

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

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**



TESIS

**Caracterización estructural de piscigranjas de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la
provincia de Abancay, Apurímac**

Presentado por:

Victor Guzmán Coaquira Gómez

**Para optar el Título de
Médico Veterinario y Zootecnista**

Abancay, Perú

2022



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

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA



TESIS

**“CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE PISCIGRANJAS DE TRUCHA
ARCOÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*) EN LA PROVINCIA DE ABANCAY,
APURÍMAC”**

Presentado por Victor Guzmán Coaquira Gómez, para optar el
Título de Médico Veterinario y Zootecnista

Sustentado y aprobado el 30 de junio del 2022 ante el jurado evaluador:

Presidente:


Mg. Sc. Ludwing Angel Cárdenas Villanueva

Primer miembro:


M.Sc. Delmer Zea Gonzales

Segundo miembro:


M.V.Z. Juan Roberto Soncco Quispe

Asesor (es):


Dr. Nilton César Gómez Urviola


Mg. Keyro Alberto Meléndez Flores

Agradecimiento

A mis asesores Dr. Nilton César Gómez Urviola y Mg. Keyro Alberto Meléndez Flores por su dedicación y esfuerzo, su conocimiento y paciencia para culminar la presente tesis.



Dedicatoria

A mis padres Víctor y Aurora por su apoyo incondicional en todo momento. A mis hermanas por el apoyo emocional y moral.



Caracterización estructural de piscigranjas de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la
provincia de Abancay, Apurímac

Línea de investigación: Ciencias Veterinarias

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 Descripción del problema	4
1.2 Enunciado del problema	5
1.2.1 Problema general	5
1.2.2 Problemas específicos	5
1.2.3 Justificación de la investigación	5
CAPÍTULO II	7
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	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
CAPÍTULO III	13
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	13
3.1 Antecedentes	13
3.2 Marco teórico	16
3.2.1 Acuicultura nacional	16
3.2.2 Acuicultura regional	16
3.2.3 Generalidades de la trucha arcoíris	17
3.2.3.1 Reseña histórica	17
3.2.3.2 Características generales	17
3.2.3.3 Características biológicas	18
3.2.3.4 Clasificación taxonómica	18
3.2.4 Proceso de desarrollo de la trucha comercial	18
3.2.4.1 Tiempo de desarrollo de la trucha comercial de 250 g	19
3.2.5 Tipos de cultivo	20
3.2.5.1 Según el sistema de producción	20
3.2.5.2 Según el nivel de producción	20
3.2.5.3 Según el tipo de ambiente	21



3.2.6 Alimentación en la producción de truchas	22
3.2.7 Evaluación del recurso hídrico	22
3.2.7.1 Cantidad de agua	22
3.2.7.2 Calidad de agua	23
3.2.7.3 Importancia de la calidad del agua	23
3.2.7.4 Indicadores físicos y químicos del agua.....	24
3.3 Marco conceptual.....	25
CAPÍTULO IV	27
METODOLOGÍA.....	27
4.1 Tipo y nivel de investigación	27
4.2 Diseño de la investigación	27
4.3 Población y muestra	27
4.4 Procedimiento	28
4.5 Técnica e instrumentos.....	28
4.6 Análisis estadístico	30
CAPÍTULO V.....	32
RESULTADOS Y DISCUSIONES	32
5.1 Análisis de resultados	32
5.1.1 Aspectos generales, productivos, sanitarios, laborales, alimentarios y las instalaciones de las piscigranjas de trucha arcoíris	32
5.1.2 Condiciones físico-químicas del agua (pH, oxígeno disuelto y temperatura del agua) en las piscigranjas de trucha arcoíris	38
5.1.3 Asociación de las características estructurales de las piscigranjas de trucha arcoíris de la provincia de Abancay con los resultados de la evaluación de las condiciones físico-químicas del agua.....	39
5.2 Discusión.....	44
CAPÍTULO VI.....	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
6.1 Conclusiones.....	49
6.2 Recomendaciones	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS	54



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Variables cualitativas.....	8
Tabla 2. Variables cuantitativas	11
Tabla 3. Variables cualitativas de la condición físico-química del agua	12
Tabla 4. Variables cuantitativas de la condición físico-química del agua.....	12
Tabla 5. Requerimientos nutricionales de la trucha arcoíris (25).....	22
Tabla 6. Parámetros óptimos de oxígeno, temperatura y pH (38).....	29
Tabla 7. Aspectos generales de las explotaciones de trucha arcoíris	33
Tabla 8. Aspectos productivos, sanitarios, alimentarios e instalaciones de las explotaciones de trucha arcoíris	34
Tabla 9. Aspectos laborales de los productores de trucha arcoíris.....	36
Tabla 10. Mortalidad promedio de truchas por estadio en las 35 piscigranjas observadas	37
Tabla 11. Frecuencia de la alimentación a truchas durante el día según su estadio en las 35 piscigranjas observadas.....	37
Tabla 12. Condición físico química del agua promedio de las 35 piscigranjas observadas	38
Tabla 13. Variables asociadas a parámetros físicos según Chi-Cuadrado.....	39
Tabla 14. Matriz de discriminación de variables cualitativas de las explotaciones truchícolas de la provincia de Abancay.....	40
Tabla 15. Resumen del modelo del Alfa de Cronbach.....	59
Tabla 16. Pruebas de Chi-cuadrado de Pearson	60



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización del área de estudio	28
Figura 2. Medidas de discriminación de las variables cualitativas	41
Figura 3. Relación entre las categorías de las variables cualitativas	44
Figura 4. Medición de los parámetros físicos-químicos del agua en Curahuasi	55
Figura 5. Medición de los parámetros físicos-químicos del agua en Huanipaca (a)	55
Figura 6. Medición de los parámetros físicos-químicos del agua en Huanipaca (b)	56
Figura 7. Lectura de parámetros físicos-químicos	56
Figura 8. Encuesta realizada a un productor de trucha en el sector de Llañucancha	57
Figura 9. Encuesta a productores de trucha	57
Figura 10. Medición y lectura de los parámetros físicos-químicos del agua, Lambrama	58
Figura 11. Sistema de crianza de truchas.....	58
Figura 12. Poza de cultivo rectangular de piedra y cemento.....	59



INTRODUCCIÓN

La truchicultura que se está desarrollando más en las regiones altas de los andes del Perú, y que se utiliza como fuente de alimento en la dieta de las comunidades rurales, también les sirve para mejorar sus ingresos económicos, y en consecuencia mejorar su calidad de vida (1). El Ministerio de la Producción, ya desde el año 2015 registró 90 996 toneladas de recursos hidrobiológicos, las especies seleccionadas preferentemente en términos productivos han sido la trucha, la concha de abanico, langostino y la tilapia, la trucha representó 41% de la cosecha total (2).

La actividad truchícola en la última década muestra una tendencia irregular, principalmente debido a la poca producción de alevines y los elevados costos respecto al alimento balanceado en el mercado local. Un dato importante es que la región Apurímac contribuyó aproximadamente en 0.39% a la producción anual de trucha, registrada a nivel nacional (3).

Según Kisner (4), entre los años 2013 y 2019, el consumo de una persona al año de pescado fresco, congelado, enlatado y mariscos, aumentó en el Perú, pasando de 14.6 kg por persona en el año 2013 a 17.4 kg en el año 2019. Otras especies importantes son el boquichico (0.8 kg de consumo / habitante) y la trucha (0.4 kg de consumo / habitante) (5).

La trucha arcoiris es considerada como la especie comercial acuática más importante que se produce en la región Apurímac, a consecuencia de haberse adaptado al ambiente ecológico existente (3), y es por esta razón, con el ánimo de conocer más, es que planteamos como objetivo, caracterizar estructuralmente las piscigranjas de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la provincia de Abancay.



RESUMEN

Considerando que el desarrollo de la producción truchícola ha tenido un comportamiento irregular en la región Apurímac, se desarrolló una investigación con el objetivo de caracterizar estructuralmente las piscigranjas de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la provincia de Abancay. En ese sentido con un cuestionario validado se acumuló datos de 35 piscigranjas distribuidas en los distritos de Abancay (13), Lambrama (08), Circa (07), Curahuasi (01), Chacoche (01), Pichirhua (02) y Huanipaca (03) formalmente reconocidas y determinadas vigentes por el Ministerio de la Producción. Se estimó para las variables cuantitativas estadísticos descriptivos, en tanto para las variables cualitativas la distribución de frecuencias, estadístico de Chi-cuadrado y coeficiente Alfa de Cronbach. Según el pH (8.0 ± 0.5), oxígeno disuelto (OD, 8.2 ± 1.5 ppm) y temperatura (T, 14 ± 1.9 °C), las piscigranjas fueron calificadas como adecuadas en un 80%, 97.1% y 68.6%, respectivamente. Además, respecto al total de truchicultores encuestados, 80% no pertenecen a una asociación y son varones, 25.7% tienen primaria incompleta, 74.3% tiene una edad entre 30 a 59 años, 62.9% de las granjas tienen acceso por caminos afirmados, 17.1% no disponen de energía eléctrica y 34.3% agua potable, 85.7% de crianzas usan agua de los ríos, 71.4% de criadores no usan registros de producción, 80% de propietarios trabajan en la piscigranja, 62.9% no reciben charlas o cursos de capacitación, 94.3% importan ovas de Estados Unidos, 54.3% no miden la densidad de truchas, 82.9% no monitorean la calidad del agua, 51.4% usan para limpiar sus pozas de crianza chorros de agua a alta presión, 91.4% registran la mortalidad en épocas de lluvia (meses de setiembre a mayo), 97.1% alimentan truchas con concentrado comercial, 82.9% de pozas son rectangulares y 85.7% de cemento. Las variables que se asocian al pH son métodos de limpieza ($P < 0.01$), meses de mortalidad ($P < 0.01$), retira truchas enfermas y muertas ($P < 0.01$), forma de la poza ($P < 0.05$), actividades que realiza ($P < 0.05$), motivo de producción ($P < 0.001$); con el oxígeno disuelto, grado de instrucción ($P < 0.05$), mide la densidad ($P < 0.01$); con la temperatura, el acceso a la granja ($P < 0.05$), procedencia de alevines ($P < 0.05$), presencia de enfermedades ($P < 0.05$), otras actividades ($P < 0.05$). Se concluyó que el pH se asocia en comparación al oxígeno disuelto y la temperatura, con una cantidad mayor de características estructurales de las piscigranjas.

