

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE PESQUERÍA**



**"MANEJO PRODUCTIVO EN EL CULTIVO INTENSIVO DE  
TRUCHA ARCOIRIS (*Oncorhynchus mykiss*) A PARTIR DE LOS 200  
GRAMOS"**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE**

**INGENIERO PESQUERO**

**KEVIN ALEJANDRO GIL PORTANOVA**

**LIMA – PERÚ**

**2023**

## TSP

### INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1

[www.ae-info.org](http://www.ae-info.org)

Fuente de Internet

1%

2

[repositorio.unicordoba.edu.co](http://repositorio.unicordoba.edu.co)

Fuente de Internet

<1%

3

[ucp.edu.pe](http://ucp.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

4

Submitted to Atlantic Technological University

Trabajo del estudiante

<1%

5

Submitted to Submitted on 1686833112560

Trabajo del estudiante

<1%

6

[besjournals.onlinelibrary.wiley.com](http://besjournals.onlinelibrary.wiley.com)

Fuente de Internet

<1%

7

[www.hannachile.com](http://www.hannachile.com)

Fuente de Internet

<1%

8

[repositorioslatinoamericanos.uchile.cl](http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl)

Fuente de Internet

<1%

9

Submitted to Universidad TecMilenio

Trabajo del estudiante

<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE PESQUERÍA**

**"MANEJO PRODUCTIVO EN EL CULTIVO INTENSIVO  
DE TRUCHA ARCOIRIS (*Oncorhynchus mykiss*) A PARTIR  
DE LOS 200 GRAMOS"**

Presentada por:

**Kevin Alejandro Gil Portanova**

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título de:

**INGENIERO PESQUERO**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

M. Sc Fernando S. Galecio Regalado  
**Presidente**

---

Dra. Jessie M. Vargas Cárdenas  
**Miembro**

---

Mg.Sc. Elsa V. Vega Galarza  
**Miembro**

---

Dr. Wilfredo L. Vásquez Quispesivana  
**Asesor**

Lima-Perú

2023

## ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	OBJETIVOS.....	4
2.1.	Objetivo General.....	4
2.2.	Objetivos Específicos.....	4
III.	MARCO TEÓRICO.....	5
3.1.	La acuicultura en el mundo y el Perú .....	5
3.2.	Consumo per cápita de trucha arcoíris en el Perú.....	5
3.3.	Principales productos derivados a la exportación de Trucha Arcoíris .....	5
3.4.	Aspectos biológicos de la trucha arcoíris .....	7
3.3.1.	Clasificación taxonómica.....	7
3.3.2.	Origen y hábitat .....	7
3.3.3.	Hábitos alimenticios .....	8
3.3.4.	Requerimientos nutricionales de trucha arcoíris .....	9
3.3.5.	Estrategias de alimentación.....	10
3.5.	Parámetros productivos.....	12
3.4.1	Factor de conversión (FCR, Food Conversion Rate) .....	12
3.4.2	Tasa de crecimiento específico (SGR, Specific Growth Rate) .....	13
3.4.3	Tasa de alimentación específica (SFR, Specific Feeding Rate) .....	14
3.4.4	Factor de condición (K) .....	15
3.6.	Parámetros fisicoquímicos .....	16
3.6.1	Parámetros de agua máximos-mínimos .....	17
IV.	DESARROLLO DEL TRABAJO.....	19
4.1.	Descripción del lugar .....	19
4.2.	Funciones desarrolladas como Asistente de producción .....	20
4.2.1	Control de parámetros fisicoquímicos de calidad de agua .....	20
4.2.2	Extracción de mortalidad .....	21
4.2.3	Frecuencia de Alimentación. ....	21
4.2.4	Muestreos biométricos.....	22
4.2.5	Selección de peces .....	23
4.2.6	Manejo de Densidad .....	25
4.2.7	Supervisión y seguimiento de los parámetros productivos.....	26
4.3.	Recepción de peces en el área de engorda.....	26
V.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	28

5.1.	Resultados.....	28
5.2.	Discusión .....	31
VI.	CONCLUSIONES .....	33
VII.	RECOMENDACIONES .....	34
VIII.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	35
IX.	ANEXOS.....	38

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Principales empresas exportadoras de Trucha congelada en el Perú .....	6
Tabla 2.	Principales empresas exportadoras de Trucha fresco-refrigerada en el Perú.	6
Tabla 3.	Clasificación Taxonómica.....	7
Tabla 4.	Requerimientos nutricionales de trucha arcoíris .....	9
Tabla 5.	Requerimientos de vitaminas para trucha arcoíris .....	9
Tabla 6.	Factor de conversión biológico por rangos de Peso .....	13
Tabla 7.	Tasa de crecimiento específico por rangos de Peso .....	14
Tabla 8.	Tasa de alimentación específica por rangos de Peso.....	14
Tabla 9.	Factor de condición por rangos de Peso.....	15
Tabla 10.	Estándares de calidad de agua para extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas .....	16
Tabla 11.	Nivel de % de saturación de OD .....	18
Tabla 12.	Distribución de módulos de producción de truchas en Peruvian Andean Trout S.A.C.	19
Tabla 13.	Manual de alimento balanceado para truchas. ....	22
Tabla 14.	Primera selección manual de Peces.....	23
Tabla 15.	Segunda selección manual de Peces.....	24
Tabla 16.	Límite de densidad para crianza de trucha arcoíris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	25
Tabla 17.	Parámetros fisicoquímicos del período de engorda.....	29
Tabla 18.	Valores productivos a la recepción .....	30
Tabla 19.	Valores productivos al cosechar.....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Producción mundial de la pesca de captura y la acuicultura.....	5
Figura 2.	Exportación de Trucha .....	6
Figura 3.	Modelo de distribución de alimento.....	11
Figura 4.	Esquemas de distribución de alimentación .....	12
Figura 5.	Organigrama de la empresa Peruvian Andean Trout S.A.C .....	20
Figura 6.	Proceso de alimentación con cañón .....	39
Figura 7.	Sistemas de extracción de mortalidad “Lift Up” .....	39
Figura 8.	Muestreo biométrico .....	40
Figura 9.	Selección de peces.....	40

## **RESUMEN**

El trabajo de suficiencia profesional tuvo por objetivo principal describir el manejo productivo en el cultivo intensivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) a partir de los 200 gramos, realizado en la empresa acuícola PERUVIAN ANDEAN TROUT SAC ubicada en la comunidad campesina Choclococha en la región Huancavelica; la empresa cuenta con 4 concesiones ubicadas a lo largo de la laguna Choclococha, se cuenta con 60 jaulas de cultivo distribuidas en 5 módulos. Se describen todas las actividades realizadas durante el periodo de crianza en el área de engorde (200 gramos) hasta el cierre de la unidad productiva tomada de referencia (jaula 606-G66) en su cosecha respectiva. Desde la eclosión de las ovas hasta la cosecha el tiempo de crianza es de aproximadamente 26 meses, el área de Engorde recibe los ejemplares desde los 200 gramos, llevándolos hasta los 2800 gramos en promedio para su cosecha.

Palabras clave: cultivo intensivo, manejo productivo, módulo, jaula, engorde, cosecha



## **ABSTRACT**

The main objective of the work of professional sufficiency was to describe the productive handles in the intensive farming of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from 200 grams carried out in the aquaculture company PERUVIAN ANDEAN TROUT SAC located in the Choclococha peasant community in the Huancavelica region; The company has 4 concessions located along the Choclococha lagoon, it has 60 cages distributed in 5 sets. All the activities carried out during the farming period in the on-growing area (200 grams) until the closure of the productive unit taken as reference (cage 606-G66) in its respective harvest will be described. From the hatching of the eggs to the harvest, the breeding time is approximately 26 months. The on-growing area receives the specimens from 200 grams, taking them up to 2800 grams on average for harvest.

Keywords: intensive farming, productive handles, sets, cage, on-growing, harvest

## I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura es una actividad productiva que cuenta actualmente con una gran demanda mundial, debido a los múltiples beneficios que las especies hidrobiológicas ofrecen a nivel nutricional para el consumidor. En Iberoamérica la acuicultura se está convirtiendo en una actividad socioeconómica cada vez más importante debido a que es una fuente de empleo directo e indirecto con una gran previsión de crecimiento (Ardila *et al.*, 2018).

La producción mundial de trucha muestra un crecimiento durante el periodo 2010 al 2020, pasando de 464.7 miles de toneladas en el 2010 a 739.5 miles de toneladas en el 2020, siendo el 1.5% de la producción total acuícola del mundo (FAO, 2022). Se puede predecir que, debido al crecimiento poblacional en el Perú, la demanda por la carne de trucha irá cada vez en aumento, por lo que se debe buscar técnicas que permitan que la producción de esta especie sea cada vez mayor para poder abastecer dicha demanda, para lo cual la innovación en su crianza debe ser un hecho constante.

Durante el periodo laborado se ha identificado que la clave para una óptima producción se encuentra en la alimentación diaria dentro del proceso de productivo. La alimentación es la actividad que representa más de la mitad de los costos de producción, esto hace que sea necesario optimizarlo a fin de maximizar su crecimiento sin acarrear pérdidas en sobrealimentación por conversiones elevadas ni retrasarlo por subalimentación.

Cabe resaltar que la presencia en la empresa cumple un rol importante en el desarrollo de la comunidad de Choclococha, ya que la mayoría de los trabajadores cuentan con jaulas de cultivo artesanales para subsistir, por lo que, el apoyo técnico en el proceso productivo es esencial para que los pobladores puedan desarrollar herramientas útiles en el cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mikyss*).

Uno de los inconvenientes presentados en la empresa es la búsqueda de un factor de conversión del alimento (FCR) bajo para la totalidad de las unidades productivas teniendo todas diferentes condiciones para la alimentación, es decir, como se muestra en la tabla 9

solo los módulos 400 y 500 presentan la tecnología más recomendada para la alimentación de sus jaulas (sistema turbo spreader), mientras que en los tres módulos restantes se usa un sistema semiautomático (blower o cañón); otro inconveniente significativo para cumplir con el objetivo mencionado es la utilización de un sistema manual de selección, el cual tiene como principal problema el ojo humano.

En el presente trabajo se describen cuáles son las técnicas utilizadas en el manejo productivo en el cultivo intensivo de trucha arcoíris. Muestreos biométricos, selección de peces, supervisión y seguimiento de los parámetros productivos (tasa de crecimiento específico - SGR, tasa de alimentación específica - SFR, factor de conversión del alimento - FCR), manejo de densidad, extracción de mortalidad, control de historial de parámetros ambientales (oxígeno disuelto - OD, % Saturación, temperatura T°).

