<sup>15</sup>.

### 2.5.2 Producción de trucha en el Perú

En el Perú la trucha arcoíris ha venido creciendo significativamente, debido a su adaptabilidad a los diferentes cuerpos de agua de la sierra peruana, llegando su producción a las 39 859 2 TM. Son 19 departamentos del Perú que se dedican a la explotación de truchas en el Perú, de los cuales el departamento de Puno es el primer productor de truchas con 22 450 0 TM, representando el 56.32% del total<sup>2</sup>.

El Perú es netamente importador de ovas embrionadas de trucha arcoíris, que constituyen la semilla para para la actividad acuícola. La producción creciente se ha venido sustentando en la importación de ovas a una tasa de 16% anual al 2020<sup>16</sup>.

Por otro lado, la crianza de truchas es dependiente de alimentos comerciales, debido a que la actividad industrial es incipiente y desarticulada<sup>17</sup>, lo cual origina un incremento en los costos por alimentación. En este sentido, se han realizado investigaciones para contar con fórmulas alimenticias locales, pero los altos costos de las materias primas son y serán una limitante para la producción masiva de alimentos<sup>18</sup>.

### 2.5.3 Biología de trucha arcoíris

La trucha arcoíris, científicamente conocida como *Oncorhynchus mykiss* pertenece a la familia salmonidae<sup>19</sup>, es una especie altamente valorada tanto en el ámbito comercial como en la pesca deportiva. Es una especie que se caracteriza por tener el cuerpo cubierto por finas escamas y de forma fusiforme con 60 a 66 vertebras, posee una banda lateral rosada iridiscente, que se hace más vistosa en la época de reproducción, tiene un hábito carnívoro y es ovípara con reproducción externa<sup>20</sup>.

En el ámbito sexual el macho tiene la característica que la mandíbula inferior es más inclinada hacia la parte superior. En la hembra la zona ventral es más ovalada, genitales aparentemente inflamadas de coloración<sup>21</sup>.



### 2.5.3.1 Taxonomía de la trucha

Tanto la FAO (2019) como Froese y Pauly (2020) informan de que la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) se clasifica de la siguiente manera <sup>22</sup>.

Reino	Animal
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Clase	Actinopterygii
Orden	Salmonidae
Familia	Salmoniformes
Género	Oncorhynchus
Especie	<i>Oncorhynchus mykiss</i>

### 2.5.3.2 Hábitat

Esta especie prospera en aguas continentales, tanto lóaticas como lénticas, caracterizadas por ser frías y notablemente claras. Se encuentra en diversos habitats, siendo los ríos de las zonas altoandinas los más comunes. Esta especie se adapta a zonas con alta concentración de oxígeno, manteniendo un rango de 6.5 mg/l. Estas áreas son turbulentas, con temperaturas promedio entre 12 y 19 ° C. <sup>23</sup>.

La trucha arcoíris está muy extendida en la mayoría de los medios acuáticos de la sierra peruana, habiéndose adaptado a los ríos, lagunas y lagos de las zonas altoandinas a más de 1.500 metros de altitud, como el lago Titicaca (Puno). Como son muy móviles, su distribución en los ríos suele cambiar según la estación, la etapa vital, la hora del día o el tipo de alimento durante el desove <sup>24</sup>.

### 2.5.3.3 Alimentación

La trucha arcoíris es una especie carnívora que se alimenta de invertebrados y peces. Su crecimiento depende de las características físico-químicas del agua y de la disponibilidad de alimento <sup>25</sup>. En ambientes naturales, se alimenta de insectos acuáticos como anfípodos y peces como el ispi. El pejerrey, otra especie introducida, es su único posible depredador <sup>26</sup>. Por lo tanto, en sistemas de crianza, el alimento proporcionado a la trucha arcoíris debe estar muy bien equilibrado según sus necesidades nutricionales.



## 2.5.4 Requerimientos productivos

Los requerimientos nutricionales dependen de la especie, edad, tamaño, estado fisiológico y características fisicoquímicas del agua. Conocer con precisión las necesidades de cada nutriente permite evitar excesos que pueden resultar costosos y perjudicar la rentabilidad. Asimismo, una dieta desequilibrada puede causar retrasos en el crecimiento de los animales en cultivo, lo que también afecta la rentabilidad.<sup>27</sup>.

### 2.5.4.1 Proteína

El consumo de proteínas es esencial para que los peces adquieran los aminoácidos necesarios para la síntesis de músculo y tejido corporal. Las proteínas se utilizan sin cesar para construir nuevas proteínas o renovar las existentes (mantenimiento), es obligatorio asegurar una ingesta regular de este nutriente. Por otra parte, la falta de proteínas en la dieta puede provocar el cese o la reducción del crecimiento y la pérdida de peso, ya que se extraerán proteínas de los tejidos menos importantes para mantener en funcionamiento los más esenciales. Los peces, al igual que otros animales, no tienen una verdadera necesidad de proteínas, pero sí requieren una combinación equilibrada de aminoácidos indispensables y prescindibles<sup>28</sup>.

### 2.5.4.2 Energía

La capacidad de suministrar energía es fundamental para decidir el valor nutritivo de los alimentos, debido a que todas las actividades esenciales y productivas de un animal dependen de ella. Los peces, al igual que todos los animales, tienen que disponer de energía para realizar sus funciones vitales. En condiciones aeróbicas, la única energía que puede emplear el organismo procede de la combustión de compuestos orgánicos (hidratos de carbono, lípidos y proteínas) que se generan mediante la digestión de los alimentos y la regeneración de células y tejidos<sup>29</sup>.

La trucha tiene una capacidad limitada para utilizar los carbohidratos y las grasas como fuentes de energía; por lo tanto, la mayoría de su energía potencial debe provenir de las proteínas. La trucha sólo puede aprovechar el 15% de las proteínas vegetales, lo que implica que, en la práctica, toda la energía digestible debe obtenerse de las proteínas animales en su dieta<sup>30</sup>.



A 12°C y al ser alimentadas con una dieta estándar (que contiene un 44% de proteína digestible y 4,54 Mcal de energía), las necesidades energéticas de la trucha arco iris varían según su peso. Al crecer desde 1 gr hasta 1000 gr, se necesitan aproximadamente 2,34 Mcal para producir 1 kg de biomasa para un alevín de 1 gr, y 6,41 Mcal para una trucha de 400 g<sup>31</sup>.

### 2.5.4.3 Lípidos

Los lípidos, presentes en todos los organismos, son esenciales para proporcionar energía metabólica en forma de ATP mediante la  $\beta$ -oxidación de los ácidos grasos en mitocondrias y peroxisomas. Para los peces, los ácidos grasos son la principal fuente de energía para el crecimiento, la reproducción y la natación, sobre todo en las especies carnívoras<sup>32</sup>.