Palabra clave: truchicultura, trucha arcorirs, Abancay, calidad del agua.



ABSTRACT

Considering that the development of trout production has had an irregular behavior in the Apurímac region, an investigation was carried out with the objective of structurally characterizing the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fish farms in the province of Abancay. In this sense, with a validated questionnaire, data was accumulated from 35 fish farms distributed in the districts of Abancay (14), Lambrama (08), Circa (07), Curahuasi (01), Chacoche (01), Pichirhua (02) and Huanipaca (03) formally recognized and determined in force by the Ministry of Production. Descriptive statistics were estimated for the quantitative variables, while for the qualitative variables the frequency distribution, Chi-square statistic and Cronbach's alpha coefficient. According to pH (8.0 ± 0.5), dissolved oxygen (DO, 8.2 ± 1.5 ppm) and temperature (T, 14 ± 1.9 °C), the fish farms were rated as adequate in 80%, 97.1% and 68.6%, respectively. In addition, with respect to the total number of trucker farmers surveyed, 80% do not belong to an association and are male, 25.7% have incomplete elementary school, 74.3% are between 30 and 59 years old, 62.9% of the farms have access by affirmed roads, 17.1% They do not have electricity and 34.3% drinkable water, 85.7% of the farmers use river water, 71.4% of the breeders do not use production records, 80% of the owners work in the fish farm, 62.9% do not receive talks or training courses, 94.3% import eggs from the United States, 54.3% do not measure trout density, 82.9% do not monitor water quality, 51.4% use high pressure water jet to clean their breeding ponds, 91.4% register mortality in times of rain (September to May), 97.1% feeds trout with commercial concentrate, 82.9% of pools are rectangular and 85.7% of cement. The variables associated with pH are cleaning methods ($P < 0.01$), mortality months ($P < 0.01$), remove sick and dead trout ($P < 0.01$), shape of the pool ($P < 0.05$), activities carried out ($P < 0.05$), reason for production ($P < 0.001$); with dissolved oxygen, degree of education ($P < 0.05$), measures density ($P < 0.01$); with temperature, access to the farm ($P < 0.05$), origin of fingerlings ($P < 0.05$), presence of diseases ($P < 0.05$), other activities ($P < 0.05$). It was concluded that pH is associated in comparison to dissolved oxygen and temperature, with a greater amount of structural characteristics of fish farms.

Keywords: *trout farming, Rainbow trout, Abancay, water quality.*



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

La región Apurímac, cuenta con un importante número de recursos hídricos entre ríos, riachuelos, lagunas y lagunillas distribuidos en diferentes pisos ecológicos, con climas que van desde cálido, semi-cálido, templado frío y frío; estas condiciones naturales son consideradas favorables para impulsar el desarrollo de la actividad acuícola, no obstante, su desarrollo ha sido lento, pero progresivo respecto a las regiones vecinas. Teniendo en cuenta que la superficie apta para la crianza de trucha en la región Apurímac es 780 has en fuentes lólicas (ríos, riachuelos y manantes) y fuentes lénticas (lagunas), al momento actual solo se viene utilizando 7.9% de esta capacidad hídrica, con un nivel productivo a menor escala (entre 2 y 50 ton/explotación/año) y en su gran mayoría de subsistencia (menos de 2 ton/explotación/año), debido a la práctica de una producción tradicional, contaminación en algunos cuerpos de agua, recursos económicos insuficientes, capacidades técnicas y estructurales inadecuadas, entre otros factores, como la falta de asistencia técnica personalizada a nivel de cada unidad productiva, que de realizarse contribuiría a que se realicen nuevas inversiones y se implementen tecnologías respecto a producir a mayor escala y mejor calidad, satisfaciendo de esta manera el mercado local, regional, nacional e internacional. La situación actual que afronta el sector obedece a que muchas piscigranjas no han podido consolidarse en el mercado interno, por su bajo nivel de producción menor a 3.5 toneladas, que las clasificaría como acuicultura de recursos limitados (AREL), sin posibilidad de llegar a ser clasificadas como acuicultura de micro y pequeña empresa (AMYPE), lo que significa que no pueden articularse de manera sostenida a la cadena productiva pesquera; de otra parte, las pocas piscigranjas que desarrollan la AMYPE no llegan a cubrir la demanda insatisfecha del mercado interno (3). Se observó que la mayor parte de truchicultores de la provincia de Abancay, producían trucha arcoíris en condiciones no muy favorables y poco competitivas, acorde a las exigencias de los mercados locales, regionales y nacionales, aún peor es el desconocimiento de las diferentes características productivas estructuradas de las piscigranjas que no permite que la autoridad regional pueda intervenir con programas de apoyo efectivo a los truchicultores abanquinos.



1.2 Enunciado del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuáles son las características estructurales de las piscigranjas de trucha arcoíris(*Oncorhynchus mykiss*) en la provincia de Abancay, Apurímac?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cómo son los aspectos generales, productivos, sanitarios, laborales, alimentarios y las instalaciones de las piscigranjas de trucha arcoíris en la provincia de Abancay?
- ¿Cuáles son las condiciones físico-químicas del agua (pH, oxígeno disuelto y temperatura del agua) en las piscigranjas de trucha arcoíris de la provincia de Abancay?
- ¿Qué características estructurales de las piscigranjas de trucha arcoíris en la provincia de Abancay están asociadas con los resultados de la evaluación de las condiciones físico-químicas del agua?

1.2.3 Justificación de la investigación

El cultivo de truchas tiene un rol importante en la disminución del hambre y desnutrición en todos los países en vías de desarrollo, ya que aporta a la alimentación humana un alto porcentaje de proteínas, ácidos grasos esenciales, vitaminas y minerales, comparado con otras especies, además de ser un factor productivo que afecta el desarrollo económico (aumento de ingresos económicos y empleos) (6). En el Perú durante el año 2019 se cosechó las siguientes especies acuícolas, trucha (31.5%), langostino (31.5%), concha de abanico (33.2%), tilapia (2.0%), otros (1.8%), es decir que las truchas serían una de las especies más demandadas(7). En la región Apurímac la actividad acuícola se ha venido desarrollando lentamente a pesar de contar con un gran potencial hídrico que según el inventario del Ministerio de la Producción (PRODUCE), consta de: 317 lagunas, 78



lagunillas, 119 ríos y 443 riachuelos, convirtiéndose en una de las principales alternativas de desarrollo, sin embargo, por el uso de sistemas de crianza inadecuados se tienen índices de rentabilidad poco alentadores (8). La región Apurímac está clasificada como un lugar de extrema pobreza, y es el cultivo de trucha arcoíris según estudios técnicos una buena opción económica (9). La acuicultura no compite con la actividad agropecuaria en el uso del agua, por el contrario, favorece a la agricultura, porque el agua que atraviesa un centro acuícola, sale fertilizada y cumple mejor su función en el riego de las plantas favoreciendo la productividad y producción agrícola (10).

Los resultados de la presente investigación permitirán conocer la situación actual de las piscigranjas de truchas en la provincia de Abancay en diferentes tópicos y de esta forma se pondrá contar con información que permita la formulación de proyectos y la implementación de estrategias regionales y locales, a favor de cientos de familias dedicadas a esta actividad productiva.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Caracterizar estructuralmente las piscigranjas de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la provincia de Abancay.

2.1.2 Objetivos específicos

- Describir los aspectos generales, productivos, sanitarios, laborales, alimentarios y las instalaciones de las piscigranjas de trucha arcoíris.
- Evaluar las condiciones físico-químicas del agua (pH, oxígeno disuelto y temperatura del agua) en las piscigranjas de trucha arcoíris.
- Determinar si los resultados de la evaluación de las condiciones físico-químicas del agua (adecuado e inadecuado) están asociadas a las características estructurales de las piscigranjas de trucha arcoíris.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

Las características estructurales de las piscigranjas de trucha arcoíris en la provincia de Abancay son deficientes.

2.2.2 Hipótesis específicas

- Son deficientes los aspectos generales, productivos, sanitarios, laborales, alimentarios y las instalaciones de las piscigranjas de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la provincia de Abancay, región Apurímac.



- Las condiciones físico-químicas del agua (pH, oxígeno disuelto y temperatura del agua) son malas en las piscigranjas de trucha arcoíris en la provincia de Abancay.
- Los resultados de la evaluación de las condiciones físico-químicas del agua están asociadas a las características estructurales de las piscigranjas de trucha arcoíris en la provincia de Abancay.

2.3 Operacionalización de variables

Se consideraron treinta y cuatro (34) variables cualitativas y doce (12) cuantitativas, distribuidas de la siguiente manera:

Características de las granjas acuícolas

Se consideraron treinta y uno (31) variables cualitativas y nueve (9) cuantitativas que se pueden observar en el Tabla 1 y 2.

Tabla 1. Variables cualitativas

Variables cualitativas	Indicador
1. Sexo (S)	1.1 Masculino 1.2 Femenino
2. Grado de instrucción (GI)	2.1 Sin instrucción 2.2 Primaria completa 2.3 Primaria incompleta 2.4 Secundaria completa 2.5 Secundaria incompleta 2.6 Superior técnico 2.7 Superior universitario
3. Acceso a la explotación (AE)	3.1 Camino de herradura 3.2 Camino afirmado 3.3 Carretera asfaltada
4. Servicio de energía eléctrica en la explotación (SEEE)	4.1 Red pública 4.2 Otros 4.3 No usa
5. Servicio de agua potable (SAP)	5.1 Si 5.2 No
6. Procedencia del agua utilizada para la crianza de truchas(PAUCT)	6.1 Rio 6.2 Acequia 6.3 Laguna 6.4 manantial 6.5 red pública 6.6 otros

(Continúa...)