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1.Objetivo General**

- Describir el manejo productivo y la gestión del alimento en el cultivo intensivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) a partir de los 200 gramos realizado en la empresa acuícola Peruvian Andean Trout SAC.

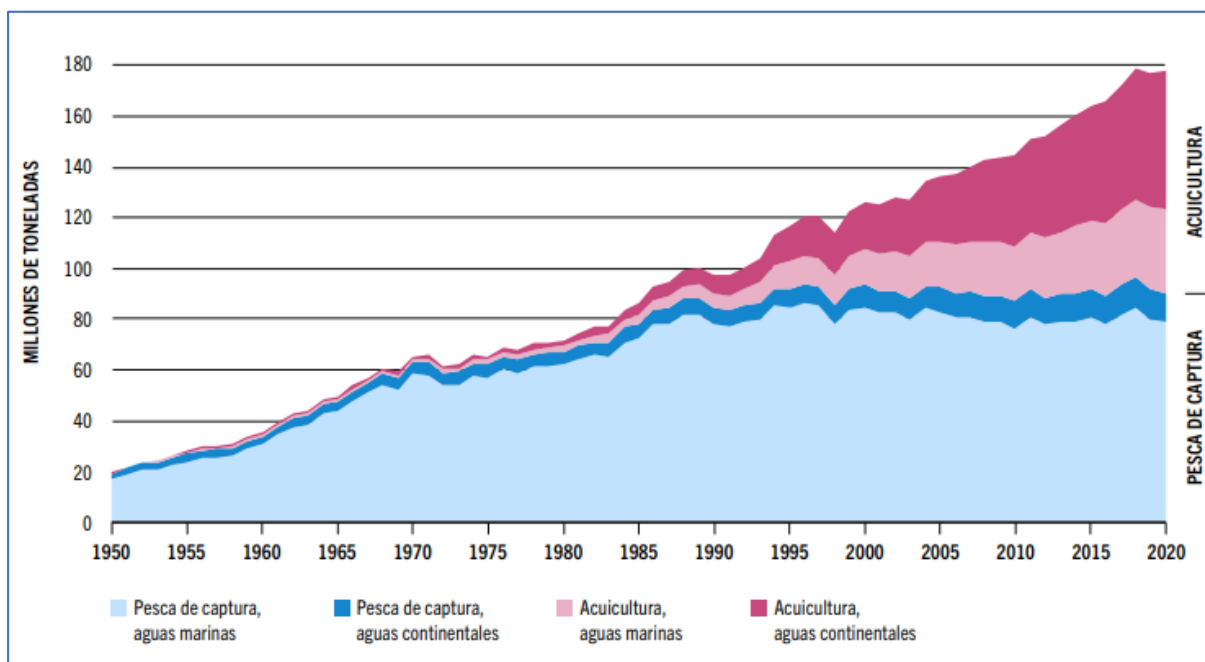
### **2.2.Objetivos Específicos**

- Describir las actividades en el manejo productivo de trucha arcoíris como los muestreos biométricos, selección de peces, densidad y extracción de mortalidad.
- Realizar la supervisión y seguimiento de los parámetros productivos como tasa específica de crecimiento (SGR), tasa específica de alimentación (SFR), factor de conversión del alimento (FCR).
- Realizar el control de parámetros físicos químicos de calidad de agua como oxígeno disuelto (OD), saturación de oxígeno (%), temperatura (T°).
- Realizar y supervisar manejo de alimentación en el cultivo intensivo de trucha para capacitar a los pobladores de la comunidad de Choclococha.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. La acuicultura en el mundo y el Perú

En el 2020, la acuicultura mundial alcanzó un récord de 122,6 millones de toneladas, con un valor total de 281 500 millones de USD. Los animales acuáticos representaron 87,5 millones de toneladas y las algas constituyeron 35,1 millones de toneladas. La contribución de la acuicultura a la producción mundial de animales acuáticos alcanzó el 49,2 % en 2020 (Figura 01). La producción acuícola mundial creció en todas las regiones excepto en África, debido a un descenso en sus dos países productores principales, Egipto y Nigeria. Por otro lado, Asia siguió dominando la acuicultura mundial, produciendo un 91,6 % del total (FAO, 2022).



**Figura 1. Producción mundial de la pesca de captura y la acuicultura**

Nota: Excluidos los mamíferos acuáticos, los cocodrilos, los lagartos y caimanes, y las algas. Los datos se expresan en términos de equivalente en peso vivo. Fuente: FAO, 2022

El consumo mundial de alimentos acuáticos, sin considerar las algas, se ha incrementado a un 3% desde 1961, en relación con el crecimiento de la población del 1,6 %. El consumo, per cápita, de alimentos acuáticos se incrementó de 9,9 kg en el año 1960 a un 20,5 kg en 2019, y se redujo ligeramente a 20,2 kg en 2020. Se prevé que el aumento de los ingresos y la urbanización, las mejoras en las prácticas posteriores a la captura y los cambios en las tendencias alimentarias producirán un incremento del 15 % del consumo de alimentos acuícolas, a fin de suministrar de media 21,4 kg per cápita en 2030 (FAO, 2022).

La producción mundial de trucha muestra un crecimiento durante el periodo 2010 al 2020, pasando de 464.7 miles de toneladas en el 2010 a 739.5 miles de toneladas en el 2020, siendo el 1.5% de la producción total acuícola del mundo (FAO, 2022). En el Perú en el periodo 2009-2018, el departamento de Puno lidera las estadísticas como primer productor de trucha arco iris a nivel nacional, con un total de 284019 TM. Le sigue Junín con 21855 TM y Huancavelica con 20563 TM. Estos tres departamentos representan el 92.7% del volumen nacional y han experimentado un crecimiento considerable anualmente (PRODUCE, 2020).

### **3.2. Consumo per cápita de trucha arcoíris en el Perú**

Según la ENAHO (2020), el consumo per cápita de pescado en el país fue de 17.28 kilogramos por habitante, resultando en una disminución de 0.70% con relación al año anterior. Asimismo, se puede observar que se aseguró el abastecimiento de los principales recursos hidrobiológicos para el consumo fresco. Entre ellos destaca, jurel como la especie de mayor preferencia en la canasta alimenticia de las familias peruanas, cuyo consumo ascendió a 3.40 kg por habitante. Seguido del consumo en fresco de bonito con 3.09 kg, especie también de alta demanda en la gastronomía nacional y de precio accesible. Además, destacan la alta demanda de las especies pertenecientes al ámbito continental como boquichico con 0.83 kg y trucha con 0.47 kg.

### **3.3.Principales productos derivados a la exportación de Trucha Arcoíris**

Las empresas Peruvian Andean Trout S.A.C. en asociación con Mar Andino Perú S.A.C. son las líderes en los principales productos exportados a base de Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), los cuales son Trucha fresco-refrigerada (61%) y Trucha congelada (60%), SUNAT (2020).

**Tabla 1.** Principales empresas exportadoras de Trucha congelada en el Perú

Empresa	%Participación 2020
Peruvian Andean Trout S.A.C.	43%
Piscifactorías de los Andes S.A.	40%
Mar Andino Perú S.A.C.	17%
Produpesca S.A.C.	1%

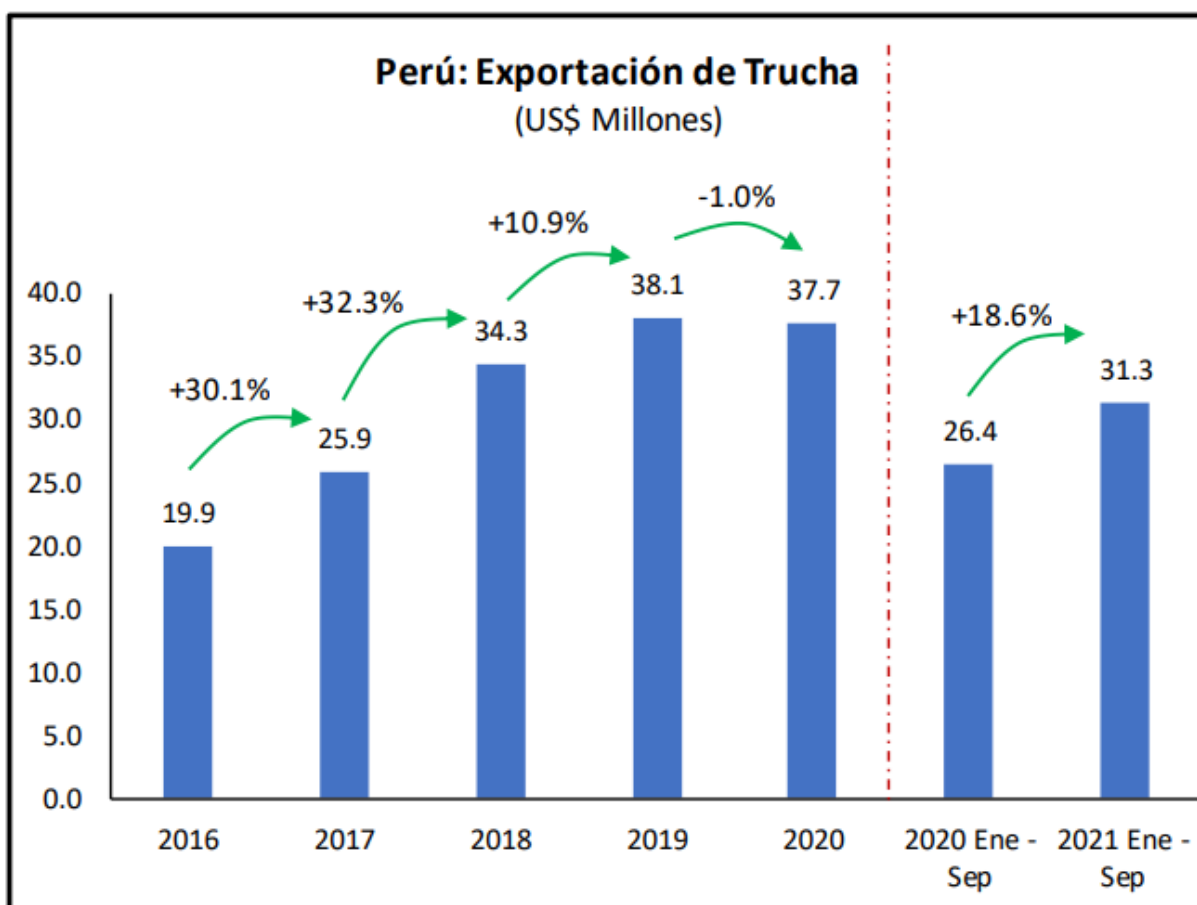
Fuente: SUNAT (2020)

**Tabla 2.** Principales empresas exportadoras de Trucha fresco-refrigerada en el Perú

Empresa	%Participación 2020
Mar Andino Perú S.A.C.	61%
Piscifactorías de los Andes S.A.	38%
Peruvian Andean Trout S.A.C.	0%

Fuente: SUNAT (2020)

Entre el 2016 y el 2020, las exportaciones de trucha peruanas se expandieron a un promedio anual de 17.2%, debido al incremento de exportaciones de filetes de trucha durante el mismo periodo.