Geurden et al. en el año 2005 afirman que la trucha arco iris posee la aptitud de distinguir entre una dieta compuesta de aceite de pescado y otra de origen vegetal<sup>33</sup>. Recientemente, Roy en el 2019, presentó pruebas de que el DHA y el EPA controlan el comportamiento alimentario de los juveniles de trucha arco iris con ingesta voluntaria de alimento, y estableció que la presencia de niveles elevados de estos ácidos grasos en la dieta afecta en gran medida a la preferencia por el alimento y aumenta las tasas de consumo, al tiempo que reduce el desperdicio<sup>31</sup>.

### 2.5.4.4 Vitaminas

Las truchas son más exigentes en vitaminas que otros peces, y necesitan que se incluyan hasta quince vitaminas en su pienso. Se añade vitamina E al alimento como antioxidante de las sustancias grasas, y más vitamina C de la estrictamente necesaria, como protección contra las dolencias y el estrés, sobre todo para los alevines. Los peces pueden absorber algunos iones minerales del medio acuático a través de las branquias o la piel, y utilizar el alimento para suministrar el resto de los minerales que necesitan<sup>28</sup>.

El éxito de la piscicultura depende en gran medida de la alimentación suministrada, incluida la cantidad adecuada de vitaminas. Si se utilizan piensos manufacturados, deben complementarse tanto con vitaminas hidrosolubles como liposolubles, ya que tanto una carencia como una sobreabundancia pueden acarrear problemas. Por tanto, es esencial conocer las necesidades vitamínicas de las especies de peces que se crían, las fuentes



de cada vitamina con mayor concentración, los signos de escasez o exceso de vitaminas y sus funciones <sup>32, 33</sup>.

#### **2.5.4.5 Minerales**

La presión osmótica del agua salada provoca deshidratación y una absorción sustancial de sales, lo que hace necesaria la ingesta de grandes cantidades de líquido por vía oral. Este enfoque de reposición de minerales es más ventajoso en comparación con la acuicultura de agua dulce, debido a que el nivel de sales minerales disueltas es considerablemente más alto y mayormente constante. La mayoría de las necesidades de calcio, hierro, magnesio, cobalto, potasio, sodio y zinc de los peces pueden ser cubiertas a través del agua. Además, muchos ingredientes de los piensos están llenos de minerales disponibles para los peces, e incluso pueden encontrarse en abundancia cuando los ingredientes son de alta calidad.<sup>28,33</sup>.

Los peces tienen la capacidad de absorber minerales (elementos inorgánicos) tanto de su dieta como de su entorno acuático. Principalmente, el calcio (Ca), el magnesio (Mg), el sodio (Na), el potasio (K), el hierro (Fe), el zinc (Zn), el cobre (Cu) y el selenio (Se) se obtienen principalmente del agua. No obstante, los fosfatos y los sulfatos se adquieren de manera más eficaz a través de los alimentos.<sup>33</sup>. Los macrominerales son necesarios para las actividades vitales de los peces. Estos minerales se utilizan para formar la estructura esquelética, la transferencia de electrones, el equilibrio ácido-alcalino, la osmorregulación y otros como los dientes, las escamas y el exoesqueleto. Los microminerales son esenciales para las hormonas y las enzimas, además de ser activadores de enzimas e intervenir en multitud de procesos bioquímicos. Entre ellos suelen estar el cromo, el cobre, el yodo, el hierro, el manganeso, el selenio y el zinc <sup>31,33</sup>.

#### **2.5.5 Etapas productivas**

##### **a) Ovas embrionadas**

Son los huevos fecundados que aproximadamente a eclosionan a 300 unidades térmicas después de su fecundación para convertirse en larvas <sup>27</sup>. Las ovas embrionadas constituyen la semilla de todo centro de producción dedicado a la venta de alevines o engorda de trucha arcoíris.



Las importaciones de ovas embrionadas crecieron a una tasa media del 16% anual en los comprendidos de 2017 al 2019 <sup>16</sup>.

#### **b) Alevinaje**

Es la etapa que transcurre desde la reabsorción del saco vitelino hasta 5 centímetros de tamaño, iniciando su alimentación permitiendo su rápido crecimiento. El periodo de alevinaje puede tardar entre 2 y 3 meses dependiendo de los factores ambientales <sup>34</sup>.

### **2.5.6 Parámetros de calidad de agua para truchas**

La calidad del ambiente acuático depende de varias características físico-químicas y su impacto en los peces. La temperatura, oxígeno disuelto, pH, eutrofización y otros elementos afectan la calidad del agua y pueden influir en la productividad de la industria acuícola. Es crucial monitorear estos factores ambientales para garantizar un rendimiento óptimo en la acuicultura <sup>35</sup>.

#### **a) Oxígeno**

Es uno de los parámetros de calidad de agua más importante en la crianza de truchas, el cual debe medirse a diarios en el cultivo ya que tiene una relación directa con la temperatura para estimar la saturación (%) <sup>35</sup>.

A medida que la temperatura del agua se eleva, la concentración de oxígeno disuelto en el medio acuático disminuye. Esto se debe al aumento en el consumo de oxígeno por parte de los peces conforme la temperatura del agua se incrementa. Como consecuencia, se genera una competencia más intensa entre los peces por el oxígeno y los nutrientes debido al incremento de la temperatura. Esta situación puede derivar en episodios de canibalismo entre los peces a causa de dicha competencia, lo que finalmente resulta en una reducción de la biomasa <sup>36</sup>.

Los salmones y otras especies de peces obtienen el oxígeno del agua a través de las branquias, que utilizan para su metabolismo. La cantidad de oxígeno disuelto en el agua no solo depende de la temperatura, sino también de su saturación. Las especies de agua fría como la trucha arcoíris suelen tener poca tolerancia a niveles bajos de oxígeno, especialmente en aguas con temperaturas altas y corrientes de baja velocidad, lo que empeora la situación <sup>37</sup>.



## b) Temperatura

La temperatura del agua tiene un impacto en las diferentes etapas del ciclo de vida de los peces, según estudios puede afectar el momento de la reproducción y la ganancia de peso, por lo que es importante considerar este factor en los sistemas acuícolas. Los salmónidos se reproducen en otoño o invierno, tal es el caso de la trucha arcoíris, que desovan en las gravas de los ríos, donde nacen los alevines en la primavera cuando se acumula una determinada cantidad de calor <sup>38</sup>.

Los peces son animales de sangre fría, lo que significa que su temperatura corporal se ajusta según la temperatura del agua en la que se encuentran. Los peces pueden detectar la temperatura del agua en toda su superficie a través de terminaciones nerviosas, y en respuesta a esto, ajustan su comportamiento según la temperatura del agua <sup>39</sup>.