Variables cualitativas	Indicador
7. Usa registros de producción (URP)	7.1 Si 7.2 No
8. Cuenta con colaboradores (CCC)	8.1 Si 8.2 No
9. Recibe charlas o cursos de capacitación (RCCC)	9.1 Si 9.2 No
10. Procedencia de las ovas y alevines (POA)	10.1 Estados Unidos 10.2 España 10.3 Chile 10.4 Lima 10.5 Otros
11. Determinación de la densidad de truchas por pozo en sistema productivo (DDTPSP)	11.1 Si 11.2 No
12. Monitorea la calidad del agua (MCA)	12.1 Si 12.2 No
13. Métodos que usa para la limpieza de la poza de cultivo (MULPC)	13.1 Desinfección 13.2 Lavado con chorros de agua a alta presión 13.3 Secado al sol 13.4 Otros
14. Meses de mayor mortalidad (MMM)	14.1 E F M A M J J A S O N D
15. Retira diariamente los animales muertos o con signos de enfermedad (RDMSE)	15.1 Si 15.2 No
16. Métodos que usa para la prevención de enfermedades en truchas (MUPET)	16.1 Vacunas 16.2 Probióticos y prebióticos 16.3 Obtención de alevines provenientes de ovas certificadas 16.4 Evita el movimiento de animales enfermos

(Continúa...)



Variables cualitativas	Indicador
17. Presenta alguna enfermedad (PE)	17.1 Si 17.2 No
18. Realiza tratamiento de enfermedades (RTE)	18.1 Si 18.2 No
19. Uso de tratamientos para las enfermedades de las truchas (UTET)	19.1 Baños de sal 19.2 Adición de antibióticos al alimento 19.3 Adición de vitaminas al alimento 19.4 Otros
20. Tipo de alimento que ofrece (TAO)	20.1 Concentrado comercial 20.2 Concentrado casero 20.3 Otros
21. Dónde conserva el alimento para las truchas (DCAT)	21.1 Almacén de material noble 21.2 Almacén de adobe 21.3 Almacén de otro material 21.4 Patio 21.5 Otros
22. Forma de la poza de cultivo (FPC)	22.1 Circular 22.2 Rectangular
23. Tipo de poza de cultivo (TPC)	23.1 Tierra y cemento 23.2 Estanque de tierra 23.3 Poza de tierra 23.4 Poza de piedra
24. Actividades que realiza con la trucha (ART)	24.1 Producción de alevinaje 24.2 Producción comercial 24.3 Autoconsumo
25. Motivo de producción de truchas (MPT)	25.1 Actividad principal 25.2 Actividad secundaria 25.3 Autoconsumo

(Continúa...)



Variables cualitativas	Indicador
26. Que otras actividades realiza (OAR)	26.1 Actividades agrícolas 26.2 Actividades ganaderas 26.3 Actividades comerciales 26.4 Actividades institucionales
27. Tamaño de compra del alevino (TCA)	27.1 Pequeño (0 - 2 cm) 27.2 Mediano (2 - 4 cm) 27.3 Grande (4 - 6 cm)
28. A quién o donde vende la trucha (VT)	28.1 En el mercado 28.2 Al acopiador 28.3 A quintas o restaurantes 28.5 Otros
29. Recibe apoyo de alguna institución pública o privada (RAAIPP)	29.1 Si 29.2 No
30. Recurre a préstamos para financiar su granja (RPFG)	30.1 Si 30.2 No
31. Valor agregado a la trucha (VAT)	31.1 Conservado 31.2 Ahumado 31.3 Deshidratado 31.4 Envasado al vacío

Tabla 2. Variables cuantitativas

Variables cuantitativas	Indicador
1. Edad del productor (EP)	Años
2. Distancia del núcleo urbano (DNU)	Km
3. Cada cuanto tiempo realiza el lavado de las pozas (CCTRLP)	Meses
4. Mortalidad de truchas por estadios (MTE)	%
5. Veces que alimenta a las truchas por día (FSAT)	Nº
6. Tiempo como productor de truchas (TPT)	Años
7. Tiempo que se dedica a la producción de truchas por día (TDPTD)	Horas
8. Peso de venta (PV)	G
9. Precio del kilo de trucha (PKT)	Soles



Evaluación de la condición físico-química del agua

Para evaluar la condición físico-química del agua se tomaron tres (3) variables cualitativas y tres (3) variables cuantitativas que se detalla en la Tabla 3 y 4.

Tabla 3. Variables cualitativas de la condición físico-química del agua

Variables cualitativas	Indicador
32. Temperatura (T)	32.1 Adecuado
	32.2 Inadecuado
33. Potencial de hidrogeniones (pH)	33.1 Adecuado
	33.2 Inadecuado
34. Oxígeno disuelto (OD)	34.1 Adecuado
	34.2 Inadecuado

Tabla 4. Variables cuantitativas de la condición físico-química del agua

Variables	Indicador
10. Temperatura (T)	°C
11. Potencial de hidrogeniones (pH)	0-14
12. Oxígeno disuelto (OD)	mg/L



CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

- a) En la provincia de Chincheros, Apurímac se realizó una investigación con la finalidad de “caracterizar la producción de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)”. Se encuestó al 85% de productores (n=21) entre noviembre y diciembre de 2017. El 85.7% fueron mayores de 40 años, donde el 42.9% había cursado la educación secundaria completa. Las dos actividades principales desarrolladas por los productores son la agricultura (38.0%) y crianza de truchas (33.3%). Más del 50% de piscigranjas producían sobre las tres toneladas de trucha al año. El 38.0% utilizaban pozas de tierra y cemento, siendo la principal fuente de agua los manantiales (85.7%). Alrededor de la mitad de los encuestados mencionaron que tenían servicios de agua potable y electricidad en su centro productivo. La mayor parte adquiría alevines como semilla (85.7%), que mayormente son criados durante 7 y 8 meses. Las mayores tasas de mortalidad se dan en la estación de verano (85%) y son causados por las variaciones en la temperatura y descenso del oxígeno. El 75% de los productores usa alimento balanceado y lo racionan tres veces al día. El peso de venta de los peces fue entre 200 a 250g, los cuales son vendidos fundamentalmente como trucha entera a un precio entre 15 y 25 soles por kilogramo (1 US\$=S/. 3.25) (11).
- b) En el lago Titicaca se analizó el problema de la crianza de trucha arco iris en piscifactorías, para lo cual se encuestó a 90 truchicultores con un cuestionario validado en febrero y marzo de 2017. Los resultados mostraron que tienen mayor representatividad los adultos (77.8%), del sexo masculino (66.7%) y con educación secundaria completa (69.5%). Las empresas de mediana edad (73.8%), criaban alevines de ovas importadas (93.2%) y no controlaban la calidad del agua (81.4%). Se usan jaulas artesanales (48.9%) cuyas mallas fueron confeccionadas por llave (79.8%), las cuales fueron limpiadas mediante anclaje y secado al sol (70.0%) por periodos de 10 a 15 días, según la estación del año. Los alimentos comerciales representaron el 85.6%. La mortalidad fue estacional, con mayor mortalidad en diciembre, enero y febrero. La mortalidad secundaria es ocasionada por bacterias (52.0%) y hongos (36.0%), que se tratan con baños de sal (62.5%) y se previenen mediante la adición de insumos a los alimentos (55.9%). Los tiempos de ayuno y cosecha estuvieron dentro del marco de las especificaciones. Los productores requieren ser capacitados (51.8%). Se concluyó que



muchas de las actividades no son técnicas, lo que podría afectar la productividad y mortalidad (12).

- c) Los factores que influyen la producción y calidad de alevinos de trucha en la región Puno, fue evaluado en dos laboratorios que se dedican a la producción de alevinos de trucha, el laboratorio A, estuvo ubicado en la comunidad de Camacani, y el laboratorio B, ubicado en Pomata. El objetivo fue determinar los parámetros fisicoquímicos, manejo productivo, infraestructura y equipamiento de los laboratorios, el mismo que abarcó desde la etapa de preincubación – ciclo inicial de la trucha –. Los parámetros fisicoquímicos medidos para el laboratorio A “Camacani” fueron: pH = 7.79, oxígeno disuelto = 5.82 mg/l, y temperatura = 10.94°C; mientras que el laboratorio B “Pomata” presentó: pH = 6.79, oxígeno disuelto = 6.17 mg/l, y temperatura = 10.34°C. En el manejo productivo; el laboratorio A es inadecuado debido que presentó una mortalidad del 2%, el laboratorio B, tiene un mejor manejo productivo ya que su mortalidad no superó el 0.5%. En el laboratorio A, el caudal fue de 1lt x seg., lo que permitió usar 3 artesas (dobles), en el laboratorio B, el caudal fue 1.2 lt x seg. con 2 artesas (dobles); los factores que influyen en la producción y calidad de alevinos de trucha en la región Puno son los parámetros fisicoquímicos, luego el manejo productivo que realizan, la infraestructura y equipamiento con los que cuentan los centros de producción; se concluyó que el laboratorio B, registra mejores factores productivos en consecuencia mejor calidad de alevinos de trucha (13).
- d) Se estudiaron las piscigranjas en los condados de Kiambu y Machakos, Kenia; donde se identificaron y se sugirieron recomendaciones para aumentar la producción del pescado. Los datos se obtuvieron a través de una encuesta, cuestionarios y observaciones personales entre septiembre y octubre de 2011. Los resultados mostraron que la mayoría de los agricultores de pescado en los condados Kiambu y Machakos eran hombres (80%, 74%, respectivamente). El 23.8% y 16% de los agricultores de pescado en Kiambu y Machakos, respectivamente, no terminan la educación primaria. El 25.2% y 45.3% de los agricultores de Kiambu y Machakos respectivamente, habían. La situación laboral de los acuicultores mostró que la mayoría de los encuestados (79.3% y 54% respectivamente) eran trabajadores independientes en agricultura. La piscicultura fue practicada por una proporción relativamente grande de granjeros menores de 50 años, 61.7 % en Kiambu y 69.4% en Machakos. El tipo más común de sitio de crianza fue el estanque en la tierra, donde Kiambu tenía el 74.2% y Machakos, 42.7%. Machakos tuvo el mayor número de estanques de revestimiento (56%) frente a Kiambu (25%). El



monocultivo fue el método de cultivo más predominante y los peces se almacenaban principalmente en estanques hechos en el suelo. Los agricultores usaron alimentos comerciales completos o formulados para alimentar peces (14).