**Figura 2. Exportación de Trucha**

Fuente: SUNAT, ADEX Data trade

### 3.4. Aspectos biológicos de la trucha arcoíris

#### 3.3.1. Clasificación taxonómica

Según FAO (2019) y Froese & Pauly (2020), la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) presenta la siguiente clasificación.

**Tabla 3.** Clasificación Taxonómica

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

Fuente: FAO (2019) y Froese & Pauly (2020)

#### 3.3.2. Origen y hábitat

La trucha arcoíris es nativa de las cuencas que drenan al Pacífico en Norteamérica (FAO, 2019). Se distribuye de manera natural desde el suroeste de Alaska (río Kuskokwim) hasta el río Presidio en México, con registros puntuales en las islas del comandante en la península de Kamchatka en Eurasia (Behnke, 2002; Vásquez, 2014). Desde 1874 esta especie ha sido introducida en las aguas de todos los continentes excepto la Antártica, con propósitos recreacionales para pesca deportiva y para acuicultura. Gracias al desarrollo de los alimentos peletizados la producción de esta especie se expandió grandemente en la década de 1950. La pesca de trucha o el cultivo son practicados en las cuencas altiplánicas de muchos países tropicales y subtropicales de Asia, el este de África y América del Sur. Como resultado de dicha introducción se han desarrollado varios linajes o cepas locales domesticadas (por ejemplo, Shasta de Estados Unidos y Kamloops de Canadá), mientras que otras han surgido a través de selección masiva y entrecruzamiento para mejorar la calidad de los peces para cultivo (FAO, 2019).

En el Perú, la trucha arcoíris se distribuye en casi todos los ambientes de agua dulce de la sierra al haberse adaptado a los ríos, lagunas y lagos de las zonas altoandinas. Con respecto a su distribución, la trucha arcoíris se encuentra en la mayoría de los cuerpos de



agua situados a más de 1500 metros de altitud en el Perú (MacCrimmon, 1971), por ejemplo, en el lago Titicaca (Puno), y ocupa principalmente las zonas pelágicas.

profundas (Cossios, 2010). La distribución en los ríos se halla continuamente alterada por su gran movilidad, pues migran de una zona a otra dependiendo de la estación del año, estadio biológico, horas del día o tipo de alimento en épocas de reproducción (MINAM, 2015).

Se ha evidenciado que el hábitat natural de la trucha arcoíris en los departamentos de Junín y Huánuco son los ríos, lagos y lagunas de aguas frías, limpias y cristalinas, dentro de las cuales prefiere las corrientes moderadas, y ocupa generalmente los tramos medios de fondos pedregosos y de moderada vegetación (MINAM, 2015).

### **3.3.3. Hábitos alimenticios**

a) **Alimentación.** La trucha arco iris es un depredador visual oportunista con actividad diurna y comportamiento carnívoro. Los alevines que usualmente comen zooplancton pueden ser iniciados fácilmente en la alimentación con una dieta artificial (FAO, 2019). Durante su etapa adulta, es un pez de hábitos alimenticios carnívoros y, por ende, se alimenta en la naturaleza de presas teniendo preferencia por el consumo de macroinvertebrados bentónicos principalmente de los órdenes: Ephemeroptera, Trichoptera y Plecóptera (Buria *et al.*, 2009). Sin embargo, su comportamiento alimenticio es influenciado por la actividad de los insectos y la temperatura del agua; ya que es un pez poiquiloterma que interrumpe la ingesta en temperaturas inferiores a 5°C y superiores a 19°C (Alipez, 2010).

b) **Nutrición.** El sistema digestivo de las truchas arco iris y de los salmónidos está naturalmente estructurado para procesar alimentos que contienen principalmente proteína (proveniente de pescado), para que de esta manera puedan obtener una cantidad determinada de energía a partir de las grasas y carbohidratos existentes. Las dietas para larvas y alevinos de truchas requieren un contenido proteico y energía más alta, que las correspondientes a peces más grandes. En la etapa de alevinos y juveniles se alimentan con contenidos de proteína cercanos al 50% y el 15% de grasa; mientras que los peces adultos pueden crecer con un 40% de proteína y un 10 a 12% de grasa. (Organismo Público Descentralizado Sierra Exportadora, sede puno OPDSE, 2011).

### 3.3.4. Requerimientos nutricionales de trucha arcoíris

**Tabla 4.** Requerimientos nutricionales de trucha arcoíris

<b>Requerimient o</b>	<b>ED (Mcal)</b>	<b>PC (%)</b>	<b>L (%)</b>	<b>CHO (%)</b>	<b>Ca (%)</b>	<b>P (%)</b>	<b>LIS (%)</b>	<b>M (%)</b>	<b>C (%)</b>	<b>TF (%)</b>	<b>A (%)</b>	<b>TR (%)</b>
<b>Alev</b>	3.5	45	10	20	1.2	0.7	2.2	1	0.35	0.30	1.7	1
<b>Crec</b>	3.600	42	10	20	1.1	0.65	2	0.9	0.3	0.25	1.6	0.9
<b>Eng</b>	4.200	38	10	20	1	0.6	1.8	0.8	0.25	0.2	1.5	0.8

Adaptados de diferentes fuentes. ED= energía digestible, PC=proteína cruda, LIP=Lípidos, CHO= Carbohidratos, Ca=calcio, P=fosforo, LIS=lisina, M=metionina, C=cistina, TF=triptófano, A=arginina, TR=treonina.

**Tabla 5.** Requerimientos de vitaminas para trucha arcoíris

<b>VITAMINA</b>	<b>CANTIDAD</b>
Tiamina (B1)	0.150 – 0.2 mg
Riboflavina (B2)	0.5 – 1.0 mg
Piridoxina (B6)	0-25 – 0-50 mg
Biotina (H)	0.04 – 0.08 mg
Ácido nicotínico	4.0 – 7.0 mg
Ácido pantoténico	1.0 – 2.0 mg
Ácido fólico	0.10 – 0-15 mg
Inositol	18 – 20 mg
Colina	50 – 60 mg
Cianocobalamina (B12)	0.0002 – 0.0003 mg

**Fuente:** Orna (2010).

- a) **Minerales.** La trucha requiere pequeñas cantidades de minerales. El organismo de un pez está constituido por un 70 – 75% de agua, y por ende esta es un nutriente fundamental. Si un análisis del agua de una piscifactoría que trabaja con agua dulce muestra la escasez natural de elementos minerales, se puede agregar al pienso hasta un 2% de minerales (Orna, 2010). La NRC (1993), señala como requerimientos de

minerales para la trucha Arco Iris al calcio, fósforo, sodio, cloro, magnesio, potasio, cobre, yodo, manganeso, zinc y selenio.

### **3.3.5. Estrategias de alimentación**

La estrategia de alimentación es parte importante del sistema intensivo de producción, tanto para la parte económica como para la parte técnica, esto depende básicamente de: (Hjertenes, 1991).

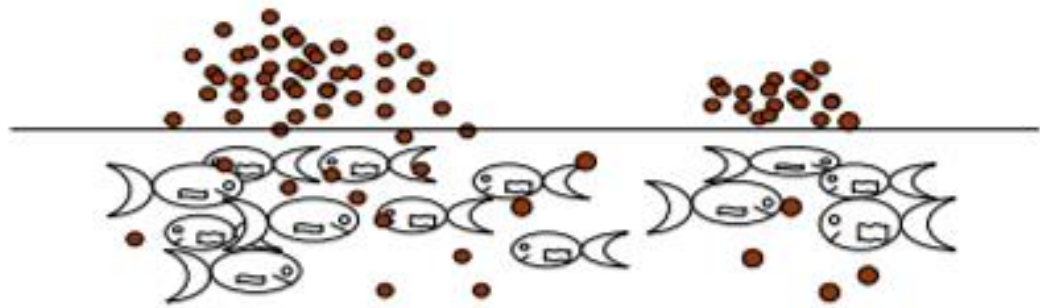
- Tipo y cantidad de alimento
- Cantidad y tamaño de los peces
- Tipo y tamaño de las instalaciones de producción
- Estrategia general de alimentación en el cultivo.

El tipo y cantidad de alimento corresponde a las diferentes dietas y raciones utilizadas en el cultivo. En cuanto a los otros factores mencionados, estos se relacionan con el manejo de la biomasa principalmente.

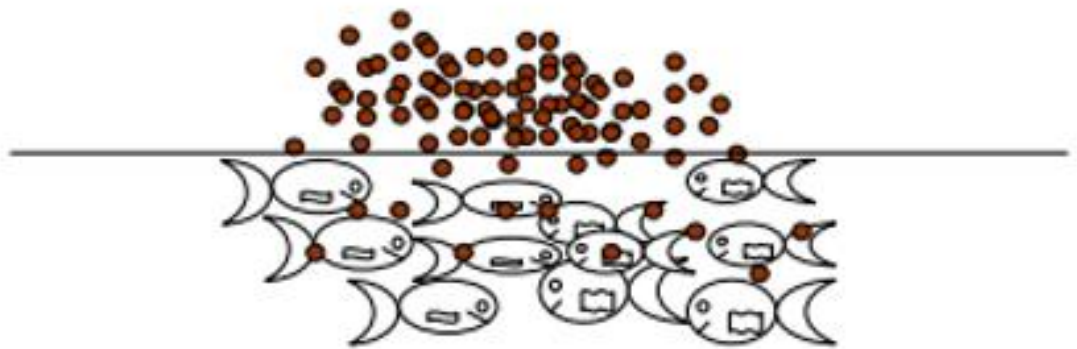
Otro aspecto importante se refiere a la forma de alimentación, la cual ha tenido una evolución semejante a los tipos de alimentos a través del tiempo, distinguiéndose tres formas.