**Tabla 2**

Parámetros de calidad de agua para la crianza de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

Parámetros fisicoquímicos	Rango óptimo
Oxígeno disuelto	6.5 - 9 ppm
pH	6.5 - 8.5
Co <sub>2</sub>	Menor a 7 ppm
Alcalinidad	20 - 200 mg/ l CaCo <sub>2</sub>
Dureza	60 - 300 mg/L CaCo <sub>2</sub>
NH <sub>3</sub>	Menor a 100 mg/l
H <sub>2</sub> S	Menor o igual de 0.002 mg/l
Nitratos	Menor a 100 mg/l
Nitritos	Menor a 0.055 mg/l
Nitrógeno Amoniacal	Menor a 0.012 mg/l
Fosfatos	Superiores de 500 mg/l
Sulfatos	Superiores de 45 mg/l
Hierro	Menor a 0.1 mg/l
Cobre	Menor a 0.05 mg/l
Plomo	0.03 mg/l
Mercurio	0.05 mg/l

**Fuente:** FAO (2002), citado en Imbaquingo en el 2017 <sup>40</sup>.



### 2.5.7 Parámetros productivos

#### a) Tasa específica de crecimiento (SGR)

La evaluación SGR, se determina mediante la diferencia entre el peso final multiplicado por la base de los logaritmos neperianos menos el peso inicial multiplicado por la base de los logaritmos neperianos todo esto en relación al tiempo en días que fue evaluado el pez 41. Las diferencias genéticas es un factor que tiene influencia en el crecimiento de los peces <sup>42</sup>.

**Tabla 3**

Tasa específica de crecimiento (SGR) por rangos de peso para truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

Rango de Peso	SGR
180 – 275	1.30%
276 – 475	1.10%
476 – 675	0.86%
676 -825	0.75%
826 – 1000	0.67%
1001 – 1250	0.55%
1251 – 1500	0.50%
1501 – 1750	0.45%
1751 – 2000	0.37%
2001 – 2250	0.34%
2251 – 2500	0.32%
2501 – 3000	0.27%

**Fuente:** SKRETING, 2004, citado por Gil en el 2023 <sup>43</sup>. Parámetros de tasa específica de crecimiento.

#### b) Factor de condición de Fulton (K)

En los peces la evaluación de relaciones longitud y peso, conocidos como índices de condición proporcionan información indirecta sobre los parámetros productivos, reproductivos y nutrición por lo tanto el estado de salud de las poblaciones. Por lo cual, permite efectuar estudios comparativos en grupos en las poblaciones <sup>42, 44</sup>.



El factor de condición es utilizado para comparar el bienestar de la población, basándose en mayor peso sobre la talla presentan una mejor condición, la interpretación de los índices de condición debe hacerse cuidadosamente ya que dependen varios factores como la disponibilidad de alimento, incluyendo su interrelación <sup>45</sup>. Así mismo, el factor de condición mide la relación volumétrica en función del peso, pudiéndose asociar a una valoración de contextura del pez o estado de delgadez o gordura <sup>42</sup>.

**Tabla 4**

Factor de condición de Fulton (K) por rangos de peso para truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

Rango de Peso	K
180 – 275	1.45
276 – 475	1.47
476 – 675	1.48
676 -825	1.49
826 – 1000	1.50
1001 – 1250	1.53
1251 – 1500	1.55
1501 – 1750	1.58
1751 – 2000	1.60
2001 – 2250	1.65
2251 – 2500	1.70
2501 – 3000	1.70

**Fuente:** SKRETING, 2004, citado por Gil en el 2023 <sup>43</sup>. Parámetros de factor de condición de Fulton (K).

## 2.6 Marco conceptual

### 2.6.1 Tasa específica de crecimiento (SGR)

Es un coeficiente de crecimiento específico mide el aumento porcentual diario del peso del pez.

### 2.6.2 Factor de condición de Fulton (k)

Es una constante que relaciona el peso y la longitud del pescado. Es característico de cada especie y se plantea este factor como una medida de la condición nutricional.



### **2.6.3 Ganancia de peso**

La ganancia de peso se calcula comparando el peso al principio y al final del ciclo vital del pez.

### **2.6.4 Altitud**

La altitud se refiere a la distancia vertical entre un punto en la superficie terrestre o en la atmósfera y el nivel del mar. Esta se mide en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).



## **CAPÍTULO IV METODOLOGÍA**

### **4.1 Tipo y nivel de investigación**

El siguiente estudio es de tipo retrospectiva, porque se tomaron datos de registros de producción donde el investigador no tuvo participación. Así mismo, el nivel de investigación es relacional porque se comparó el rendimiento productivo de truchas machos y hembras <sup>46</sup>.

### **4.2 Diseño de la investigación**

La investigación se realizó con los datos de registros de producción provenientes de un centro de cultivo privado ubicada en la laguna de Choclococha, comunidad de Choclococha de la provincia de Castrovirreyna del departamento de Huancavelica, ubicada a más de 4500 metros de altitud.

Se evaluó, analizó e interpretó los registros de una producción truchicola comercial. Así mismo, se observaron y se analizaron cada una de las variables de producción relacionados a la ganancia de peso, tasa específica de crecimiento y el factor de condición de Fulton (K). Luego se realizó la interpretación de la influencia del sexo y la altitud sobre las variables descritas.

### **4.3 Población y muestra**

- Se utilizaron 6 registros de producción mensual de truchas hembras y 6 registros de producción de truchas machos de la misma cepa Aquagen y grupo de producción.
- La jaula de producción de los machos contenía una población de peces de 25 mil peces aproximadamente en un área de 10 800 metros cúbicos, mientras, la jaula de las hembras contenía una población de 22 mil peces aproximadamente en un área 10 800 metros cúbicos.
- Los muestreos biométricos de peso y talla fueron seleccionados aleatoriamente cada mes. Se registraron 200 peces por cada sexo (macho y hembra).



#### 4.4 Procedimiento

Las variables que se desarrollaron son los siguientes:

##### 4.4.1 Ganancia de peso

En la ganancia de peso se determinó mediante la siguiente formula:

$$\text{Ganancia de peso} = P_{fm} - P_{om}$$

En donde:

- GP: Incremento de peso (g)
- Pom: Peso inicial de la media aritmética (g)
- Pfm: Peso final de la media aritmética (g)

##### 4.4.2 Tasa específica de crecimiento

Se aplicó la siguiente formula:

$$\text{Tasa de crecimiento específico (SGR)} = \frac{\ln(P_{fm}) - \ln(P_{om})}{T(\text{días})} \times 100$$

En donde:

- Pf: Peso final de la media aritmética (g)
- Po: Peso inicial de la media aritmética (g)
- T: Tiempo (días)

Ln: Logaritmo natural

##### 4.4.3 Factor de condición de Fulton

Se determinó mediante la siguiente formula:

$$\text{Factor de condición (K)} = \frac{\text{Peso (g)}}{\text{Longitud (cm)}^3} \times 100$$

En donde:

- P = Peso Promedio (g)
- L = Longitud promedio (cm)



#### **4.5 Técnica e instrumentos**

La técnica que se utilizó fue analítico, observacional e interpretativo de los datos que se encontró en los registros de producción de peso y talla de 200 peces por mes.

#### **4.6 Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete Rcmdr del software R versión 4.1.1. Las variables de respuesta se comprobaron la normalidad y homogeneidad de varianza. Luego se realizó el análisis de varianza (ANOVA) determinando la significancia ( $P < 0.05$ ) entre grupos los sexos.



## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 5.1 Análisis de resultados

##### 5.1.1 Ganancia de peso

En la Tabla 5. Se muestra los pesos mensuales obtenidos por sexo, el peso inicial no mostró diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, en el segundo, tercer y cuarto mes mostraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) las truchas del sexo macho en comparación a las hembras. Por otro lado, la ganancia de peso se obtuvo mejores resultados en las truchas del sexo macho (1023.86 g) con respecto a las hembras (980.02 g).

**Tabla 5**

Comparación de ganancia de peso mensual por sexo (macho y hembra) de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

Meses de muestreo	Macho	Hembra	P- Valor
Peso inicial	208.46 $\pm$ 35.07	212.96 $\pm$ 45.89	0.27ns
Primer mes	360.95 $\pm$ 70.13	346.54 $\pm$ 60.47	0.03*
Segundo mes	447.76 $\pm$ 133.78	424.02 $\pm$ 72.21	0.03*
Tercer mes	742.88 $\pm$ 131.18	688.26 $\pm$ 156.46	0.001***
Cuarto mes	976.29 $\pm$ 148.34	946.49 $\pm$ 160.48	0.65ns
Quinto mes	1232.32 $\pm$ 195.21	1192.98 $\pm$ 202.13	0.04*
Ganancia de peso	1023.86	980.02	-----

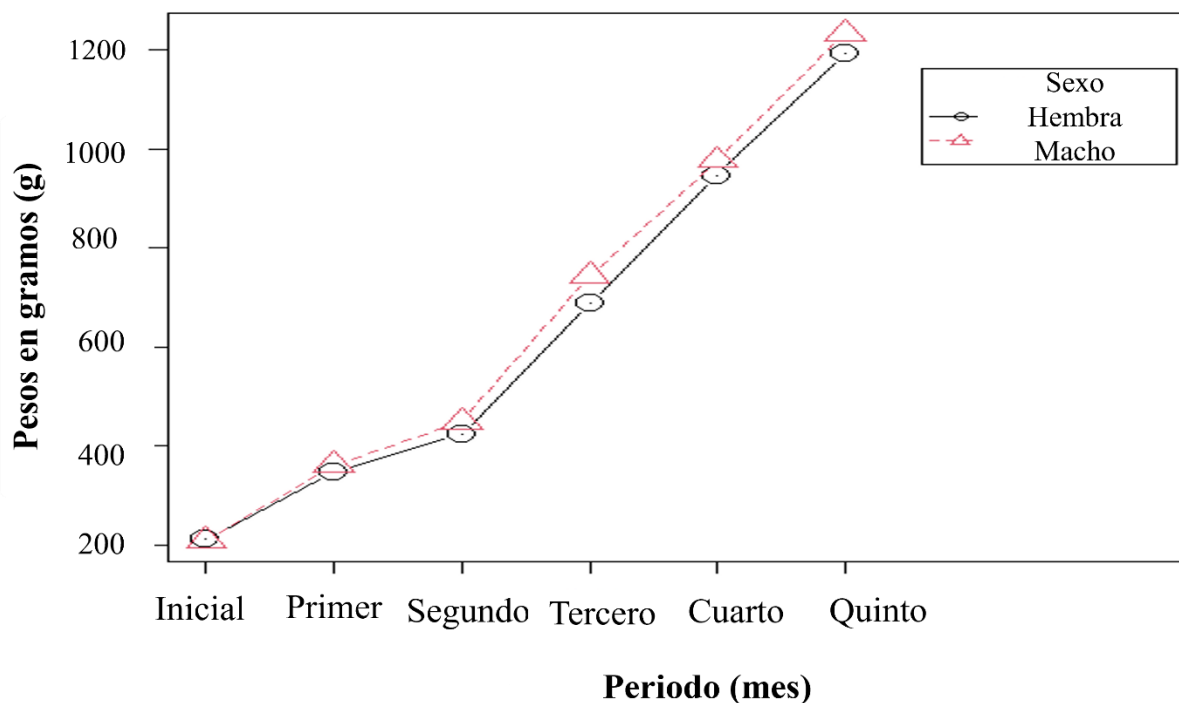
Los datos representan la media  $\pm$  error estándar.

(\*). Muestran diferencias significativas entre el grupo control y el grupo tratamiento en el estudio ( $p < 0.05$ ).

ns. No muestran diferencias significativas entre los sexos macho y hembra en el estudio

La Fig. 2, muestra una comparación de los pesos entre sexos (macho y hembra) de truchas arcoíris. Los resultados muestran una mayor ganancia de pesos en las truchas de sexo macho.





**Fig.2. Diferencia entre los pesos (g) de truchas arcoíris macho y hembra por periodos de muestreo (mes).**

### 5.1.2 Factor de condición de Fulton (K)

En la Tabla 6, se puede observar diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en el factor de condición de Fulton (K) de truchas machos ( $1.52 \pm 0.13$  y  $1.67 \pm 0.15$ ) en comparación de truchas hembras ( $1.42 \pm 0.16$  y  $1.57 \pm 0.17$ ) en los dos primeros meses. En el resto de muestreo no mostraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

**Tabla 6**

Comparación del factor de condición de Fulton (K) por sexo (macho y hembra) de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

Muestreo	N	Sexo		P- Valor
		Macho	Hembra	
Muestro Inicial	40	$1.52 \pm 0.13$	$1.42 \pm 0.16$	0.004**
Primer mes	40	$1.67 \pm 0.15$	$1.57 \pm 0.17$	0.006**
Segundo mes	40	$1.53 \pm 0.24$	$1.57 \pm 1.16$	0.33ns
Tercero mes	40	$1.66 \pm 0.33$	$1.67 \pm 0.18$	0.82ns
Cuarto mes	40	$1.73 \pm 0.22$	$1.73 \pm 0.20$	0.85ns
Quinto mes	40	$1.76 \pm 0.15$	$1.70 \pm 0.20$	0.17ns

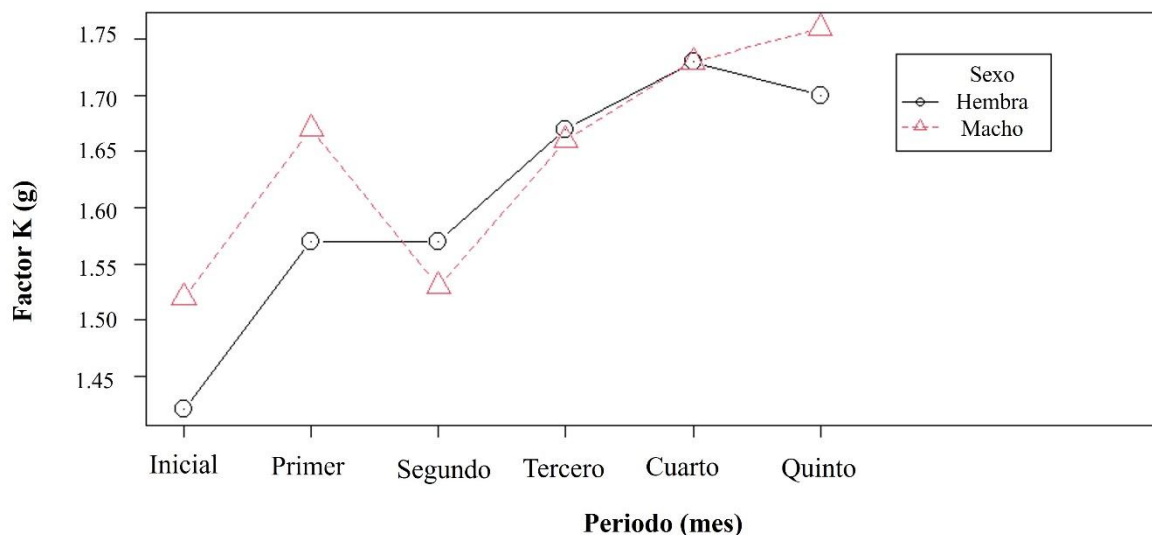
Los datos representan la media  $\pm$  error estándar.