- e) Se estudió el impacto de la piscicultura en la seguridad alimentaria y los medios de vida de los hogares acuícolas y no acuícolas en el condado de Siaya. El objetivo del estudio fue determinar las características socioeconómicas de los acuicultores y sus prácticas de piscicultura. Los hallazgos fueron; la piscicultura en el área de estudio es económicamente gratificante y rentable. La mayoría de los agricultores de peces fueron varones (71.9%) mientras que las mujeres representaron el 28.1%. El grupo etario de 20 años representó el 11.5%; de 21-30 años, 15.6%; de 31-40 años, 24.5%; de 41-50, 28.1%; mientras 20.3% eran mayores de 50 años. Según el estado civil, los agricultores de pescado estaban casados (79.4%); solos (6.3%); viudos (12.2%) y separados (2.1%). El 61.7% de los productores de pescado tenían educación primaria, educación secundaria el 26.0%, y estudios superiores el 12.3%. La mayoría (66.1%) de los encuestados habían estado practicando la piscicultura entre 1-5 años, menos de un año el 23.4%, entre 6 a 10 años el 5.7% y más de 10 años el 4.7%. El 75.8% de los que practicaban la piscicultura fueron campesinos, 15.5% negocios, 0.5% funcionarios públicos y 7.8% se dedicaban a otras ocupaciones. El 34.1% vendían pescado en la granja, 47.3% en el mercado local, y 18.5% en la granja y mercado local. El 13% de los encuestados recibieron créditos, mientras que la mayoría (87.0%) no obtuvo ningún préstamo. La mayoría (82.3%) de los encuestados tenían menos de 5 estanques, 10.8% 6 a 10 estanques, 16.4% 11 a 15 estanques, mientras que sólo 0.6% más de 15 estanques. Se concluyó que el gobierno debe alentar la crianza para aumentar la cantidad de pescado disponible para el consumo, los agricultores deben organizarse formando cooperativas para producir dentro de una economía de escala en la compra de insumos y venta de sus peces (15).



3.2 Marco teórico

3.2.1 Acuicultura nacional

La trucha arcoíris es la primera especie acuícola que se desarrolló en el Perú, todo comenzó desde 1928 importando 50 000 ovas embrionadas procedentes de EE.UU. con destino a un criadero particular en la Oroya, lo que sirvió para poblar con este pez las aguas andinas, desde entonces la crianza de truchas se fue transformando en una principal actividad comercial en el Perú (16).

La producción de truchas en Perú viene incrementándose rápidamente. Los factores climatológicos en las zonas alto andinas y la existencia de agua adecuada para la crianza de trucha han hecho posible este crecimiento. La trucha es un animal de gran adaptación a las zonas alto andinas y es por esta razón que ha incrementado su crianza a nivel comercial en toda la sierra peruana, especialmente en las regiones de Puno y Junín, su comercialización se realiza tanto en el mercado nacional e internacional, lo que en cierta forma refleja la calidad del producto (17).

3.2.2 Acuicultura regional

La región Apurímac presenta en diferentes pisos ecológicos, muchos ríos, riachuelos, lagunas y lagunillas, con un clima cálido a semi-cálido y templado frío a frío; estas posibilidades naturales son ventajosas para alentar emprendimientos en la actividad acuícola, sin embargo, en los lustros anteriores, el crecimiento ha sido lento pero progresivo respecto a otras regiones aledañas; si bien es cierto que el mayor número de sus recursos hídricos tanto lénticos (lagunas) como lóticos (ríos) poseen inmejorables aptitudes piscícolas, considerados como un excelente hábitat de especies nativas e inclusive para las especies exóticas introducidas, estas no han recibido por parte del gobierno peruano o alguna institución privada, una adecuada atención para su preservación y desarrollo, capaz de convertirlas en el plazo más breve en una verdadera alternativa alimentaria, generadora de trabajo productivo, que alivie la desnutrición, pobreza y pobreza extrema. Es necesario, por lo tanto, transformar esta actividad artesanal, marginal, complementaria y de autoconsumo, que da empleo a mucha gente, en una actividad competitiva en términos tecnológicos y de mercado (3).



La especie que más expectativa provoca en la región Apurímac es la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), por ser su manejo zootécnico más fácil, no requerir un alimento específico, medios determinados, caudales exigentes y espacios mínimos, etc. El río Apurímac se caracteriza por presentar especies de trucha de aproximadamente 25 cm de largo (18).

El número de piscigranjas dedicadas a la actividad truchícola en provincias de la región Apurímac se distribuyen de la siguiente forma: Andahuaylas (50), Chincheros (48), Abancay (35), Aymaraes (28), Cotabambas (22), Grau (10) y Antabamba (5), están reconocidas y vigentes hasta el año 2019 (5).

3.2.3 Generalidades de la trucha arcoíris

3.2.3.1 Reseña histórica

La trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) es un animal nativo de las cuencas que desembocan en el Pacífico en América del Norte y desde 1874 se ha introducido en todos los continentes del mundo excepto en la Antártida, con fines recreativos (pesca deportiva) y cultivo. Al haberse desarrollado los alimentos granulados, la producción de trucha se elevó en la década de 1950 en las cuencas de las tierras altas de muchos países tropicales y subtropicales de Asia, África Oriental y América del Sur (19).

En el Perú esta especie se explota desde mediados de la década de 1920 importando ovas embrionadas procedentes de Estados Unidos, e instalando un criadero a orillas del río Tishgo, en La Oroya – Junín, distribuyéndose posteriormente a los ríos y lagunas de Junín y Pasco (20).

3.2.3.2 Características generales

La trucha se caracteriza por tener un cuerpo cubierto de escamas finas y forma de huso, ligeramente aplanado en los lados. Tiene una banda lateral iridiscente que se vuelve más atractiva durante la temporada de cría. El nombre de la trucha arco iris se debe a la presencia de una franja de color de varios matices, con una franja rojiza predominando en la línea lateral a ambos lados del dorso (21).



3.2.3.3 Características biológicas

La trucha es una especie carnívora y se alimenta naturalmente de animales acuáticos vivos como peces pequeños, larvas de insectos, moluscos, crustáceos, gusanos y renacuajos. La fisiología digestiva de este pez está preparada para el uso de proteínas animales, pero está limitada para digerir y disfrutar una variedad de productos vegetales. La trucha arcoíris es una especie ovípara cuya fecundación es externa, para su reproducción requiere el logro de la madurez sexual, que alcanza alrededor de los 2 años de edad en las hembras y 1 o 1 año y medio en los machos. Las tallas promedio en las que las truchas comienzan a poner huevos son variables, generalmente desde 30 cm en hembras y 25 cm en machos, esto no es algo definitivo, pues la madurez es afectada por muchos factores ambientales, la reproducción de la trucha comienza aproximadamente en los meses de abril y dura hasta septiembre, ya que los meses de junio y julio son los de mayor actividad reproductiva, cabe señalar que los períodos reproductivos son anuales (21).

3.2.3.4 Clasificación taxonómica

“Phylum: Chordata; Subphylum: Vertebrata; Superclase: Pisces; Clase: Osteichthyes; Subclase: Actinopterygii; Orden: Salmoniformes; Familia: Salmonidae; Género: *Oncorhynchus*; Especie: *mykiss*; Nombre científico: *Oncorhynchus mykiss*; Nombre Común: Trucha arcoíris” (22).

3.2.4 Proceso de desarrollo de la trucha comercial

El desarrollo de la trucha a nivel comercial en la mayoría de las explotaciones es más corta dado que no realizan la incubación de huevos de trucha y comienzan a criar de inmediato, tanto en ambientes convencionales como no convencionales. Las truchas tienen etapas de desarrollo bien desarrolladas, estas son las siguientes: juveniles, juveniles adultos y animales reproductores, cada una de estas etapas está bien definida y diferenciada, siendo los factores determinantes: el tipo de alimento y la carga de biomasa del ambiente de crianza expresado en kg / m² o kg / m³. Las necesidades nutricionales de la trucha varían en cada fase de crianza, lo que es inversamente proporcional al tamaño / peso de la trucha respecto al requerimiento de proteínas (alevinos requieren 45% de proteína y los adultos solo 38%) (17).



3.2.4.1 Tiempo de desarrollo de la trucha comercial de 250 g

Según PRODUCE (17), clasifica los tiempos de crianza de trucha o el ciclo de la trucha comercial de la siguiente manera:

- a) **Fertilización de los huevos:** este paso es muy rápido y tarda alrededor de 60 segundos (tiempo de vida del espermatozoide en contacto con el agua).
- b) **Huevo fecundado:** inicia desde la incubación hasta que aparecen los ojos, que marca el inicio de la etapa de ova embrionaria, habiendo transcurrido un tiempo que fluctúa de 15 a 17 días.
- c) **Eclosión de la ova:** en esta fase la ova embrionada termina su desarrollo de embrión y eclosiona para transformarse en una larva de trucha, que se caracteriza por la presencia del saco vitelino que sirve de alimento a la larva, el tiempo transcurrido varía de 10 a 14 días dependiendo de la temperatura del agua.
- d) **Larva de trucha:** en esta fase disminuye la mortalidad, observándose la reabsorción del saco vitelino se logra entre los 17 a 22 días, característico de la trucha.
- e) **Alevinos de trucha:** comienza desde la reabsorción del saco vitelino (100%), y se caracteriza por que el alevino se adapta a la alimentación artificial, tiene un periodo de desarrollo del primer al tercer mes.
- f) **Juveniles de trucha:** en esta etapa los niveles de mortalidad son mínimos, fluctúa del cuarto al séptimo mes.
- g) **Pre - adultos:** la trucha en esta etapa se caracteriza porque ya tiene definidas sus características fenotípicas y la mortalidad es muy baja, oscila del octavo al décimo mes, hasta llegar a los 250 g. Cuando se cría intensivamente trucha, el principal objetivo de los productores es lograr truchas comerciales de 250 g (4 truchas/kg) en el menor tiempo posible y solo esto se puede cuando se realiza un manejo y control de los factores de crianza eficientemente. Está demostrado que las truchas mejoradas genéticamente (de ovas importadas) logran mejores resultados que las truchas nacionales.