- Manual
- Semiautomática
- Automática

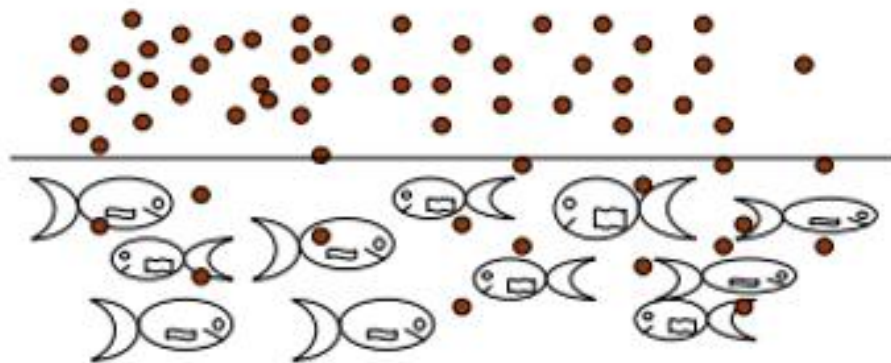
En los sistemas manuales, básicamente se utiliza gran cantidad de mano de obra con un alto costo y una baja conversión de alimento a biomasa. Según SKRETTING (2004), el sistema de alimentación manual posee la ventaja de orientar la distribución de alimento de acuerdo con las condiciones del viento y la corriente. Los sistemas semiautomáticos presentan una mejora respecto de los sistemas manuales, los cuales proveen un buen manejo y control de los recursos productivos. De acuerdo con SKRETTING (2004), de los sistemas que se usan en la actualidad, el que posee un mejor desempeño es un sistema de alimentación automática (Figura 02).



**Esquema de distribución lograda con sistema semiautomático (cañón)**



**Esquema de distribución lograda con sistema paleta**



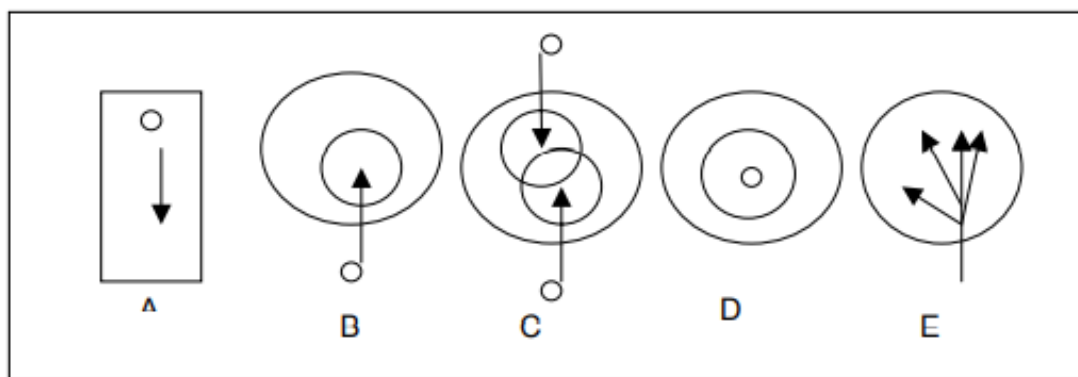
**Esquema de distribución lograda con sistema Turbo spreader**

**Figura 3. Modelo de distribución de alimento**

Fuente: Skretting, 2004

El Sistema de Alimentación Centralizado, totalmente automático, desarrollado para el uso en centros de cultivo de peces, transporta el alimento a cada jaula mediante el uso de aire. En general, cualquiera sea el método usado para la alimentación, existe un aspecto técnico que relaciona con la distribución física del alimento (Andrew *et al.*, 2002). Al respecto, existen cuatro formas bien definidas, las cuales son presentadas en forma gráfica en la Figura 03.

En el caso de A no existe una distribución, sino más bien se fuerza a los individuos a seguir una línea de distribución semejante a la distribución longitudinal, En el caso de B y C, corresponden a alimentación localizada simple y doble, D corresponde a una distribución circular de alimento, la cual es habitual en Hatchery, E corresponde a una distribución longitudinal que se presenta generalmente en la alimentación manual y de cañón.



**Figura 4. Esquemas de distribución de alimentación**

Fuente: Hjertenes, 1991

### 3.5. Parámetros productivos

Según (Priede & Secombes 1988), son:

#### 3.4.1 Factor de conversión (FCR, Food Conversion Rate)

Esta es una medida derivada de una razón matemática, que expresa en general, la cantidad de alimento suministrado y la biomasa generada. Posee dos acepciones, una económica y otra biológica, en la actualidad sus valores oscilan entre 1.1 y 1.8.

$$\text{Factor de conversión económico (FCR e)} = \frac{\text{Alimento suministrado (kg)}}{\text{Biomasa ganada (kg)} + \text{Biomasa coschada (kg)}}$$

(Priede y Secombes, 1988)

$$\text{Factor de conversión biológico (FCR b)} = \frac{\text{Alimento suministrado (kg)}}{\text{Biomasa ganada (kg)} + \text{Biomasa coschada (kg)} + \text{biomasa de muertos (kg)}}$$

(Priede y Secombes, 1988)

**Tabla 6.** Factor de conversión biológico por rangos de Peso

<b>Rango de Peso</b>	<b>FCRb</b>
180 - 275	1.09
276 - 475	1.10
476 - 675	1.12
676 - 825	1.13
826 - 1000	1.14
1001 - 1250	1.17
1251 - 1500	1.18
1501 - 1750	1.19
1751 - 2000	1.23
2001 - 2250	1.25
2251 - 2500	1.26
2501 - 3000	1.30

Fuente: Skretting, 2004

### 3.4.2 Tasa de crecimiento específico (SGR, Specific Growth Rate)

La tasa de crecimiento específico es un coeficiente que mide el incremento porcentual de peso del pez por día.

$$\text{Tasa de crecimiento específico (SGR)} = \frac{\text{Ln}(W_t) - \text{Ln}(W_0)}{T(\text{días})} \times 100$$

(Priede y Secombes, 1988).

**Tabla 7.** Tasa de crecimiento específico por rangos de Peso

<b>Rango de Peso</b>	<b>SGR</b>
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: Skretting, 2004

### 3.4.3 Tasa de alimentación específica (SFR, Specific Feeding Rate)

Tasa de ingesta de alimento que tiene un pez en un periodo dado. Para ello es común utilizar el % peso corporal (%PC) o SFR que corresponde a la cantidad de alimento ingerida por día y expresado como porcentaje de peso corporal del pez.

$$\text{Tasa de alimentación específico (SFR)} = \frac{\text{Cantidad de alimento entregado (kg)}}{\text{Biomasa por jaula (kg)}} \times 100$$

Fuente: (Priede y Secombes , 1988)

**Tabla 8.** Tasa de alimentación específica por rangos de Peso

<b>Rango de Peso</b>	<b>SFR</b>
180 - 275	1.42%
276 - 475	1.21%
476 - 675	0.96%

676 -825	0.85%
826 - 1000	0.77%
1001 - 1250	0.64%
1251 - 1500	0.59%
1501 - 1750	0.54%
1751 - 2000	0.46%
2001 - 2250	0.42%
2251 - 2500	0.40%
2501 - 3000	0.35%

Fuente: Skretting, 2004

### 3.4.4 Factor de condición (K)

Esta relación peso-talla termina siendo una herramienta muy útil en los estudios de biología, fisiología y ecología de los peces, ya que nos permitirá hacer comparaciones entre el crecimiento de poblaciones y nos ayudan a establecer estrategias de alimentación y nos proporcionan información indirecta sobre el crecimiento, madurez, reproducción, nutrición y por ende el estado de salud de las poblaciones (Granado 1996; Arismendi et al. 2011). Dicho estadígrafo es una constante que relaciona la altura, el ancho y la longitud, es característico de cada especie y se plantea este factor como una medida de la condición nutricional.

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

Fuente: Wester, 1977.

**Tabla 9.** Factor de condición por rangos de Peso

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: Skretting, 2004

### 3.6. Parámetros fisicoquímicos

**Tabla 10.** Estándares de calidad de agua para extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Temperatura	°C	10-15
Aceites y grasas	mg/L	1,0
Cianuro Wad	mg/L	0,0052
Materiales flotantes		Ausencia
DBO	mg/L	10
Fosforo total	mg/L	0,025
Nitratos	mg/L	13
Oxígeno disuelto	mg/L	Mayor a 4.2
pH	unidad de pH	6,0-9,0
Sólidos suspendidos totales	mg/L	**
Sulfuros	mg/L	0,05
Amoníaco Total	mg/L	-1
Antimonio	mg/L	**
Arsénico	mg/L	0,1
Boro	mg/L	0,75
Cadmio	mg/L	0,01
Cobre	mg/L	0,2
cromo VI	mg/L	0,10
Mercurio	mg/L	0,00077
Níquel	mg/L	0,052
Plomo	mg/L	0,0025
Selenio	mg/L	0,005
Talio	mg/L	0,0008

Zinc mg/L 1,0

Fuente: Ds-004-2017-MINAM- Estándares de calidad ambiental. Categoría 2; C4 (Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas).

### 3.6.1 Parámetros de agua máximos-mínimos

La producción primaria, la respiración de la comunidad y las tasas de aireación controlan los cambios de concentración de OD con respecto al tiempo (Riley & Dodds, 2013). Estos factores a su vez son influenciados por la temperatura (Wehmeyer & Wagner, 2011), profundidad del río y turbiedad (Shields & Knight, 2012), disponibilidad de luz y actividad autotrófica (Bernot & Wilson, 2012) y otros factores.

El oxígeno en forma de gas posee una baja solubilidad en agua; además la cantidad de oxígeno contenido en el agua varía con la temperatura y la salinidad de manera predecible. Se necesita menos oxígeno en el agua de mar cálida que en el agua dulce fría. Si bien el contenido de oxígeno del agua establece la absoluta disponibilidad de oxígeno en el agua, es el gradiente de presión parcial de oxígeno la que determina la rapidez con que el oxígeno puede pasar del agua a la sangre del pez para apoyar su tasa metabólica. Esto se debe a que el oxígeno se transporta por difusión a través de las branquias de los peces. De acuerdo con la ley de difusión de Fick, el área branquial determina el índice de difusión de oxígeno a través de las branquias, la distancia de difusión a través del epitelio branquial, la constante de difusión y la diferencia de presión parcial de oxígeno a través de las branquias (Crampton et al. 2003). En consecuencia, la presión parcial de oxígeno es el término más apropiado para expresar los niveles de oxígeno en el agua destinada a la acuicultura. Sin embargo, la concentración de oxígeno es el término más utilizado, y para una temperatura y salinidad determinada, la presión parcial de oxígeno y el contenido de oxígeno en el agua están linealmente relacionados.