(\*). Muestran diferencias significativas entre el grupo control y el grupo tratamiento en el estudio ( $p < 0.05$ ).

ns. No muestran diferencias significativas entre los sexos macho y hembra en el estudio



En la Fig. 3, se puede observar que el factor de condición de Fulton (K) entre los sexos, el que presenta mejor índice es el sexo macho con respecto a las hembras.



**Fig.3.** Diferencia entre del factor de condición de Fulton (K) de truchas arcoíris macho y hembra por periodos de muestreo (mes).

### 5.1.3 Tasa específica de crecimiento (SGR)

En la Tabla 7, se muestra la tasa específica de crecimiento (SGR) en donde no se encontró diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en las truchas del sexo macho con respecto las hembras, sin embargo, al inicio de su muestreo las hembras (1.62%) mostraron mejores resultados en comparación a los machos (1.30%). Por otro lado, al finalizar no diferencias en la tasa específica de crecimiento para ambos sexos.

**Tabla 7**

Comparación de tasa específica de crecimiento (SGR) por sexo (macho y hembra) de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

Muestreo	Sexo	
	Macho (%)	Hembra (%)
Primer mes	1.30	1.62
Segundo mes	1.08	0.67
Tercer mes	0.71	1.61
Cuarto mes	0.82	1.06
Quinto mes	0.77	0.77



## 5.2 Discusión

### 5.2.1 Ganancia de peso

Los resultados muestran que las truchas machos (360.95, 447.76, 742.88 g) obtuvieron resultados superiores en comparación a las truchas hembras (346.54, 424.02, 688.26 g) en el primer, segundo y tercer mes iniciado la selección, respectivamente. La ganancia de peso final fue superior en las truchas machos (1023.86 g) en comparación a las truchas hembras (980.02 g). Los resultados obtenidos son diferentes de los obtenidos por Sheehan et al. en 1999, quienes compararon el crecimiento de truchas triploides hembras, truchas diploides hembras y truchas diploides de ambos sexos, encontrando que las truchas triploides hembras presentaron un peso promedio superior al de los otros grupos. Las truchas diploides hembras, en comparación con los ejemplares de ambos sexos, mostraron un mayor peso promedio <sup>11</sup>. Esto podría deberse a la duración total del ciclo gonadal que es de aproximadamente un año, período que puede variar de acuerdo a la cepa, la época de siembra, condiciones climáticas y alimentación, esto se traduce en una serie de cambios a nivel hormonal y celular en las truchas que fueron sembradas o introducidas a engorda antes del primer invierno seguido de su segundo invierno donde se preparan para desovar <sup>48, 49</sup>.

La trucha tiene un ciclo reproductivo anual, lo que significa que los machos pueden alcanzar la madurez sexual entre los 15 y 18 meses, mientras que en las hembras este proceso es un poco más lento, ya que necesitan al menos dos años. Dado que la velocidad de crecimiento disminuye al alcanzar la madurez sexual, es ventajoso criar hembras en piscigranjas acuícolas. En general, los machos llegan a este tamaño crítico antes, por lo que en las primeras etapas utilizan la energía de los alimentos para la reproducción en lugar de para el crecimiento. Esto explica por qué los machos ganan peso para prepararse para reproducirse y luego su crecimiento disminuye, resultando en un tamaño menor que el de las hembras <sup>47</sup>.

### 5.2.2 Factor de condición de Fulton (K)

El factor de condición de Fulton (K), mostraron mejores resultados en las truchas machos en la primera evaluación ( $1.67 + 0.15$ ) en comparación a las hembras ( $1.57 + 0.17$ ). Sin embargo, en las demás evaluaciones se observó que el factor K obtuvieron resultados similares para ambos sexos. Los resultados obtenidos coinciden con los obtenidos por <sup>9, 11</sup>Bastardo. Sin embargo, obtuvimos valores



superiores a 1.3, esto nos indica que los peces estuvieron en una buena condición a diferencia los encontrado por Bastardo en el 2003, encontró en las evaluaciones valores menores a la unidad en todas hembras y ambos sexos, mientras que en las demás estuvo valores por encima de la unidad, indicando una buena condición de los peces <sup>9</sup>.

El empleo de indicadores como la relación de la talla y el peso y el factor de condición de Fulton (K) proporciona datos sobre el crecimiento, la nutrición y la reproducción de los peces, así como permite analizar el impacto de las condiciones ambientales en las poblaciones de peces en ecosistemas acuáticos <sup>50</sup>. Estos índices también son útiles para los piscicultores porque les permiten evaluar el estado general de la población en estudio y estar alerta ante la posible presencia de enfermedades u otros problemas fisiológicos antes de que se produzcan altas tasas de mortalidad <sup>51</sup>. En la presente investigación los sexos presentaron valores superiores a 1.3 en el factor de condición relativo indicando que no presentan afecciones en el desarrollo y crecimiento debido a las condiciones ambientales que presenta a más de 4500 metros de altitud, es más, nos indica que la trucha tiene ciertas características ecológicas y biológicas que favorecen su desarrollo en ecosistemas acuáticos perturbados como las fuentes de agua que se encuentran a ciertas altitudes altas.

### 5.2.3 Tasa específica de crecimiento (SGR)

La tasa específica de crecimiento muestran mejores resultados en truchas hembras (1.62%) en comparación a los obtenidos por las truchas machos (1.30%). Por otro lado, el acumulado en la tasa específica de crecimiento de las truchas hembras fue de 5.73%. Sin embargo, en las truchas machos la tasa específica de crecimiento acumulado fue de 4.68%, inferior a los resultados obtenido en las truchas hembras.

Los resultados obtenidos fueron inferiores a los encontrados por Bastardo en el 2003 que en truchas hembras encontró un SGR de 1.70% y en los peces de ambos sexos 1.63%, estos resultados son debido a que el SGR disminuye conforme crece el pez lo que se ve claramente en una gráfica de crecimiento del peso en un tiempo dado, ya que la pendiente de la curva va disminuyendo, pero esto se explica por qué a medida que los peces crecen requieren de mayor cantidad de energía para su mantención <sup>9</sup>. Sin embargo, los resultados obtenidos fueron similares y en algunos casos superiores a los mencionados por Gil en 2023 <sup>43</sup>, por lo cual, el siguiente trabajo



de investigación tubo óptimos resultados en la tasa específica de crecimiento en base a los pesos.



## CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

- Las truchas arcoíris de sexo macho tuvieron mejores resultados 1023.86 g en comparación a las hembras con 980.02 g, al finalizar los muestreos en una producción comercial a mas de 4500 metros de altitud.
- El factor de condición de Fulton (K), en ambos grupos mostro diferencias significativas en los primeros muestreos tanto para las hembras (1.57) y en machos (1.67), y en las demás evaluaciones se observó que el factor K obtuvieron resultados similares para ambos sexos, lo que nos indica que el crecimiento, la nutrición de los peces fueron se desarrollan muy bien a mas de 4500 metros de altitud.
- La tasa especifica de crecimiento de las truchas arcoíris por sexo hembra obtuvo mejores resultados (1.62%) en comparación con el macho (1.30%) esto debido a la que los peces van alcanzando la maduración el SGR disminuye a medida que los peces crecen requieren de mayor cantidad de energía para su mantención.

### 6.2 Recomendaciones

- Evaluar los parámetros productivos estudiados en peces inferiores a los estudiados en este trabajo de investigación, ya que en la gran parte del Perú la comercialización de truchas es en peces de 200 a 250g.
- Evaluar los parámetros productivos estudiados en este trabajo de investigación en las diferentes cepas de trucha que ingresan a nuestro país.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. 2024.  
<https://openknowledge.fao.org/items/e219b1de-4ee1-4dcd-baef-13cb84002bfb>
2. [PRODUCE] Ministerio de la producción. Anuario estadístico pesquero y acuícola. 2022.  
<https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oe-documentos-publicaciones/publicaciones-anuales/item/1116-anuario-estadistico-pesquero-y-acuicola-2022>
3. Zavalla J. Estudio de la comercialización de la trucha en la ciudad de Puno. 2016.
4. Montesinos J. Diagnóstico situacional de la crianza de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en centros de cultivo del lago Titicaca. Tesis (Maestro en Sanidad Acuícola). Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2018.
5. [FONDEPES] Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero. Manual de cultivo de truchas arcoíris en jaulas. Lima: Acuerdo de Colaboración Interinstitucional AECI/PADESPA, 2004.
6. Smith RR, Kincaid HL, Regenstein JM, Rumsey GL. Growth, carcass composition, and taste of rainbow trout of different strains fed diets containing primarily plant or animal protein. *Aquaculture*. 1988; 70 (4): 309-32.
7. Beardmore JA, Mair GC, Lewis RI. Monosex male production in finfish as exemplified by tilapia: applications, problems, and prospects. *Reproductive biotechnology in finfish aquaculture*. 2001; 283-301.
8. Bye VJ, Lincoln RF. Commercial methods for the control of sexual maturation in rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.). *Aquaculture*. 1986; 57(4): 299-309.
9. Bastardo HR. Crecimiento de truchas todas hembras y de ambos sexos en un criadero venezolano. *Zootecnia Tropical*. 2003; 21(1): 17-26.
10. Alvarado-Ruiz C. Comparación del crecimiento de machos y hembras de la tilapia *Oreochromis Niloticus* cultivadas en jaulas. *Uniciencia*. 2015; 29(1): 1-15.
11. Sheehan R, Scott PS, Arul VS, Kapuscinski AR, Seeb JE. Better growth in all-female diploid and triploid rainbow trout. *Trans. Am. Fish. Soc.* 199 128:491-498.



12. Boulanger Y. Performance comparison of all-female diploid and triploid brook trout. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences. 1991; 1789:111–121.
13. Koenig MK, Meyer KA. Rendimiento relativo de la trucha arcoíris diploide y triploide capturable en lagos y embalses de Idaho. Revista norteamericana de gestión pesquera. 2011; 31 (4), 605–613.  
<https://doi.org/10.1080/02755947.2011.608614>
14. Coela E. Análisis técnico económico en la producción de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes, utilizando dos marcas diferentes de alimento extruido en la Laguna-Lagunillas. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Del Altiplano. Puno-Perú. 2011. 48.
15. [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Versión resumida de El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul. Roma. 2022.
16. [PNIPA] Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura. La cadena de valor de la trucha. Lima, Perú. 2020.
17. Gutiérrez RS, Heredia AM, Horna ER, Peña LR. 2018. Planeamiento estratégico para la Región Puno. Tesis de Maestría. Lima, Perú: 2018. Recuperado de:  
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/12587>
18. Ortiz-Chura A, Pari-Puma RM, Rodríguez-Huanca FH, Cerón-Cucchi ME, Aranibar JA. 2018. Apparent digestibility of dry matter, organic matter, protein and energy of native peruvian feedstuffs in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Fish Aquatic Sci. 2018; 21: 32.  
<https://doi.org/10.1186/s41240-018-0111-2>
19. Liñan W. Crianza de truchas. Lima-Perú. Editora Macro EIRL. 2007; 12.
20. Blanco NC. La trucha. Ediciones Mundi Prensa, Madrid. 1984: 238.
21. Senasica. Manual de buenas prácticas de producción acuícola de la trucha.
22. Compañía Editorial Continental S.A. México. 2003.
23. Froese R, Pauly D. FishBase version (February, 2020). World Wide Web electronic publication. Retrieved. 2020.  
<http://www.fishbase.org>



24. [MINAM] Ministerio del ambiente. Informe Técnico Final de Servicio de Exploración de la distribución de la Trucha Naturalizada en zonas priorizadas de Junín y Huánuco. 2015.
25. Bernard B. El cultivo de la trucha. Barcelona-España. Ediciones Omega, S.A. 2007; 154.
26. Dejoux C, Iltis A. El lago Titicaca síntesis del conocimiento limnológico actual. La Paz-Bolivia. Ediciones HISBOL. 1991; 108-111.
27. Bureau P. Introducción a la nutrición y alimentación de peces, Fish Nutrition Research Laboratory. Dept. of Animal and Poultry Science. University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada. 1999; 37.
28. Orna R. Manual de Alimentos Balanceado para Truchas. Dirección regional de la producción. Puno, Perú. 2010.
29. Guillaume J, Kaushik S, Bergot P, Metailler R. Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Ed. Mundi-Prensa. 2004; 130-140
30. Drummond-Sedgwick S. Cría de la trucha. Zaragoza: Acribilla. 1988; 131-140.
31. National Research Council. Nutrient requirements of fish and shrimp. National Academies Press. 2011.
32. Rodríguez H, Rojas S. Efecto de dietas enriquecidas con vitamina E y selenio orgánico en el comportamiento productivo y calidad funcional del filete de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2014; 25(2): 213-225.
33. Ewos. Manejo Práctico del alimento, Agua dulce, Para el cultivo de salmón y Trucha. Chile. 2015; 61.
34. Padrón ARM, Lacruz LV, Piñero DB. Elementos prácticos para la cría de truchas en Venezuela. Mundo Pecuário. 2010; 6(2): 157-168.
35. Freitas F. La calidad del agua y las buenas prácticas en acuicultura. Divulgación acuícola. 2015; (23): 19-25.
36. Null SE, Mouzon NR, Elmore LR. Dissolved oxygen, stream temperature, and fish habitat response to environmental water purchases. J Environ Manage. 2017; 197: 559-570.
37. Rosenfeld JS. Developing flow ecology relationships: Implications of nonlinear biological responses for water management. Freshwater Biol. 2017; 62: 1305-1324.