3.2.5 Tipos de cultivo

3.2.5.1 Según el sistema de producción

Los tipos de sistemas conocidos son el extensivo, semi-intensivo e intensivo. En el extensivo, los alevines se crían libremente en lagunas u otros cuerpos de agua, donde finalmente son capturados. Este sistema, se define por su baja productividad (35 a 100 kg / ha / año), problemas para estandarizar el producto final y dependencia de los recursos naturales. Se practica este tipo de crianza por asociaciones comunitarias y empresas, ubicadas en lugares remotos. El sistema semi-intensivo se define por el uso de "jaulas flotantes", por ser baratas y fáciles de transportar. Las densidades gestionadas en estas jaulas oscilan entre 5 y 15 kg / m³, siempre en función de la calidad del agua. Por último, el sistema de cría intensiva, se caracteriza por utilizar técnicas especiales de cría adaptadas a las condiciones locales. Mayormente se practica en estanques de hormigón o jaulas flotantes, en las que se alcanzan densidades de cría de 20 o 14 kg / m³ respectivamente (23).

3.2.5.2 Según el nivel de producción

Se establece de acuerdo a la Ley General de Acuicultura del Perú DL 1195 publicada el 30 de agosto de 2015, donde se considera lo siguiente:

a) Acuicultura de recursos limitados (AREL)

Las actividades son de tipo extensivo, realizadas por personas naturales, donde la producción sirve solo para abastecer la canasta básica familiar, autoconsumo y autoempleo. La AREL generalmente no llega a producir más de 3.5 Tm anuales.

b) Acuicultura de micro y pequeña empresa (AMYPE)

Se desarrolla actividades a nivel extensivo, semi-intensivo e intensivo, con una finalidad comercial establecida por personas naturales o jurídicas. La producción anual no llega a las 150 toneladas. Se consideran centros de producción de semillas, cultivo de peces ornamentales, independientemente de su producción. Las áreas protegidas están incluidas en esta categoría.



c) Acuicultura de mediana y gran empresa (AMYGE)

Es realizada a nivel semi-intensivo e intensivo, tiene una finalidad comercial y es conducida por personas naturales o jurídicas. La producción anual supera las 150 toneladas.

3.2.5.3 Según el tipo de ambiente

a) Estanque de concreto

Los estanques dentro de la unidad productiva, se distribuyen en forma ordenada; las baterías que se forman en diferentes dimensiones acorde al tamaño de la trucha (alevinaje, juveniles y engorde), facilitan sobremanera el adecuado desarrollo del trabajo operativo, y asimismo, hace posible que se aproveche eficientemente los ambientes de crianza, contribuyendo de esta forma a un buen manejo técnico (24).

b) Estanques de mampostería de piedra

Los ambientes para la crianza de truchas se construyen aprovechando el material de la zona, como los fragmentos de roca pulidos y sueltos que se encuentran en las orillas de los ríos entre otros, se prefiere los que se encuentran a cortas distancias de la unidad productiva, el material que se usa durante el proceso constructivo es en reemplazo de la mezcla de concreto (arena y cemento) al momento del encofrado, lo que ayuda ahorrar y disminuir los gastos económicos en la construcción de los estanques de mampostería de piedra, estimándose que puede representar un 60% del costo de un estanque de concreto (24).

c) Estanques de tierra

Este tipo de estanques de crianza son poco utilizados, debido a que en los mismos muy frecuentemente existen presencia de sólidos en suspensión en el agua, lo que obstaculiza de cierta manera el desarrollo de las truchas, y también se debe de considerar que dependiendo del tipo de suelo donde se construyen los estanques, estos pueden presentar grados de filtración, motivo por el cual, en ciertas partes de la sierra central, se emplea en la construcción de los estanques de tierra una capa de arcilla, componente que tiene partículas muy pequeñas y superficie lisa, este



material se caracteriza por su plasticidad y su comportamiento como un coloide, generando buenos resultados en la impermeabilización. Los estanques de tierra son de bajos costos, presenta dificultades en el manejo y durante la limpieza, recomendando realizar el encalado general del estanque en forma permanente cada cierto periodo, asimismo, se presenta la proliferación de vegetación a lo largo del perímetro del estanque, situación que puede generar focos de contaminación en algunos casos (24).

3.2.6 Alimentación en la producción de truchas

La alimentación con alimento comercial de truchas equivale aproximadamente entre 60% y 67% de los costos de producción, por la elevada concentración de proteína de origen animal (harina de pescado) en su formulación, que determina su asimilación en un 100%. Los criadores peruanos la prefieren y la elevada demanda ocasionó un crecimiento empresarial enorme en la producción de alimentos balanceados entre algunas empresas podemos mencionar, ALICORP S.A., TOMASINO, PURINA, NATECH S.A. entre otros (17).

Tabla 5. Requerimientos nutricionales de la trucha arcoíris (25).

Nutrientes	Alevines/Crías	Juveniles	Adultos	Reproductores
Proteínas (%)	45 – 50	40 – 45	35 – 40	40
Carbohidratos (%)		9 – 12		
Lípidos (%)	12 – 16	10 – 16	10 – 16	
Minerales (%)		Fosforo 0.45 – 0.8; Magnesio 0.05 – 0.07		
Ppm		Zinc 15 – 30; Manganeso 2.4 – 13; Cobre 3 – 5; Cobalto 0.1; Selenio 0.25		

3.2.7 Evaluación del recurso hídrico

3.2.7.1 Cantidad de agua

El agua es importantísima para un criadero de truchas, su volumen es determinante para estimar los requerimientos de infraestructura y proyectar una posible expansión en el futuro, en este sentido, se toma en cuenta el



caudal máximo de agua, más en la época seca. Es necesario un flujo constante de agua para llenar los estanques de la unidad de producción, lo que nos permite tener una producción sostenible durante todo el año. Se precisa por tanto estimar las renovaciones de agua por hora, que a la vez ayudarán a estimar la biomasa producida. Este sistema agrícola maneja cargas agrícolas superiores a las utilizadas en jaulas flotantes (24).

3.2.7.2 Calidad de agua

La calidad y cantidad del agua determina el éxito o fracaso de la actividad. La calidad del agua depende de los factores fisicoquímicos, que la convierten en favorable o desfavorable desde el punto de vista técnico - económico dado que influye en el crecimiento de la trucha (24).

La calidad del agua se define como el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre esta calidad del agua y las necesidades del usuario. También la calidad del agua se puede definir por sus contenidos de sólidos y gases, ya sea que estén presentes en suspensión o en solución (26).

El problema de la calidad de agua es tan importante como aquellos relativos a la escasez de la misma, sin embargo, se le ha brindado menos atención. El término calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos como, el uso doméstico, riego, recreación e industria. La calidad del agua está determinada por parámetros fisicoquímicos con unos límites de concentración asociados. Éste enfoque está dentro de las directivas europeas aprobadas en los años 70 con el objetivo de garantizar una calidad de agua óptima para satisfacer cada uno de los usos, como el consumo humano, riego, producción acuícola, etc. (27).

3.2.7.3 Importancia de la calidad del agua

Aunque el recurso hídrico sea constante, la calidad de la misma va disminuyendo rápidamente, como consecuencia de la contaminación de las fuentes de agua, lo cual genera el estrés hídrico. En la región Centroamericana, la magnitud del problema de la contaminación es alarmante ya que a estas alturas es imposible solucionar el problema mediante la dilución por efecto del aumento del caudal (28).



3.2.7.4 Indicadores físicos y químicos del agua

Es relevante calcular los parámetros químicos influenciados por los agroquímicos, metales pesados y desechos tóxicos. Lo más frecuente es observar que las aguas subterráneas se contaminen respecto a las aguas superficiales. Los contaminantes como los nitritos son más persistentes y menos móviles en las aguas subterráneas y estos se dan en los asentamientos urbanos o actividades agrícolas vecinas (29).

a) pH

La acidez o basicidad del agua, debe tomarse en cuenta porque actúa como regulador del metabolismo. Tal es así, que ambientes acuáticos con pH ligeramente alcalino son ideales para el cultivo de truchas, es recomendable un pH entre 7.0 y 8.0, si supera a 9.0 o si es inferior a 6.0 se considera que no son aptas para el cultivo de truchas. El efecto de un bajo pH se refleja en las hemorragias branquiales y una alta mortalidad (24), además de inducir a los peces entrar en un estado de estrés (30).

El pH 6.0 a 8.5 es recomendable en animales jóvenes y maduros, y de 6.5 a 8.0 cuando son embriones y alevines (31).

Uno de los factores que hace que el pH aumente es la presencia de algas en el agua, esto es debido al aumento de CO₂ producido en las noches durante la fotosíntesis, más cuando existen nutrientes (nitrógeno y fósforo) en las presas o pequeñas lagunas. Este aumento del pH hace que los peces se estresen (30).

b) Oxígeno disuelto

La demanda de oxígeno disuelto en agua en el cultivo de trucha arcoíris es grande. Se estima que las truchas deben tener niveles mínimos de oxígeno de 5 a 5.5 mg / l (miligramos / litro) en todo momento, mientras que las ovasy los alevines son más exigentes, requiriendo 6 a 7 mg / l. Si la disponibilidadde oxígeno es muy baja las truchas tienen dificultades para extraerlo del agua y transportarlo a través de sus branquias. Los factores físicos, químicos y biológicos son los que influyen en la cantidad de oxígeno presente en el agua, siendo la temperatura uno de los factores



más importantes, ya que cuando más alta es, menos oxígeno se disuelve en el agua y mayor es la necesidad. Lo mencionado debe tomarse en cuenta con más énfasis en la época seca, ya que la temperatura ambiente aumenta y la disponibilidad de agua se reduce, esto hará que el oxígeno sea insuficiente y serán necesarias medidas en este sentido para reducir la carga en los estanques, en estos casos normalmente se deben suministrar cantidades adicionales de agua, oxigenando el agua mediante bombas de aire, y colocando una malla de sombra sobre los estanques para reducir la incidencia de la luz solar en el agua, evitando que la temperatura suba bruscamente (32).

c) Temperatura

La mayor parte de los animales, así como la trucha arco iris, no tienen la capacidad propia para regular su propia temperatura corporal, y eso depende enteramente del medio acuático en el que vive. La temperatura del agua, afecta en los aspectos reproductivos de la trucha, la tasa de crecimiento de alevines y adultos, y la actividad metabólica. Si consideramos que la temperatura del agua influye en la concentración de oxígeno disuelto en ella, la concentración de productos metabólicos (amoníaco), así como el tiempo y grado de descomposición de los materiales depositados en el fondo de los estanques, es un factor determinante de la producción de truchas que se debe considerar. La trucha puede vivir en condiciones acuáticas con temperaturas entre 0°C y 25°C; sin embargo, si bien este rango es grande, a partir de temperaturas superiores a 21°C las concentraciones de oxígeno en el agua son muy bajas, por lo que no sería un ambiente adecuado para su uso en el cultivo de truchas (32).