El oxígeno es un factor importante en el proceso de respiración y el metabolismo de los animales. En los peces, la tasa metabólica se ve muy afectada por la concentración de oxígeno en los ambientes de crianza. A medida que disminuye la concentración de oxígeno disuelto, las actividades de respiración y alimentación también se ven disminuidas. Como resultado de ello, el índice de crecimiento se reduce y se incrementan las posibilidades de enfermedades. Sin embargo, los peces no son capaces de asimilar el alimento cuando el OD (oxígeno disuelto) es bajo (Tom 1998). Las condiciones generales de salud y las fisiológicas

son mejores si el OD se mantiene cercano a la saturación. Cuando los niveles son menores que los mencionados anteriormente, el crecimiento de los peces se verá muy afectado por el incremento del estrés, la hipoxia tisular, la disminución de las actividades de nado y la reducción de la inmunidad a las enfermedades. Por lo tanto, prevalece la necesidad de mantener el nivel de OD en el nivel de saturación para que no afecten sus actividades fisiológicas o metabólicas y así poder obtener altas producciones en cualquier sistema de cultivo (Wedemeyer 1996). También hay que tener en cuenta que los requerimientos de los niveles de oxígeno no solo dependen de las especies, sino del tamaño de los peces y de su actividad. De acuerdo con Tom (1998), los requerimientos de oxígeno por unidad de peso (de los peces) disminuye de manera significativa con el incremento del peso individual.

El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua. El nivel de OD puede ser un indicador de cuan contaminada está el agua y cuán bien puede ser el soporte para la vida animal y vegetal. La cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua, en parte depende de la temperatura, el agua más fría puede guardar más oxígeno en ella que el agua más caliente. Los organismos acuáticos, crecen más rápido cuanto mayor es la temperatura del agua y transforman mejor el alimento consumido, por lo tanto, existirán niveles que optimizarán los rendimientos para la transformación del alimento entregado en crecimiento según el requerimiento de cada especie.

El término porcentaje de saturación es la lectura de OD en mg/L dividido por el 100% del valor de oxígeno disuelto para el agua (a la misma temperatura y presión del aire).

**Tabla 11.** Nivel de % de saturación de OD

<b>Nivel de OD</b>	<b>% de Saturación de OD</b>
Supersaturación	>100%
Excelente	90-100%
Adecuado	80-89%
Aceptable	60-79%
Pobre	<60%

Fuente: Ciencias con lo mejor de Vernier, Experimento 41 Oxígeno disuelto

## IV. DESARROLLO DEL TRABAJO

### 4.1. Descripción del lugar

La Laguna de Choclococha se encuentra localizada dentro del departamento de Huancavelica, en específico, dentro de los distritos de Santa Ana y de Pilpichaca (dentro de las provincias de Castrovirreyna y Huaytará respectivamente). Esta laguna se encuentra sobre los 4605 m.s.n.m, con una superficie total (en promedio) de 16,190 Km<sup>2</sup>, y una capacidad para almacenar 150 millones de metros cúbicos de agua por lo que es considerada la de mayor tamaño del departamento.

La empresa Peruvian Andean Trout S.A.C., cuenta con 7 módulos de producción, los cuales 2 pertenecen al área de alevinaje y 5 al área de engorda, los cuales son enumerados ascendentemente.

**Tabla 12.** Distribución de módulos de producción de truchas en Peruvian Andean Trout S.A.C.

<b>Fase de producción</b>	<b>Módulos</b>	<b>Descripción de la U.P.</b>	<b>Número de Jaulas.</b>	<b>Tipo de alimentación</b>
Alevinaje	Módulo 200	10x10x10 m	10	Manual
Alevinaje	Módulo 300	15x15x10	20	Manual
	Módulo 400	30x30x12 m	12	Turbo Spreader
	Módulo 500	30x30x12 m	12	Turbo Spreader
Engorda	Modulo 600	30x30x12 m	12	Semiautomática
	Módulo 700	30x30x12 m	12	Semiautomática
	Módulo 800	30x30x12 m	12	Semiautomática

Fuente: Elaboración propia del centro de cultivo de Choclococha – Peruvian Andean Trout S.A.C.

## 4.2. Funciones desarrolladas como Asistente de producción

Durante el período laborado se desempeñó el puesto de Asistente de Producción Junior, asumiendo funciones con toma de decisiones de responsabilidad de jefatura del centro en conjunto del Senior, según el organigrama la empresa cuenta con 5 niveles jerárquicos (Figura 5).

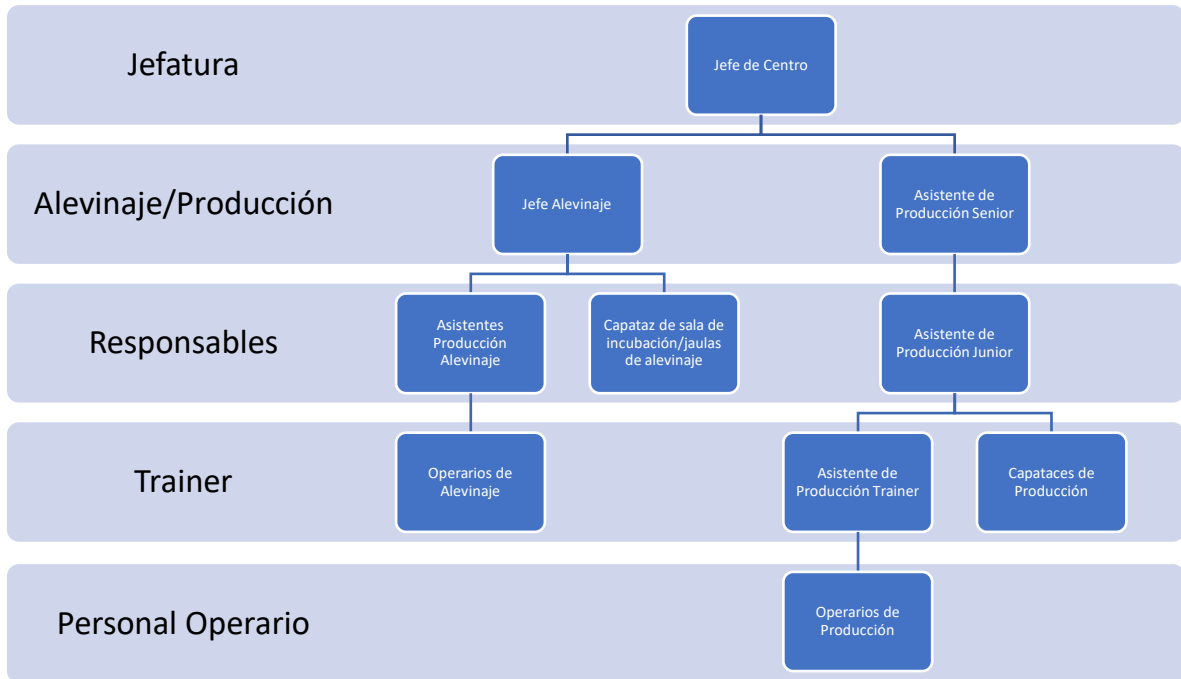


Figura 5. Organigrama de la empresa Peruvian Andean Trout S.A.C

Fuente: Elaboración propia.

Las actividades realizadas como asistente de producción en la empresa Peruvian Andean Trout S.A.C., como parte de la experiencia profesional son las siguientes:

### 4.2.1 Control de parámetros fisicoquímicos de calidad de agua

El control de parámetros fisicoquímicos de calidad de agua (temperatura, oxígeno disuelto, saturación de oxígeno) es importante antes de iniciar la alimentación esto debido a que, si se presenta bajos niveles de oxígeno (como se aprecia en la tabla 8, debe ser mayor a 4.2), se suspende la alimentación o se evalúa.

La medición se realiza diario antes de iniciar la alimentación de cada jaula de los módulos correspondientes con la ayuda de un multiparámetro (HACH). Si no se realiza la medición de manera periódica, se puede someter al animal a un estado de estrés hipóxico, trayendo

consecuencias como una baja tasa de crecimiento, altas tasas de mortalidad, presencia de enfermedades y por ende un mayor costo en la alimentación y disminución de rentabilidad (Valenzuela et al., 2002).

#### **4.2.2 Extracción de mortalidad**

La extracción de la mortalidad se efectúa diariamente después de realizar la medición de la calidad de agua, y se puede realizar de dos maneras:

- **Extracción por sistema Lift up:** El sistema Lift up es un trabajo apoyado por un sistema de extracción por aire desde superficie. Consiste en colocar un dispositivo cónico alimentado de aire comprimido que se coloca en el punto más bajo de cada jaula y una compresora que alimenta de aire comprimido para la extracción de los peces muertos, este manejo se realiza antes de iniciar con la alimentación.
- **Extracción manual:** Se requiere de mayor número de mano de obra, ya que se procede a hacer el levantado manual de la red partiéndola por la mitad, haciendo que las piezas de mortalidad terminen yendo hacia un lado de la jaula y con ayuda de carcales se procede al retiro de dichas piezas.

#### **4.2.3 Frecuencia de Alimentación.**

Los mejores resultados se obtienen suministrando muy a menudo pequeñas cantidades de pienso. La solución son los comederos automáticos que ofrecen amplias posibilidades de ajuste de la cantidad y la frecuencia de distribución. Si el reparto del pienso se realiza manualmente ya sean piensos secos, húmedos o frescos, los alevines deben alimentarse como mínimo 6 veces al día durante las 4-5 primeras semanas y 5 veces al día durante el resto del primer periodo de alimentación. Los peces juveniles deben ser alimentados 2-3 veces al día dependiendo de la temperatura del agua. Cuando las truchas se mantienen en estanques de tierra, y el contenido en oxígeno del agua es bajo no se les debe administrar pienso en la noche (Orna 2010).

**Tabla 13. Manual de alimento balanceado para truchas.**

Características	Trucha			
Tamaño (cm)	5.1 a 10	10.1 a 15	15.1 a 22	Mayor de 22.1
Comidas por día	4	3	2	1

La alimentación se debe realizar los 7 días de la semana.

Fuente: Manual práctico para el cultivo de la trucha arcoíris (FAO 2014)

Adaptándose a los óptimos de alimentación según Orna (2010) y la Fao (2014) en el área de Engorde de P.A.T.S.A.C. realiza una ración de alimento al día, con excepciones puntuales en jaulas recién llegadas del área de alevinaje (Sistema de alimentación manual), donde en el período de adaptación al sistema Semiautomático (Blower) suele hacer que en las primeras semanas se suministre en dos raciones.

#### **4.2.4 Muestreos biométricos**

Los muestreos biométricos se realizan mensualmente para evaluar el crecimiento, el factor de conversión y condición de los peces, y la tasa de dispersión de los pesos.