38. Jonsson B, Jonsson N, Finstad AG. Effects of temperature and food quality on age and size at maturity in ectotherms: an experimental test with Atlantic salmon. *J Animal Ecol.* 2013; 82: 201- 210.
39. Crawshaw LI, Podrabsky JE. Temperature preference: Behavioral responses to temperature in fishes. In: Farrell AP (ed). *Encyclopedia of Fish Physiology.* Academic Press. 2011; 758-764.
40. Imbaquingo, Abalco MA. Evaluación de niveles de carotenoides naturales (harina de pimiento rojo) (*Capsicum annuum L.*) en la alimentación de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de finalización en Juan Montalvo, Cayambe, provincia de Pichincha. 2017.
41. Triviño SM. Informe técnico de producción. Declaración de Impacto Ambiental en Piscicultura. Venezuela. 2010.
42. Arismendi L, Penaluna B, Soto D. Body condition indices as a rapid assessment of the abundance of introduced salmonids in oligotrophic lakes of southern Chile. *Lake and Reservoir Management.* 2011.
43. Gil KA. Manejo productivo en el cultivo intensivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) a partir de los 200 gramos. 2023.
44. Granado C. Ecología de peces. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla, España. 1996.
45. Froese R. Cube law condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology.* 2006.
46. Hernández R, Fernández C, Baptista P. (2014). Metodología de la investigación México: McGraw-Hill. 2014, 6: 102-256.
47. Schulz RW, de França LR, Lareyre JJ, LeGac F, Chiarini-Garcia H, Nobrega RH, Miura T. (2010). Spermatogenesis in fish. *General and Comparative Endocrinology.* 2010; 165: 390-411.
48. Tyler CR, Sumpter JP, Campbell PM. Uptake of vitellogenin into oocytes during early vitellogenic development in the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Biology.* 1991; 38(5): 681-689.
49. Billard R. Reproduction in rainbow trout: sex differentiation, dynamics of gametogenesis, biology and preservation of gametes. *Aquaculture.* 1992; 100: 263-298.



50. Cifuentes R, González J, Montoya G, Jara A, Ortíz N, Piedra P, Habit E. relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Guayana*. 2012; 76: 101-110.
51. Jones R, Petrell R, Pauly D. Using modified length-weight relationships to assess the condition of fish. *Aquacultural Engineering*. 1999; 20: 261-276.



## ANEXOS



```

> AnovaModel.13 <- lm(PESO ~ SEXO, data=PRIMEROC181, contrasts=list(SEXO ="contr.Sum"))

> Anova(AnovaModel.13)
Anova Table (Type II tests)

Response: PESO
      Sum Sq Df F value Pr(>F)
SEXO      2039  1  1.2221 0.2696
Residuals 663907 398

> Tapply(PESO ~ SEXO, mean, na.action=na.omit, data=PRIMEROC181) # means
  HEMBRA  MACHO
212.960 208.445

> Tapply(PESO ~ SEXO, sd, na.action=na.omit, data=PRIMEROC181) # std. deviations
  HEMBRA  MACHO
45.89094 35.07475

> xtabs(~ SEXO, data=PRIMEROC181) # counts
SEXO
HEMBRA  MACHO
  200    200

```

**Figura 4.** ANOVA para comparación de peso inicial entre truchas hembras y machos.

```

> AnovaModel.14 <- lm(PESO ~ SEXO, data=SEGUNDOC181, contrasts=list(SEXO ="contr.Sum"))

> Anova(AnovaModel.14)
Anova Table (Type II tests)

Response: PESO
      Sum Sq Df F value Pr(>F)
SEXO      20750  1  4.8685 0.02792 *
Residuals 1696356 398
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> Tapply(PESO ~ SEXO, mean, na.action=na.omit, data=SEGUNDOC181) # means
  HEMBRA  MACHO
346.540 360.945

> Tapply(PESO ~ SEXO, sd, na.action=na.omit, data=SEGUNDOC181) # std. deviations
  HEMBRA  MACHO
60.05733 70.12503

> xtabs(~ SEXO, data=SEGUNDOC181) # counts
SEXO
HEMBRA  MACHO
  200    200

```

**Figura 5.** ANOVA para comparación de pesos del primer muestreo entre truchas hembras y machos.

```

> AnovaModel.15 <- lm(PESO ~ SEXO, data=TERCERAC181, contrasts=list(SEXO ="contr.Sum"))
> Anova(AnovaModel.15)
Anova Table (Type II tests)

Response: PESO
      Sum Sq Df F value Pr(>F)
SEXO    56359  1  4.8774 0.02778 *
Residuals 4598928 398
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> Tapply(PESO ~ SEXO, mean, na.action=na.omit, data=TERCERAC181) # means
HEMBRA  MACHO
424.02  447.76

> Tapply(PESO ~ SEXO, sd, na.action=na.omit, data=TERCERAC181) # std. deviations
HEMBRA  MACHO
72.2097 133.7758

> xtabs(~ SEXO, data=TERCERAC181) # counts
SEXO
HEMBRA  MACHO
  200    200

```

**Figura 6.** ANOVA para comparación de pesos del segundo muestreo entre truchas hembras y machos.

```

> AnovaModel.16 <- lm(PESO ~ SEXO, data=CUARTOC181, contrasts=list(SEXO ="contr.Sum"))
> Anova(AnovaModel.16)
Anova Table (Type II tests)

Response: PESO
      Sum Sq Df F value    Pr(>F)
SEXO    298389  1 14.315 0.0001784 ***
Residuals 8295913 398
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> Tapply(PESO ~ SEXO, mean, na.action=na.omit, data=CUARTOC181) # means
HEMBRA  MACHO
688.255 742.880

> Tapply(PESO ~ SEXO, sd, na.action=na.omit, data=CUARTOC181) # std. deviations
HEMBRA  MACHO
156.4592 131.1813

> xtabs(~ SEXO, data=CUARTOC181) # counts
SEXO
HEMBRA  MACHO
  200    200

```

**Figura 7.** ANOVA para comparación de pesos del tercer muestreo entre truchas hembras y machos.

```

> AnovaModel.17 <- lm(PESO ~ SEXO, data=QUINTOC181, contrasts=list(SEXO ="contr.Sum"))
> Anova(AnovaModel.17)
Anova Table (Type II tests)

Response: PESO
      Sum Sq Df F value Pr(>F)
SEXO      88834  1   3.72 0.05448 .
Residuals 9504253 398
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> Tapply(PESO ~ SEXO, mean, na.action=na.omit, data=QUINTOC181) # means
HEMBRA  MACHO
946.485 976.290

> Tapply(PESO ~ SEXO, sd, na.action=na.omit, data=QUINTOC181) # std. deviations
HEMBRA  MACHO
160.4817 148.3431

> xtabs(~ SEXO, data=QUINTOC181) # counts
SEXO
HEMBRA  MACHO
  200    200