3.3 Marco conceptual

- a) **Calidad del agua:** La calidad del agua está asociada a diferentes factores o parámetros, que garantizan su uso en diferentes finalidades. Poder establecer la calidad del agua es complejo y solo tiene importancia, cuando está ligado a proyectos que posibiliten un ingreso económico respetando la salud humana. Tal es así, que el agua considerada limpia y útil para la producción de peces puede no ser adecuada para la natación y un agua útil para el consumo humano puede no



ser adecuada para la industria acuícola (33).

- b) **Acuicultura:** “Cultivo de organismos acuáticos en áreas continentales o costeras, que implica por un lado la intervención en el proceso de crianza para mejorar la producción y por el otro lado la propiedad individual o empresarial del stock cultivado” (34).
- c) **Trucha fresca:** Es la trucha que sanitariamente ha sido declarada apta para ser utilizada en la alimentación humana, normalmente se la encuentra enfriada o refrigerada a una temperatura no menor a menos un grado centígrado ($-1\text{ }^{\circ}\text{C}$) (34).
- d) **Calidad:** Cuando hablamos de calidad nos hace presuponer llegar a un estándar preconcebido. Se ha definido calidad como un conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie (35).



CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

La investigación fue del tipo denominado **observacional**, ya que no se manipula ninguna variable en estudio, **prospectivo**, ya que los datos fueron recabados durante la investigación, **transversal**, porque se registró los datos solamente una vez en cada piscigranja y **analítico**, dado que se relacionó las variables.

4.2 Diseño de la investigación

La investigación se encuadra en tres etapas, recogida de datos de 35 piscigranjas, elaboración de una base de datos, análisis estadístico e interpretación. Es de naturaleza cuantitativa con el enfoque diagnóstico.

4.3 Población y muestra

Se tomó en cuenta el universo, es decir 35 piscigranjas establecidas en la provincia de Abancay, formalmente reconocidas y determinadas vigentes por el Ministerio de la Producción (Ficha 2, anexos).

La provincia de Abancay se encuentra ubicada al sureste del Perú, a $13^{\circ} 37' 48''$ S, $72^{\circ} 52' 48''$ W, situada a 2377 msnm en la vertiente oriental de la Andes, capital de la región Apurímac, con una superficie de 3447.13 km² que representa el 16.50% del área total de la región, su capital es el distrito del mismo nombre. Limita por el norte con las provincias de La Convención y Anta de la región Cusco, por el sur con las provincias de Antabamba, Aymaraes y Grau, por el este con las provincias de Cotabambas y Grau y por el oeste con las provincias de Andahuaylas y Aymaraes (36).



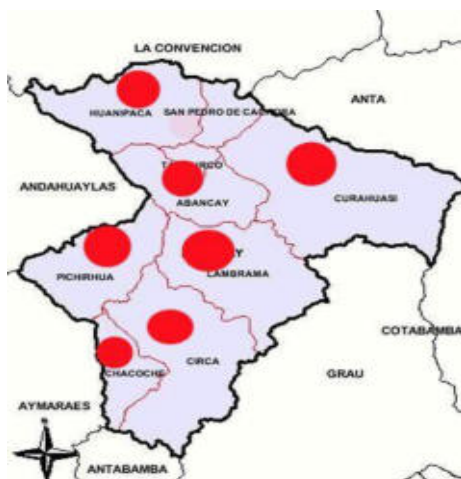


Figura 1. Localización del área de estudio

4.4 Procedimiento

- Se coordinó con la Dirección Regional de la Producción de la región Apurímac, para poder obtener la lista de piscigranjas reconocidas y vigentes en la provincia de Abancay (Ficha 2, anexos).
- Se elaboró un cuestionario para la caracterización estructural de las piscigranjas en la provincia de Abancay (Ficha 1, anexos), el cual fue evaluado mediante una prueba piloto realizada a 5 productores con el objetivo de determinar la idoneidad y tiempo de aplicación del cuestionario.
- Se preparó el equipo y material necesario para cumplir los objetivos trazados en la investigación.
- Se elaboró un croquis para ubicar las piscigranjas y determinar la mejor forma de acceso a las mismas, a pie o en moto.
- Una vez terminados los preparativos se obtuvo los datos necesarios visitando las piscigranjas y encuestando a sus propietarios (la encuesta y obtención de datos de los parámetros físico químicos del agua T°, OD, pH se realizó entre los meses de marzo a octubre del 2020).

4.5 Técnica e instrumentos

4.5.1 Obtención de información del productor

La recolección de datos se hizo mediante la aplicación de un cuestionario *in situ* (Ficha 1, anexos) a los propietarios de las 35 piscigranjas. El cuestionario se elaboró

tomando en cuenta las recomendaciones propuestas por Montesinos (2018). Se estructuró en 8 apartados y 43 ítems con sus respectivas subpreguntas abiertas y/o cerradas de la siguiente manera: 1. Información básica (3); 2. Características de la explotación (5); 3. Manejo productivo de la trucha (6); 4. Sanidad (9) 5. Alimentación (3); 6. Instalaciones (2); 7. Aspectos laborales (12); 8. Condición físico-química del agua (6). Se utilizó las categorías etarias establecidas por el INEI (37): jóvenes (18 – 29 años), adultos (30 – 59 años) y adultos mayores (60 y más años).

4.5.2 Evaluación de la condición físico-química del agua

La evaluación del agua se realizó por piscigranja tomando en cuenta el número de pozas y estadio de la trucha. Para determinar el pH, oxígeno disuelto (OD) y temperatura (°C), se utilizó un equipo multiparámetro portátil marca HANNA calibrado. Se lavó la sonda multisensor antes de cada uso con agua destilada. El sensor fue introducido en el agua de la poza de cultivo, para lograr que se transmita las lecturas digitalmente al medidor logrando su estabilización a los 30 segundos aproximadamente. Se registró los datos de pH, temperatura (°C) y OD (mg/l), tabulándolos en un formulario elaborado en el programa informático Excel. Finalmente se realizó una evaluación general para determinar si la condición del agua de la poza era adecuada (dentro de los parámetros) o inadecuada (fuera de los parámetros), de acuerdo a lo establecido por la FAO (38).

Tabla 6. Parámetros óptimos de oxígeno, temperatura y pH (38)

Parámetro	Rango	Óptimo
Oxígeno (ppm)	7.5 a 12	8.5
Temperatura (°C)	13 a 18	15
pH	6.5 a 8.5	7

4.5.3 Evaluación de la mortalidad

Para la estimación de la mortalidad se realizó mediante la fórmula propuesta por Chanco (39):

$$\% \text{ de Mortalidad} = \frac{N^{\circ} \text{ total de truchas muertos}}{N^{\circ} \text{ inicial de truchas}} \times 100$$



4.6 Análisis estadístico

Los datos acopiados durante la encuesta fueron acumulados, verificados e ingresados debidamente en una base de datos mediante el programa computacional EXCEL®. El análisis estadístico para las variables cuantitativas consistió en calcular estadísticos descriptivos (promedio, desviación estándar), en tanto para las variables cualitativas se obtuvieron la distribución de frecuencias (40). Se utilizó el programa estadístico SPSS v. 26.

Análisis de correspondencia múltiple (ACM)

Inicialmente se determinó si existía asociación estadística entre la condición físico-química del agua (adecuada – inadecuada) y las siguientes 34 variables estructurales cualitativas: sexo, grado de instrucción, acceso a la explotación, servicio de energía eléctrica en la explotación, servicio de agua potable, procedencia del agua utilizada para la crianza de truchas, usa registros de producción, recibe charlas o cursos de capacitación, procedencia de las ovas y alevines, determinación de la densidad de truchas por pozo en su sistema productivo, determinación de algunos parámetros del agua, métodos que usa para la limpieza de la poza de cultivo, meses de mayor mortalidad, retira diariamente los animales muertos o con signos de enfermedad, métodos que usa para la prevención de enfermedades en truchas, enfermedades que se presentan mayormente, realiza tratamiento de enfermedades, uso de tratamientos para las enfermedades de las truchas, tipo de alimento que ofrece, donde conserva el alimento para las truchas, forma de la poza de cultivo, tipo de poza de cultivo, actividades que realiza con la trucha, motivo de producción de truchas, a quién o donde vende la trucha, recibe apoyo de alguna institución pública o privada, recurre a préstamos para financiar su granja, valor agregado a la trucha, temperatura, potencial de hidrogeniones y oxígeno disuelto. El estadístico para determinar la asociación fue el de Chi-cuadrado (χ^2) cuya fórmula es la que sigue:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \text{ con } (I - 1)(J - 1) \text{ grados de libertad}$$

$$E_{ij} = \frac{O_i \cdot O_j}{O_{..}}$$

Donde O_{ij} es el valor observado en la celda ij . Sea O_i la suma de los valores observados en el renglón i , sea O_j la suma de los valores observados en la columna j , y sea $O_{..}$ la suma



de los valores observados en todas las celdas. Se denota E_{ij} el valor esperado que es igual a la proporción de ensayos cuyo resultado está en la columna j , multiplicado por el O_i de ensayos en el renglón i (41).

Posteriormente al análisis, las variables cualitativas que se asociaron a la categoría adecuada o inadecuada respecto a la condición físico-química del agua fueron seleccionadas y sometidas al análisis de correspondencia múltiple (ACM), determinando de esta forma sus relaciones de dependencia y describiendo sus proximidades, lo que al final fue útil para la interpretación. El estadístico que nos permitió saber la idoneidad del modelo fue el Alfa de Cronbach (42). Se considera un valor óptimo (consistencia interna alta) si se encuentra este valor entre 0.70 y 0.90, ya que el coeficiente oscila entre -1 y +1. Valores inferiores a 0.70 indican una baja consistencia interna y los superiores a 0.90 sugieren que la escala tiene varias variables (“ítems”) que miden exactamente lo mismo o que está compuesta por más de veinte variables (43). La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n S_i^2}{S_x^2} \right)$$

Donde n es el número de variables, S_i^2 es la varianza de la variable X_i , y S_x^2 es la varianza de los valores resultantes de la sumatoria de cada variable X_i .



CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

5.1.1 Aspectos generales, productivos, sanitarios, laborales, alimentarios y las instalaciones de las piscigranjas de trucha arcoíris

En la Tabla 7 se puede observar que el 80% de truchicultores encuestados en el distrito de Abancay, Apurímac, no pertenecen a una asociación y son varones. La falta de asociaciones pone al descubierto la débil organización y desventaja cuando se precisa créditos bancarios y apoyo por parte de las organizaciones del Estado. Es preocupante observar también que el nivel educativo de los titulares de las explotaciones truchícolas es bajo, al respecto tan solo el 17.1% tienen estudios a nivel superior técnico y universitario, esto provocaría que los avances tecnológicos que ocurren en el sector acuícola sean lentamente implementados y que las capacitaciones ofertadas por entidades públicas y privadas no tengan un gran impacto. La edad de los productores considerado un factor muy importante en el relevo generacional por el momento predominantemente estaría en un intervalo de 30 a 59 años (74.3%) lo que se podría asumir como aceptable. Cuando se trata de la comercialización de la producción un punto importante a tomar en cuenta es el acceso a la granja, para el caso de la provincia de Abancay aún persisten los caminos de herradura (25.7%) que dificulta el normal tránsito de los vehículos de transporte e incrementa los costos. Otros factores de la producción que determinan la competitividad de las empresas son los servicios básicos como la energía eléctrica y el agua potable, no disponibles en las granjas encuestadas en un 17.1% y 34.3%, respectivamente. Las granjas consiguen el agua para el uso en las crianzas preferentemente de los ríos (85.7%) esto nos hace reflexionar sobre el efecto que podría tener la contaminación por parte de las comunidades aledañas a estas fuentes hídricas y si la gente entiende o tiene conciencia del buen manejo del ecosistema.



Tabla 7. Aspectos generales de las explotaciones de trucha arcoíris

Dimensión	Variable	Categoría	%
Aspectos generales	Pertenece a una asociación	No	80.0
	Sexo	Masculino	80.0
		Femenino	20.0
	Grupo etario	Jóvenes (18 – 29 años)	5.7
		Adultos (30 – 59 años)	74.3
		Adulto mayor (60 y más años)	17.1
	Grado de instrucción	Primaria incompleta	25.7
		Primaria completa	20.0
		Secundaria incompleta	20.0
		Secundaria completa	20.0
		Superior técnico	5.7
		Superior universitario	11.4
	Acceso	Camino herradura	25.7
		Camino afirmado	62.9
		Carretera asfaltada	11.4
	Energía eléctrica	Red pública	82.9
	Agua potable	Si	65.7
	Procedencia del agua utilizada para la crianza de truchas.	Río	85.7
		Manantial	14.3

Con respecto al manejo de las truchas podemos apreciar en la Tabla 8 que la mayoría de los criadores no usan registros de producción (71.4%), es decir aún no concibe el productor que los indicadores productivos puede ayudar a plantear estrategias y soluciones en su empresa pecuaria. El trabajo en las granjas acuícolas lo realizan los mismos propietarios y no tienen colaboradores en un 80%, debido posiblemente a los gastos que incurrirían al contratar personal. Los trabajadores de las empresas acuícolas no reciben charlas o cursos de capacitación en un 62.9%, justamente como explicamos líneas arriba, esto estaría relacionado con su bajo nivel educativo que no les permitiría valorar razonablemente el hecho que mantenerse actualizado es necesario en términos de sostenibilidad y competitividad empresarial.



Tabla 8. Aspectos productivos, sanitarios, alimentarios e instalaciones de las explotaciones de trucha arcoíris

Dimensión	Variable	Categoría	%
Aspectos productivos	Usa registros de producción	No	71.4
	Cuenta con colaboradores	No	80.0
	Recibe cursos o charlas de capacitación	No	62.9
	Procedencia de las ovas de los alevinos	Estados Unidos	94.3
		Otros	5.7
	Mide la densidad de truchas en su sistema de producción	No	54.3
Aspectos sanitarios	Monitorea la calidad del agua	No	82.9
	Métodos que utiliza para la limpieza de la poza de cultivo	Desinfección	40.0
		Lavado a con chorros de agua a alta presión	51.4
		Secado al sol	5.7
		Otros	2.9
	Meses de mayor mortalidad	Época de lluvia	91.4
		Época de sequía	8.6
	Retira diariamente los animales muertos o con signos de enfermedad	Si	88.6
	Métodos de prevención de enfermedades en alevinos	Obtención de alevinos provenientes de ovas certificadas	88.6
		Otros	11.4
	Presenta alguna enfermedad	Si	71.4
		No	28.6
	Realiza tratamiento de las enfermedades	Si	68.6
	Tipo de tratamiento de enfermedades de truchas	Baños de sal	65.7
		Adición de antibióticos al alimento	2.9
		Otros	31.4
Aspectos alimentarios	Tipo de alimento	Concentrado comercial	97.1
		Otros	2.9
	Dónde conserva el alimento para las truchas	Almacén de material noble	37.1
		Almacén de adobe	54.3
		Almacén de otro material	8.6
Instalaciones	Forma de la poza de cultivo	Circular	17.1
		Rectangular	82.9
	Tipo de poza de cultivo que usa para la crianza de truchas	Estanque de tierra	5.7
		Pozas de cemento	85.7
		Pozas de piedra	8.6



En la misma Tabla 8 se aprecia que las ovas importadas de Estados Unidos son las preferidas por los productores en un 94.3% ya sea por los antecedentes o campañas de marketing realizadas por los proveedores, no obstante, cuando manifiestan que no miden la densidad de truchas (54.3%) relacionado con la disponibilidad de oxígeno a la vez que no monitorean la calidad del agua (82.9%), demostraría que no conocen los parámetros de las condiciones físico químicas ideales para este tipo de ovas. Dentro de los métodos de limpieza para las pozas de crianza, se usa el chorro de agua a alta presión (51.4%) en la mayor parte de las granjas, ya sea por su eficiencia o costo. En el caso de la mortalidad está se produce mayormente (91.4%) en épocas de lluvia (meses de setiembre a mayo), vinculado al control del caudal de agua y la alteración del pH, ya que el agua que proviene de las lluvias persistentes lavan los suelos y arrastran sus componentes químicos a las pozas donde están las truchas. Los animales muertos o con signos de enfermedad son retirados en un 88.6% de las veces, aunque esta situación es una preocupación para los criadores, el 71.4% sabe que es por algún tipo de enfermedad, sin poderla identificar en forma contundente, la sospecha más frecuente es por hongos (saprolegniosis) y realizan tratamientos un 68.6% de las granjas, siendo la sustancia más usual para este fin la sal (65.7%). En torno a la alimentación de las truchas casi todos indicaron que usan concentrado comercial (97.1%) y que lo almacenan en su mayoría ambientes contruidos con adobe (54.3%), siendo la frecuencia diaria de suministro, 2-16 veces en alevinos, 2-6 veces en juveniles y 1-4 veces en adultos. Las estructuras de las pozas son preponderantemente rectangulares (82.9%) y de cemento (85.7%). En esta última parte cabe aclarar que existen diferentes tipos de pozas o estanques que se utilizan dependiendo de la edad de la trucha y las posibilidades del criador.

Finalmente en la Tabla 9 se ve claramente que las crianzas de trucha establecidas son de reciente implementación, entre 0 y 5 años (62.9%), esto nos señalaría la fragilidad de las empresas que podrían quebrar en cualquier momento ya que no están bien instituidas. Sería quizás esta la razón por la cual una gran parte de propietarios (42.9%) únicamente dedican a su empresa de 2 a 3 horas diarias. Casi la totalidad de granjas producen exclusivamente truchas para venta (71.4 %), siendo la principal actividad económica en un 62.9% de los casos. La cosecha de truchas es realizada cuando alcanzan pesos entre 200 – 250 g (80 %) y se vende a S/. 15 el kilo (74.3%) directamente en el mercado (62.9 %). Es meritorio destacar que el 94.3% de los productores no recibió apoyo público o privado, y prácticamente se autofinancian las granjas sin recurrir a préstamos en el



sistema financiero en un 65.7%. Este tipo de explotaciones truchícolas todavía no están industrializadas (71.4%).

Tabla 9. Aspectos laborales de los productores de trucha arcoíris

Dimensión	Variable	Categoría	%
Aspectos laborales	Años de dedicación a la producción de truchas	0-5 años	62.9
		5-10 años	28.6
		10 a más años	8.6
	Horas de trabajo al día en la granja de trucha	1 hora	8.6
		2-3 horas	42.9
		3-4 horas	8.6
		Más de 5 horas	40.0
	Actividades que realiza con la trucha	Producción de alevinaje	2.9
		Producción comercial	71.4
		* a y b	14.3
		* b y c	11.4
	Motivo de la producción de truchas	Actividad principal	62.9
		Actividad secundaria	34.3
		Autoconsumo	2.9
	Otras actividades que realiza	Actividades agrícolas	54.3
		Actividades ganaderas	5.7
		Actividades comerciales	22.9
		Actividades institucionales	17.1
	Peso de venta	150 g a 200 g	8.6
		200 g a 250 g	80.0
		Más de 250 g	11.4
	Tamaño de alevines	Grande	22.9
		Mediano	68.6
		Pequeño	8.6
	Precio de venta del kilogramo de trucha (S/.)	S/. 20	5.7
		S/. 15	74.3
		Menos de S/. 15	20.0
	Recibe apoyo de alguna institución pública o privada	No	94.3
	A quién o donde vende la trucha	En el mercado	62.9
		Al acopiador	2.9
		A quintas o restaurantes	28.6
		Otros	5.7
	Recurre a préstamos para financiar su granja	No	65.7
	Valor agregado	Conservado	28.6
		Ninguno	71.4

* a y b (producción de alevinaje y comercial); b y c (producción comercial y autoconsumo).

En la Tabla 10 se muestra que la mortalidad es mayor en los alevinos, lo que sucedería porque en este estadio las condiciones orgánicas son más débiles y recién empieza adaptarse al sistema de producción implementado, por otro parte, en todos los estadios el nivel de mortalidad puede ser afectada por parásitos, bacterias y virus que se puedan encontrar en el agua. A estas causas podríamos añadir que cualquier variación en el caudal y la condición físico-química del agua, también podría incrementar la tasa de mortalidad.