- Esta actividad se realiza extrayendo una cantidad de 200 peces de la población mediante un lance de una red de arrastre a la jaula, en el cual se extrae los peces a un dino de sedación con aceite esencial de clavo (isogenol) a una dosis de 8 ml/ 140 litros de agua, esto con la supervisión del asistente de producción y el médico veterinario del centro de producción.
- Una vez sedados los ejemplares son tallados y pesados, luego pasando a un dino de recuperación en el cual se le suministra oxígeno para su recuperación.
- Los datos obtenidos nos permiten calcular el peso promedio de la jaula ( $W_x$ ), factor de condición ( $K$ ), desviación estándar ( $\sigma$ ), coeficiente de variación ( $cv\%$ ). Así mismo, con los muestreos periódicos podemos determinar la tasa de crecimiento específico ( $SGR$ ) y determinar si en función al tiempo entre muestreos se convirtió de manera adecuada el alimento suministrado. También son de utilidad para determinar mediante histogramas

la distribución de la población en función a su peso, lo cual nos permite realizar ajustes en la proyección diaria de alimento.

#### 4.2.5 Selección de peces

La selección tiene como objetivo homogenizar los pesos de las poblaciones presentes en la jaula (cabezas, cuerpos y colas), debido a que el crecimiento constante de los peces en el ambiente de crianza (jaulas), con el transcurso del tiempo, genera la reducción del espacio vital y disminución de la ganancia de peso y longitud, la competencia por alimento es cada vez mayor debido a que los peces más grandes tienen mayor posibilidad de consumir el alimento, dejando sin alimento a los más pequeños, lo que genera que una jaula no tenga un peso constante,

Esto se realiza de dos formas:

- **Máquinas clasificadoras.** – Esta actividad se realiza separando una cantidad de población de peces mediante un lance de una red de arrastre a la jaula, los cuales se llevan a una esquina de la jaula la población de peces, para que sean absorbidos por los ductos de la máquina de selección, y luego funcionan separando a los peces mediante unos rodillos ubicados como un trapecio, de tal manera que los individuos de menor talla/peso caerán primero y los más grandes al final del proceso; la otra forma es
- **Manual.** - Esta actividad se realiza separando una cantidad de población de peces mediante un lance de una red de arrastre a la jaula, los cuales se llevan a una esquina de la jaula la población de peces y con la ayuda de un tobogán, básicamente con el mismo principio que las máquinas clasificadoras, el tobogán tiene varias salidas donde el operador deberá separar las distintas poblaciones que se encuentren en la jaula por las diferentes salidas.

Con la intención de mejorar el factor de conversión de la jaula en mención se realizaron 2 procesos de selección manual, en los cuales se tuvo los siguientes indicadores:

**Tabla 14. Primera selección manual de Peces**

<b>Datos previos a la primera selección</b>	
Cantidad	42206



Peso(g)	1148.68	
Alimento Entregado (Kg)	43825	
FCRe acumulado	1.19	
<b>Primera Selección</b>		
Fecha	15/12/2021	
Canales	Canal 1	Canal 2
Cantidad	29118	13143
Peso (g)	1389	798
FCRe acumulado	1.115	
Biomasa ganada con ajuste de selección (Kg)	2451.82	

Fuente: Elaboración propia

Gracias a este primer ajuste se pudo mejorar de 1.19 hasta 1.115 el FCRe acumulado gracias al incremento de biomasa registrado que se obtuvo a partir de la jaula en mención, es decir, sumando las cantidades de los canales se obtuvieron 55 peces más y un peso promedio final ponderado de 1205.9 gramos (57.22 gramos mayor que la jaula original) y por ello se obtuvo 2451.82 kilogramos adicionales de biomasa.

**Tabla 15. Segunda selección manual de Peces**

<b>Datos previos a la segunda selección</b>	
Cantidad	39955
Peso(g)	2045.08
Alimento Entregado (Kg)	90610
FCRe acumulado	1.293

<b>Segunda Selección</b>			
Fecha	15/05/2022		
Canales	Canal 1	Canal 2	Canal 3
Cantidad	25666	9591	4695
Peso (g)	2511	1833	834
FRe acumulado	1.219		
Biomasa ganada con ajuste de selección (Kg)	4232.0876		

Fuente: Elaboración propia

Esta segunda selección se realizó a ambas jaulas formadas en la anterior, fue realizada 5 meses después y se decidió separar esta vez en 3 canales, esto debido a que en los muestreos se apreció en la distribución por histogramas la presencia de 3 poblaciones marcadas (lo cual no se apreció en la selección previa), los resultados volvieron a ser positivos y se volvió a mejorar el FRe acumulado desde 1.293 hasta 1.219 ya que se obtuvo de promedio un peso de 2151.1 gramos (106 gramos a favor) con lo que se ganaron 4232 kilogramos de biomasa.

#### **4.2.6 Manejo de Densidad**

Con el fin de evitar altas tasas de mortalidad en la jaula y la alta competencia por oxígeno y alimento, la adecuada densidad genera una mayor sobrevivencia (Alvarado, 1999), una vez detectada una alta densidad en la jaula se procede realizar desdobles (dividir la jaula o trasladar una parte hacia otro lugar). La densidad era evaluada mediante el software MERCATUS, que realiza cálculos aproximados de peso y densidad por cada jaula de cada módulo del centro de cultivo.

**Tabla 16. Límite de densidad para crianza de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)**

Fase de producción	Módulos	Descripción de la U.P.	Densidad Máxima (kg/m <sup>3</sup> )
Alevinaje	Módulo 200	10x10x10 m	1 – 15

Alevinaje	Módulo 300	15X15X10	1 – 15
	Módulo 400	30x30x12 m	1 – 15
	Módulo 500	30x30x12 m	1 – 15
Engorda	Modulo 600	30x30x12 m	1 – 15
	Módulo 700	30x30x12 m	1 – 15
	Módulo 800	30x30x12 m	1 – 15

Fuente: Elaboración propia del centro de cultivo de Choclococha – Peruvian Andean Trout S.A.C.

#### **4.2.7 Supervisión y seguimiento de los parámetros productivos**

Se realiza después de todos los manejos descritos anteriormente se puede obtener resultados de SFR, SGR, FCR y ser comparados con los valores teóricos, analizar si los manejos realizados fueron positivos para la mejora de los datos productivos.

#### **4.3.Recepción de peces en el área de engorda**

Para fines prácticos se tomarán datos de la unidad productiva (jaula) 603, perteneciente al grupo 66.

La metodología empleada y los materiales durante el proceso productivo son los siguientes:

- La unidad productiva (jaula) 603 se encuentra en una jaula metálica de 30m<sup>2</sup> perteneciente al módulo 600 como se describe las dimensiones en la tabla 09 y 10.
- Para la alimentación diaria de la jaula se utilizó al proveedor Skretting para todo su ciclo productivo, en sus diferentes presentaciones.
- El método de entrega de alimento empleado fue mediante el cañón o Blower, registrando la actividad del animal y la captura del alimento mediante una cámara subacuática colgada a 4 m. de profundidad.
- Se controló el tiempo de entrega de alimento mediante los PPM (pellets por minuto) brindados por el proveedor para cada rango de peso.
- Para la correcta estimación del alimento proyectado diario, se realizaron muestreos biométricos mensuales controlando así el crecimiento proyectado y ajustando al peso estimado de la jaula, además, se extrajo la mortalidad y se descontó la biomasa perdida,

con la ayuda del sistema de extracción Lift Up, el cual funciona a través de aire comprimido.

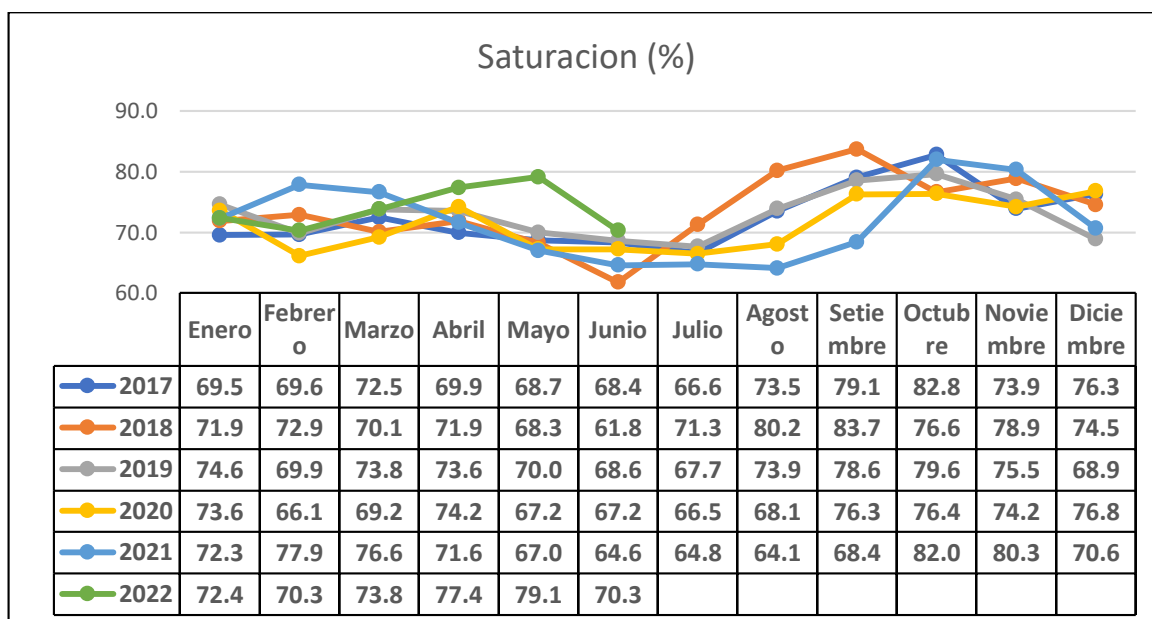
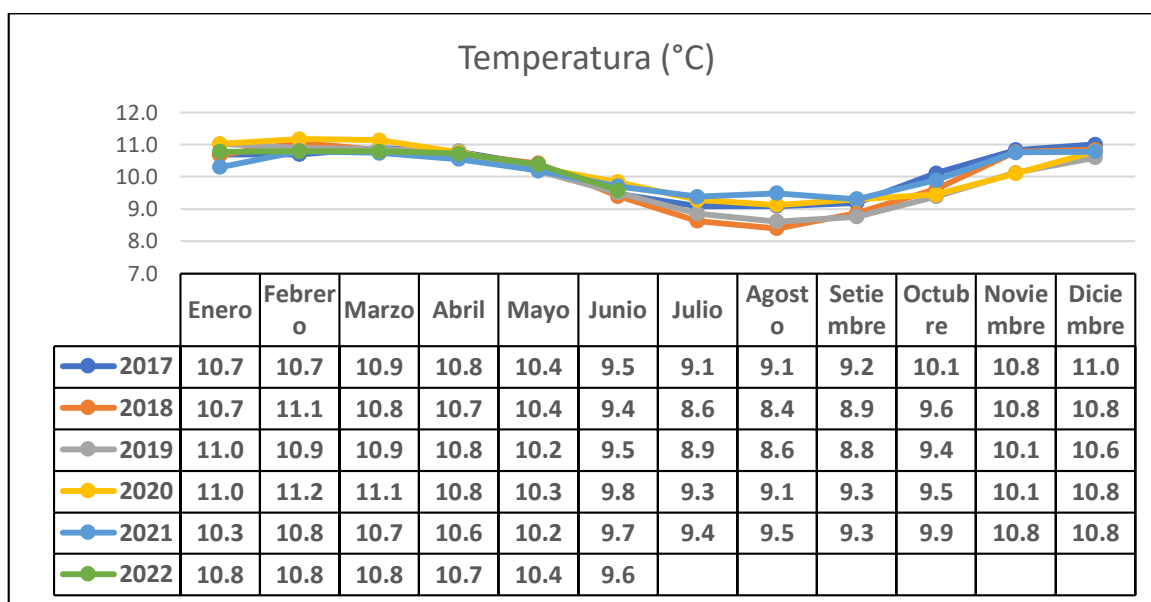
- Para ajustar aún más el peso de la unidad productiva se realizó un proceso de selección con ayuda de un tobogán de 2 salidas, retirando así a los rezagos de la jaula.
- Con ayuda del programa Scale AQ Mercatus Farmer se hizo el traslado de información (T°C, %Saturación, Ración diaria, mortalidad diaria, ajustes de peso) y se pudo hacer seguimiento diario de los datos productivos (SGR%, SFR%, FCR).