```

**Figura 8.** ANOVA para comparación de pesos del cuarto muestreo entre truchas hembras y machos.

```

> AnovaModel.18 <- lm(PESO ~ SEXO, data=SEXTO, contrasts=list(SEXO ="contr.Sum"))
> Anova(AnovaModel.18)
Anova Table (Type II tests)

Response: PESO
      Sum Sq Df F value Pr(>F)
SEXO      154724  1  3.9189 0.04843 *
Residuals 15713555 398
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> Tapply(PESO ~ SEXO, mean, na.action=na.omit, data=SEXTO) # means
HEMBRA  MACHO
1192.980 1232.315

> Tapply(PESO ~ SEXO, sd, na.action=na.omit, data=SEXTO) # std. deviations
HEMBRA  MACHO
202.1297 195.2081

> xtabs(~ SEXO, data=SEXTO) # counts
SEXO
HEMBRA  MACHO
  200    200

```

**Figura 9.** ANOVA para comparación de pesos del cuarto muestreo entre truchas hembras y machos.



```

> AnovaModel.25 <- lm(FACTORK ~ SEXO, data=FKPRIMER081, contrasts=list(SEXO = "contr.Sum"))
> Anova(AnovaModel.25)
Anova Table (Type II tests)

Response: FACTORK
      Sum Sq Df F value    Pr(>F)
SEXO    0.4247  1  17.945 0.00002828 ***
Residuals 9.4199 398
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> Tapply(FACTORK ~ SEXO, mean, na.action=na.omit, data=FKPRIMER081) # means
HEMBRAS  MACHOS
1.381505  1.446676

> Tapply(FACTORK ~ SEXO, sd, na.action=na.omit, data=FKPRIMER081) # std. deviations
HEMBRAS  MACHOS
0.1458291 0.1614630

> xtabs(~ SEXO, data=FKPRIMER081) # counts
SEXO
HEMBRAS  MACHOS
   200    200

```

**Figura 10.** ANOVA para comparación de factor de condición inicial entre truchas hembras y machos.

```

> AnovaModel.26 <- lm(FACTORK ~ SEXO, data=FKSEGUNDO81, contrasts=list(SEXO = "contr.Sum"))
> Anova(AnovaModel.26)
Anova Table (Type II tests)

Response: FACTORK
      Sum Sq Df F value    Pr(>F)
SEXO    0.19457  1  7.9489 0.006097 **
Residuals 1.90925 78
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> Tapply(FACTORK ~ SEXO, mean, na.action=na.omit, data=FKSEGUNDO81) # means
HEMBRAS  MACHOS
1.574169  1.672802

> Tapply(FACTORK ~ SEXO, sd, na.action=na.omit, data=FKSEGUNDO81) # std. deviations
HEMBRAS  MACHOS
0.1654662 0.1468877

> xtabs(~ SEXO, data=FKSEGUNDO81) # counts
SEXO
HEMBRAS  MACHOS
   40    40

```

**Figura 11.** ANOVA para comparación del factor de condición del primer muestreo entre truchas hembras y machos.

```

> AnovaModel.27 <- lm(FACTORK ~ SEXO, data=FKTERCER081, contrasts=list(SEXO = "contr.Sum"))

> Anova(AnovaModel.27)
Anova Table (Type II tests)

Response: FACTORK
      Sum Sq Df F value Pr(>F)
SEXO    0.0408 1  0.9585 0.3306
Residuals 3.3208 78

> Tapply(FACTORK ~ SEXO, mean, na.action=na.omit, data=FKTERCER081) # means
HEMBRAS  MACHOS
1.574373 1.529203

> Tapply(FACTORK ~ SEXO, sd, na.action=na.omit, data=FKTERCER081) # std. deviations
HEMBRAS  MACHOS
0.1635805 0.2416402

> xtabs(~ SEXO, data=FKTERCER081) # counts
SEXO
HEMBRAS  MACHOS
    40     40

```

**Figura 12.** ANOVA para comparación del factor de condición del segundo muestreo entre truchas hembras y machos.

```

> AnovaModel.28 <- lm(FACTORK ~ SEXO, data=FKCUART081, contrasts=list(SEXO = "contr.Sum"))

> Anova(AnovaModel.28)
Anova Table (Type II tests)

Response: FACTORK
      Sum Sq Df F value Pr(>F)
SEXO    0.0036 1  0.0497 0.8242
Residuals 5.5835 78

> Tapply(FACTORK ~ SEXO, mean, na.action=na.omit, data=FKCUART081) # means
HEMBRAS  MACHOS
1.673439 1.660108

> Tapply(FACTORK ~ SEXO, sd, na.action=na.omit, data=FKCUART081) # std. deviations
HEMBRAS  MACHOS
0.1818409 0.3318155

> xtabs(~ SEXO, data=FKCUART081) # counts
SEXO
HEMBRAS  MACHOS
    40     40

```

**Figura 13.** ANOVA para comparación del factor de condición del tercer muestreo entre truchas hembras y machos.



```

> AnovaModel.30 <- lm(FACTORK ~ SEXO, data=FKQUINTO81, contrasts=list(SEXO ="contr.Sum"))
> Anova(AnovaModel.30)
Anova Table (Type II tests)

Response: FACTORK
      Sum Sq Df F value Pr(>F)
SEXO    0.0016  1  0.0358 0.8505
Residuals 3.4391 78

> Tapply(FACTORK ~ SEXO, mean, na.action=na.omit, data=FKQUINTO81) # means
HEMBRAS  MACHOS
1.734672  1.725792

> Tapply(FACTORK ~ SEXO, sd, na.action=na.omit, data=FKQUINTO81) # std. deviations
HEMBRAS  MACHOS
0.2013480 0.2182672

> xtabs(~ SEXO, data=FKQUINTO81) # counts
SEXO
HEMBRAS  MACHOS
    40     40

```

**Figura 14.** ANOVA para comparación del factor de condición del cuarto muestreo entre truchas hembras y machos.

```

> AnovaModel.31 <- lm(FACTORK ~ SEXO, data=FKSEXT081, contrasts=list(SEXO ="contr.Sum"))
> Anova(AnovaModel.31)
Anova Table (Type II tests)

Response: FACTORK
      Sum Sq Df F value Pr(>F)
SEXO    0.05719  1  1.8481 0.1779
Residuals 2.41379 78

> Tapply(FACTORK ~ SEXO, mean, na.action=na.omit, data=FKSEXT081) # means
HEMBRAS  MACHOS
1.704159  1.757635

> Tapply(FACTORK ~ SEXO, sd, na.action=na.omit, data=FKSEXT081) # std. deviations
HEMBRAS  MACHOS
0.1954661 0.1538993

> xtabs(~ SEXO, data=FKSEXT081) # counts
SEXO
HEMBRAS  MACHOS
    40     40

```

**Figura 14.** ANOVA para comparación del factor de condición del quinto muestreo entre truchas hembras y machos.