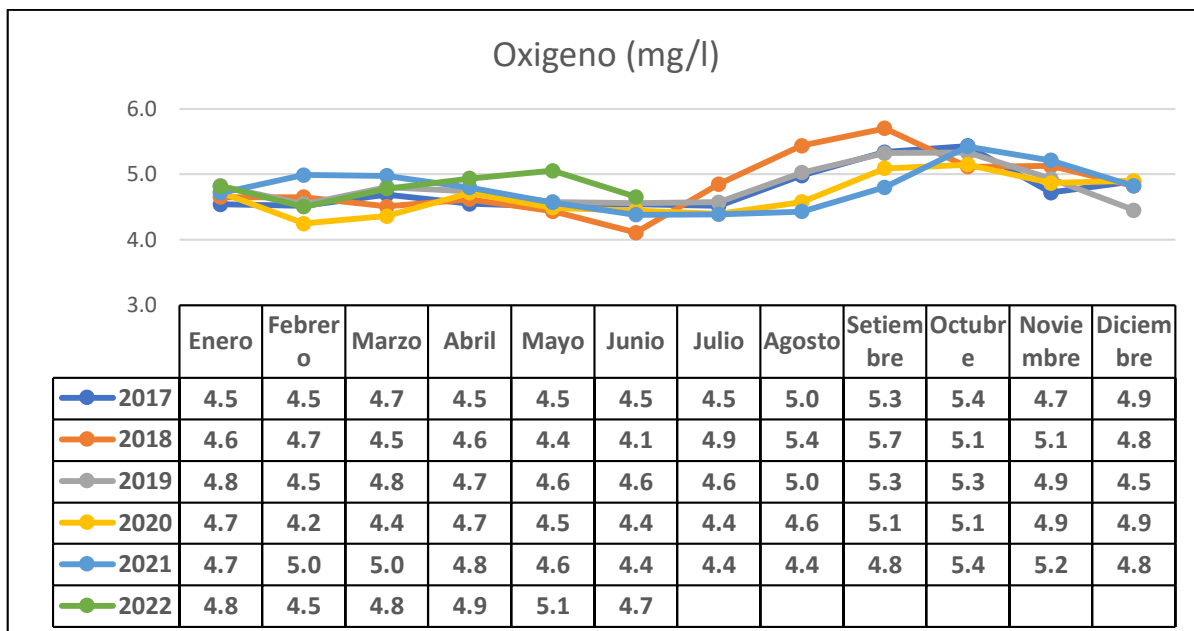
## V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1. Resultados

#### - Parámetros físicos químicos de calidad de agua

El promedio mensual de las mediciones de temperatura (T°C), concentración de oxígeno disuelto (mg/L) y saturación (%) del histórico de la laguna son las siguientes:





El promedio de las mediciones de temperatura ( $T^{\circ}\text{C}$ ), concentración de oxígeno disuelto (mg/L) y saturación (%) del periodo de engorda de la jaula son los siguientes:

**Tabla 17.** Parámetros fisicoquímicos del período de engorda

Parámetro	Valor
OD (mg/L)	4.47
T( $^{\circ}\text{C}$ )	10.1
%Saturación	71.7

Fuente: Elaboración propia, extraída en el período de la unidad productiva 603

En la tabla 17 se aprecia que el valor promedio del OD (mg/L) de la jaula fue menor al valor histórico de la laguna y para los valores de temperatura y saturación es similar, asimismo los valores históricos de la laguna concuerdan con lo mencionado por Wehmeyer y Wagner (2012) ya que los niveles de OD son mayores en los meses que se presenta la helada (temperaturas más bajas del año) desde junio hasta setiembre.

En función al crecimiento promedio de la jaula analizada podemos inferir que el periodo en el que la jaula llegó al área de Engorde (fines de mayo 2021-inicio de julio de 2022) solo tuvo un período con los meses históricos más calientes registrados, el cual fue aprovechado por la jaula en su etapa de mayor crecimiento que fue cuando tuvo los pesos más bajos.

- **Recepción de peces en el área de engorda**

Los peces de la unidad productiva (jaula) 603, perteneciente al grupo 66 fue recibida al área de engorde con los siguientes datos:

**Tabla 18. Valores productivos a la recepción**

Parámetros	Valor
Fecha de recepción:	23/05/2021
Peso inicial:	251.12 g
Cantidad inicial:	46421
SGR%:	1.862
SFR%:	1.857
FCRe:	1.077
%Mortalidad acumulado:	6.85

Fuente: Elaboración propia, extraída en el período de la unidad productiva 603

- **Datos finales a la cosecha**

**Tabla 19. Valores productivos al cosechar**

Parámetros	Valor
Fecha final de cosecha:	03/07/2022
Peso Final:	2150.25 g
SGR%:	0.528
SFR%:	0.636
FCRe:	1.225
%Mortalidad de periodo:	3.81

Alimento total entregado:	99060 Kg
Biomasa Cosechada:	92486 Kg
Biomasa Mortalidad:	1464

---

Fuente: Elaboración propia, extraída en el período de la unidad productiva 603

#### - **Factor de conversión económico y biológico**

De los datos productivos se obtiene el FCR<sub>e</sub> para el periodo de engorde:

$$\text{Factor de conversión económico (FCR e)} = \frac{\text{Alimento suministrado (kg)}}{\text{Biomasa ganada (kg)} + \text{Biomasa cosechada (kg)}}$$

$$FCRe = \frac{99060}{(92486 - 251.12 * \frac{46421}{1000})}$$

El resultado es de 1.225, si tomamos en cuenta la biomasa de la mortalidad para el factor de conversión (FCR<sub>b</sub>) el resultado es 1.203; haciendo la comparativa del FCR<sub>b</sub> con la tabla 04 de alimentación que nos da el proveedor Skretting con valor 1.25 se obtuvo una ganancia en peso del 3.9% por cada kilogramo de alimento suministrado (comparando con la tabla 04 FCR<sub>b</sub>), es decir, que durante el proceso productivo de la jaula 603-G66 por cada kilogramo de alimento entregado se ganó 831.2 gramos, y la tabla 04 de alimentación nos indica una ganancia de 800 gramos por kilogramo de alimento entregado.

## **5.2. Discusión**

La unidad productiva evaluada 606 perteneciente al grupo 66, tuvo un cierre positivo a pesar de no haber pasado por el sistema de alimentación más recomendado según Skretting (2004), el sistema turbo spreader o el sistema con paleta, ya que durante todo su ciclo productivo se empleó el sistema Blower o cañón (sistema semiautomático) el que presenta deficiencias en la homogenización de la población ya que tiene un efecto negativo al momento de la captación de alimento como se observa en la figura 2, generando así la dispersión en la jaula. Este resultado lo podemos atribuir al constante ajuste de peso realizado a la jaula y también al proceso de selección al que fue sometido la jaula, separando así a la población rezagada, lo que permitió un adecuado cálculo de la ración diaria.



Según el D.S. 004-2017-MINAM los parámetros fisicoquímicos durante el período de producción de la unidad productiva se encuentran dentro de los rangos óptimos (tabla 11) para el cultivo de la especie, lo cual se vio reflejado en el factor de conversión logrado.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Durante el proceso productivo se pudieron complementar los conocimientos teóricos del cultivo intensivo de trucha arcoíris con el trabajo profesional de campo efectuado en la Laguna Choclococha
- Con ayuda de los registros diarios de alimentación, mortalidad, selección de peces y el traslado de estos al sistema Scale AQ Mercatus Farmer, se analizaron constantemente los datos productivos
- Mediante capacitaciones mensuales al personal operario en los temas competentes a los manejos de alimentación del cultivo intensivo de trucha arcoíris, se brindó las herramientas necesarias a la Comunidad Campesina de Choclococha para el desarrollo de sus cultivos artesanales.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se debe realizar los ajustes de peso necesarios con ayuda de los muestreos y los procesos de selección, así como descontar la biomasa perdida en mortalidad para un cálculo más exacto de la ración diaria.
- A pesar de usar un sistema semiautomático (cañón o blower) se obtuvo resultados positivos, si se implementase en todos los módulos de engorde el sistema turbo spreader, se podría reducir aún más los tiempos de producción y obtener mejores resultados.
- La implementación del sistema de selección automatizada debe realizarse para agilizar el proceso en duración y eficiencia del mismo, no solo disminuyendo la carga laboral para el personal, sino aumentando la precisión de dicha selección y así obtener resultados más fiables.

## VIII. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- Alipez. (2010). Alimento para truchas. Ed. Mundi Prensa. Pp 55-58.
- Alvarado, H. (1999). Crecimiento y sobrevivencia de la trucha arco iris cultivada en diferentes tipos de estanques y densidades. Bramón, Venezuela: Centro de Investigación Agropecuarias del Estado Táchira.
- Andrew, J. E., Noble, C., Kadri, S., Jewell, H., & Huntingford, F. A. (2002). The effect of demand feeding on swimming speed and feeding responses in Atlantic salmon *Salmo salar* L., gilthead sea bream *Sparus aurata* L. and European sea bass *Dicentrarchus labrax* L. in sea cages. *Aquaculture Research*, 33(7), 501-507.
- Ardila, D.; Muñoz, A.; Simal, J. (2018). Fortaleciendo la acuicultura en Iberoamérica: calidad, competitividad y sostenibilidad. Presentación de la Red Cyted Aquacibus. Latin American & Caribbean Aquaculture 18 (LACQUA). Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://wasblobstorage.blob.core.windows.net/meetingabstracts/LacQual8AbstractBook.pdf>
- Arismendi, I., Penaluna, B. & Soto, D. 2011. Body condition indices as a rapid assessment of the abundance of introduced salmonids in oligotrophic lakes of southern Chile. *Lake and Reservoir Management* 27:61-69.
- Behnke, R. (2010). *Trucha y salmón de América del Norte*. Simón y Schuster.
- Buria, L. M., Albarino, R. J., Modenutti, B. E., & Balseiro, E. G. (2009). Temporal variations in the diet of the exotic rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in an Andean-Patagonian canopied stream. *Revista Chilena de Historia Natural*, 82(1), 3-15.
- Carter, C.G., Houlihan, D.F., Brechin, J & McCarthy, I.D. (1993). The relationships between protein intake and protein accretion, synthesis and retention efficiency for

- individual Grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Val.). Canadian Journal of Zoology, 71, 392-400.
- Cossíos, E. D. (2010). Vertebrados naturalizados en el Perú: historia y estado del conocimiento. Revista Peruana de Biología, 17(2), 179-189.
- FAO. 2022. *Versión resumida de El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul*. Roma, FAO.
- FAO. (2019). Programa de información de especies acuáticas *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792). Consultado en agosto de 2022. Recuperado de: [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus\\_mykiss/es](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/es)
- FONDEPES, (2014). Fondo nacional de desarrollo pesquero. Manual De Crianza De Trucha en ambientes convencionales. Lima-Perú. Impreso por EINS PERU S.A.C. 58 pág.
- Furuichi, M. (1988). Carbohydrates. In: Fish nutrition and mariculture. (Watanabe Ed.); pp. 44-55. Tokio.
- Gomez Mulluni, Y. (2017). Crecimiento de Trucha Arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la etapa de engorde alimentadas Ad Libitum y convencionalmente, en Chucasuyo.
- Granado, C. 1996. Ecología de peces. Secretariado de Publicaciones de la universidad de Sevilla. Sevilla, España. 353 pp.
- Hjertenes, O. (1991). Feed and feeding. En Manual of salmon farming. Primera edición. Fishing News Books. London. UK. 329 p.
- Klauer, B. (2004). Manual de crianza de truchas en Jaulas flotantes. Primera Edición. Imprenta el Centro Bartolomé de las Casas. Impreso en Cusco – Perú. 128 p.
- Lagler, F., Bardach, J., Miller, R., y Maypassino D. Ictiología. 1ra. Edición en español. AGT – Editor. S.A. México; (1990).
- Luna T. Formulación de raciones balanceadas y efectos nutricionales de los alimentos comerciales para truchas. Libro Resumen: Curso Nacional de Truchas. Huancayo – Perú; (1989).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements Of Fish Nacional. Academy Press Washington – USA; (1993).

- Noel, W. (2003). Formulación y Elaboración de dietas para peces y crustáceos. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman – Facultad de ingeniería pesquera.
- MacCrimmon, H. R. (1971). World distribution of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Journal of the Fisheries Board of Canada, 28(5), 663-704.
- MINAM. (2015). Informe Técnico Final de Servicio de Exploración de la distribución de la Trucha Naturalizada en zonas priorizadas de Junín y Huánuco. Recuperado de: <http://genesperu.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/09/Trucha1-Exploracion-de-ladistribucion-de-la-trucha-naturalizada-en-zonas-priorizadas-de-Junin-y-Huanuco.pdf>
- Pineda Santis, H. R., Jaramillo Pino, J. E., Echeverri Echeverri, D. M., & Olivera Ángel, M. (2004). Triploidía en trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*): posibilidades en Colombia.
- Publicaciones científicas y tecnológicas de la fundación observatorio español de Acuicultura (2009). La nutrición y Alimentación en piscicultura.
- Priede, I., & Secombes, C. (1988). The biology of fish production (pp. 32-68). Salmon and trout farming. New York: Halsted Press.
- PRODUCE. (2018). Acuicultura de la trucha arcoíris: Importación de Ovas y su Comercialización a Nivel Nacional.
- PRODUCE, (2020). Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2020.
- Valenzuela, A.; Alveal, K.; Tarifeño, E. (2002). Respuestas hematológicas de truchas (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum 1792) a estrés hipóxico agudo: serie roja. Chile: Gayana, Concepcion.
- Orna, R. (2010). Manual de Alimentos Balanceado para Truchas. PRODUCE – Dirección regional de la producción. Puno – Perú.
- Vásquez-Gallegos, P. (2014). Maduración sexual de la trucha de San Pedro Mártir *Oncorhynchus mykiss nelsoni* evaluada mediante un método no invasivo (Doctoral dissertation, Tesis de Maestría en Ciencias (Acuicultura), Centro Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada: Ensenada, Baja California-Mexico).

## **IX. ANEXOS**



**Figura 6. Proceso de alimentación con cañón**



**Figura 7. Sistemas de extracción de mortalidad “Lift Up”**





**Figura 8. Muestreo biométrico**



**Figura 9. Selección de peces**



## Registro control de Alimentación de Jaulas

<b>REGISTRO CONTROL ALIMENTACIÓN JAUAS CENTRO DE CULTIVO</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>PRO-R-001</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>0.4</b>
	<b>CREACIÓN</b>	<b>1/02/2016</b>
	<b>REVISIÓN</b>	<b>15/07/2022</b>

Fecha:							
Jaula	Grupo	Dieta	Proveedor	Ración única (kg)	Ración única (n° bolsas)	Alimento real (Kg)	Alimento real (n°bolsas)

Fecha:							
Jaula		Dieta	Proveedor	Ración única (kg)		Ración única (n° bolsas)	Alimento real (n°bolsas)

Fecha:							
Jaula		Dieta	Proveedor	Ración única (kg)		Ración única (n° bolsas)	Alimento real (n°bolsas)

Fecha:							
Jaula		Dieta	Proveedor	Ración única (kg)		Ración única (n° bolsas)	Alimento real (n°bolsas)

Fecha:							
Jaula		Dieta	Proveedor	Ración única (kg)		Ración única (n° bolsas)	Alimento real (n°bolsas)

Nomenclatura: 0= target; 1= saciedad; 2= target con apetencia; 3= ayuno por desabastecimiento; 4= ayuno por manejo o cosecha; 5= ayuno por baja de O2; Choclococha I = M ódulo 200, 300 y 400; Choclococha II = M ódulo 500; Choclococha III = M ódulo 600; Santa Ines = M 700 y M 800

Programación semanal establecida por producción, sujeto a variación por manejo o peracional.

Observaciones:

Acciones correctivas:

V/B\*Asistente de

V/B\*Jefe de Centro

Fecha de revisión:



## Registro Muestreo de Peces Jaulas de cultivo

<b>REGISTRO MUESTREO DE PECES JAULAS DE CULTIVO CENTRO DE CULTIVO</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>PRO-R-007</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>0.4</b>
	<b>CREACIÓN</b>	<b>1/07/2016</b>
	<b>REVISIÓN</b>	<b>15/07/2022</b>

#	Fecha:			UP:			Fecha:			UP:			#
	Hora inicio:			Hora final:			Hora inicio:			Hora final:			
	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	
1													1
2													2
3													3
4													4
5													5
6													6
7													7
8													8
9													9
10													10
11													11
12													12
13													13
14													14
15													15
16													16
17													17
18													18
19													19
20													20
21													21
22													22
23													23
24													24
25													25
26													26
27													27
28													28
29													29
30													30
31													31
32													32
33													33
34													34
35													35
36													36
37													37
38													38
39													39
40													40

Producto anestésico:	Producto anestésico:
Dosis:	Dosis:
Total de anestésico:	Total de anestésico:
Peso Promedio:	Peso Promedio:
C.V.:	C.V.:

Observaciones: \_\_\_\_\_

Acciones correctivas: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
V°B° Asistente de Producción

\_\_\_\_\_  
V°B° Jefe de Centro

Fecha de Revisión:

## Registro Selección de Peces

<b>REGISTRO SELECCIÓN DE PECES JAULAS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>PRO-R-008</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>0.4</b>
	<b>CREACIÓN</b>	<b>1/07/2016</b>
CENTRO DE CULTIVO	<b>REVISIÓN</b>	<b>15/07/2022</b>

Canal 1:

Canal 2:

Grupo:

Canal 3:

Jaula:

Responsable:

FECHA	HORA	CALIBRACIÓN	MANUAL	MAQUINA	DIFERENCIA	% ERROR	CONTEO	ERROR	N° REAL
		Canal 1							
		Canal 2							
		Canal 3							
		<b>Total</b>							
		Canal 1							
		Canal 2							
		Canal 3							
		<b>Total</b>							
		Canal 1							
		Canal 2							
		Canal 3							
		<b>Total</b>							
		Canal 1							
		Canal 2							
		Canal 3							
		<b>Total</b>							
		Canal 1							
		Canal 2							
		Canal 3							
		<b>Total</b>							
		Canal 1							
		Canal 2							
		Canal 3							
		<b>Total</b>							
		Canal 1							
		Canal 2							
		Canal 3							
		<b>Total</b>							

Nomenclatura: Choclococha I = Módulo 200, 300 y 400; Choclococha II = Módulo 500; Choclococha III = Módulo 600; Santa Ines = Módulo 700 y M800

Observaciones:

\_\_\_\_\_  
V°B° Asistente de Producción

\_\_\_\_\_  
V°B° Jefe de Centro

Fecha de revisión:

## Registro Asistencia a capacitaciones

REGISTRO ASISTENCIA A CAPACITACIONES	CÓDIGO	CAL-R-013
	VERSIÓN	0.4
CENTRO DE CULTIVO	CREACIÓN	28/10/2019
	REVISIÓN	15/07/2022

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora Inicio: \_\_\_\_\_ Hora final: \_\_\_\_\_

Expositor/ Cargo: \_\_\_\_\_

Tema: \_\_\_\_\_

Personal capacitado: \_\_\_\_\_

Charla  Capacitación  Otros  \_\_\_\_\_

**PARTICIPANTES:**

N°	Apellidos y nombres	DNI	Firma
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

Observación (es): \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 Expositor

\_\_\_\_\_  
 Jefe de Centro