Tabla 10. Mortalidad promedio de truchas por estadio en las 35 piscigranjas observadas

Variable	Estadio de la trucha	Promedio de mortalidad (%)	Valores extremos (%)	
			Mín.	Máx.
Mortalidad por campaña	Alevinos	18.92	0.7	50.0
	Juveniles	3.20	0.0	76.0
	Adultos	0.26	0.0	4.0

La frecuencia alimenticia es otra variable muy importante en relación al desarrollo del animal y su sobrevivencia. La Tabla 11 nos indica que cuando los animales son más tiernos requieren un mayor número de veces ser alimentados durante el día. Resaltamos que hay una relación inversa entre la intensidad de la alimentación y la eficacia de la digestión (44).

Tabla 11. Frecuencia de la alimentación a truchas durante el día según su estadio en las 35 piscigranjas observadas

Variable	Estadio de la trucha	Media	Valores extremos	
			Mín.	Máx.
Frecuencia de alimentación/día	Alevinos	6.5	2	16
	Juveniles	3	2	6
	Adultos	2	1	4

La frecuencia de alimentación durante el día reportada en esta investigación fue en alevinos 2 a 16 veces, juveniles 2 a 6 veces y adultos 1 a 4 veces. Al respecto Zárate *et al.* (11), comunica que un tercio de los encuestados alimentan a las truchas tres veces al día, 28.6% dos veces al día y el restante solo lo hace una vez al día. FAO (38), explica que a los alevinos cuando recién empiezan a comer se les debe dar raciones muy pequeñas a cada hora, durante las ocho horas de jornada normal de trabajo, hasta que lleguen a 5 centímetros de tamaño. Orna (45), hace mención que los alevinos 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 y los peces juveniles 2-3 veces al día dependiendo de la temperatura del agua.

5.1.2 Condiciones físico-químicas del agua (pH, oxígeno disuelto y temperatura del agua) en las piscigranjas de trucha arcoíris

Los parámetros físico-químicos del agua en la mayoría de las piscigranjas se encuentran en valores adecuados, como se puede ver en la Tabla 12.

Tabla 12. Condición físico química del agua promedio de las 35 piscigranjas observadas

Variable	Media	Desviación estándar	Valores extremos		Piscigranjas calificadas como adecuadas (%)
			Mínimo	Máximo	
Oxígeno disuelto (ppm)	8.2	1.5	6.8	12.4	80.0
pH	8.0	0.5	6.4	8.5	97.1
Temperatura (°C)	14.0	1.9	11.0	21.0	68.6

Uno de los factores físico-químicos evaluados más importante fue la temperatura del agua, ya que está relacionado con el crecimiento de los peces que no tienen capacidad propia para regular su temperatura corporal. Cuando la temperatura es baja el crecimiento es lento y si es alta, el crecimiento es rápido. Sumado a lo mencionado, se señala que cuando la temperatura es alta, el oxígeno disuelto es menor que a temperaturas bajas (38).

En la Tabla 13, se observa que las variables que se asocian al pH son métodos de limpieza ($P<0.01$), meses de mortalidad ($P<0.01$), retira truchas enfermas y muertas ($P<0.01$), forma de la poza ($P<0.05$), actividades que realiza ($P<0.05$), motivo de producción ($P<0.001$); con el oxígeno disuelto, grado de instrucción ($P<0.05$), mide la densidad ($P<0.01$); con la temperatura, el acceso a la granja ($P<0.05$), procedencia de alevines ($P<0.05$), presencia de enfermedades ($P<0.05$), otras actividades ($P<0.05$).



Tabla 13. Variables asociadas a parámetros físicos según Chi-Cuadrado

Variables	Oxígeno disuelto (OD)	Potencial de hidrogeniones (pH)	Temperatura (T)
Grado de instrucción (GI)	0.027*		
Acceso (A)			0.020*
Procedencia de alevines (PA)			0.031*
Mide la densidad (MD)	0.007**		
Métodos de limpieza (ML)		0.001***	
Meses de mortalidad (MM)		0.001***	
Retira enfermos y muertos (RDM)		0.005**	
Presencia de enfermedades (MPA)			0.046*
Forma de poza (FP)		0.026*	
Actividades que realiza (AR)		0.046*	
Motivo de producción (MP)		0.000***	
Otras actividades (OA)			0.040*

* P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

5.1.3 Asociación de las características estructurales de las piscigranjas de trucha arcoíris de la provincia de Abancay con los resultados de la evaluación de las condiciones físico-químicas del agua

La matriz de discriminación obtenida mediante el ACM y que puede ser observada en la Tabla 14, indica que las variables que se asocian según su frecuencia e importancia en la primera dimensión son: motivo de producción (MP); potencial de hidrogeniones (pH); métodos de limpieza (ML); meses de mayor mortalidad (MM); forma de la poza (FP); retira diariamente los peces enfermos o muertos (RDM); mide la densidad (MD); y en la segunda dimensión: actividades que realiza (AR); grado de instrucción (GI); acceso (A); temperatura (T); procedencia de alevines (PA); otras actividades (OA); presencia de enfermedades (MPA); oxígeno disuelto (OD). La medida de la varianza explicada por cada dimensión es 28.7% y 20.3% respectivamente, totalizando un 49.0%. La consistencia interna de los datos es alta (Alfa de Cronbach igual a 0.78, Tabla 15 de anexos), lo que indica alta fiabilidad. Cabe resaltar que este coeficiente está relacionado al número de variables evaluadas (46).



Tabla 14. Matriz de discriminación de variables cualitativas de las explotaciones truchícolas de la provincia de Abancay

Variables	Dimensión		Media
	1	2	
GI	0.165	0.400	0.282
A	0.067	0.392	0.229
PA	0.002	0.306	0.154
MD	0.143	0.001	0.072
ML	0.512	0.282	0.397
MM	0.470	0.006	0.238
RDM	0.439	0.072	0.256
MPA	0.001	0.114	0.058
FP	0.457	0.135	0.296
AR	0.383	0.510	0.447
MP	0.744	0.108	0.426
OA	0.095	0.241	0.168
OD	0.016	0.106	0.061
pH	0.732	0.007	0.370
T	0.085	0.372	0.228
% de varianza	28.735	20.349	24.542
El Alfa de Cronbach promedio fue igual a 0.78			

Las variables que evidenciaron un alto valor medio de discriminación de ambas dimensiones fueron: actividades realizadas (0.45), motivo de producción (0.43) y métodos de limpieza (0.40) (Figura 2; Tabla 14).



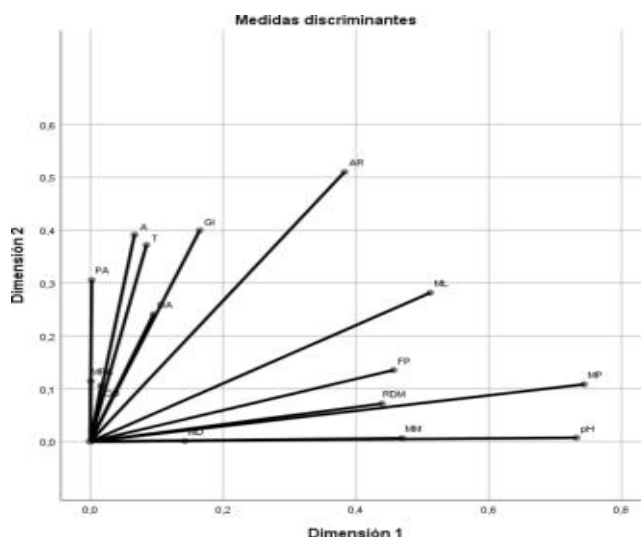


Figura 2. Medidas de discriminación de las variables cualitativas

Se puede observar en la Figura 3, que las categorías más discriminantes relacionadas y más próximas a las condiciones físico-químicas del agua de las pozas acuícolas son:

pH

- **El pH inadecuado** está más asociado con motivo de producción (autoconsumo). Como la finalidad no es vender la trucha sino consumirla, los criadores no considerarían muy necesario monitorear la calidad del agua, debido a que no cuentan con equipos que requieren invertir una cierta cantidad de dinero, asimismo, descuidan la limpieza de las pozas de cultivo.
- **pH adecuado** está más asociado a:
 - **Mayor mortalidad en época de lluvia.** Cuando la lluvia es persistente los ríos aumentan su caudal y arrastran una serie de sustancias químicas del suelo, alterando el pH del agua de la poza de cultivo, esto lo conocen los productores y por esta razón en esta época se preocupan en monitorear en lo posible el pH pero sobre todo realizan la limpieza diaria en su oportunidad.
 - **Retira diariamente los animales muertos o con signos de enfermedad.** En épocas de lluvia la fuerza del agua arrastra cuerpos extraños y ensucia las pozas de cultivo, esto mantiene atento al productor que al realizar la limpieza de palos, ramas, otros, también recoge a las truchas muertas y con signos de enfermedad.

- **Mide la densidad.** La densidad de la poza de cultivo tiene relación con el pH, es decir si se mantiene una adecuada densidad se tendrá un pH más adecuado.
- **Procedencia de las ovas de los alevines de Estados Unidos.** Las ovas de alevinos procedentes de los Estados Unidos son certificadas y tienen un precio alto, sin embargo existen problemas en el monitoreo de los parámetros físico-químicos del agua.
- **Forma de la poza rectangular.** La forma rectangular de la poza es la más adecuada para el manejo de las truchas, permitiendo controlar fácilmente los aspectos físicos y químicos del agua. Se sabe que la forma rectangular facilita pescar a las truchas sin manipularlas mucho, ya que los aparejos se pegan completamente a la pared.

Temperatura

Temperatura inadecuada está asociada a:

- **Acceso por camino de herradura.** Los productores demoran más en realizar todas sus actividades por la dificultad de acceso y descuidan el monitoreo de la temperatura del agua.
- **Actividades institucionales.** Las explotaciones de truchas necesitan un manejo constante, pero sobre todo en la etapa de alevinaje donde hay muchas actividades que realizar. En la granja al no tener personal de apoyo se descuida el monitoreo del agua, ya que es considerado como una actividad secundaria.
- **Otros métodos de prevención.** Los productores truchícolas de Abancay utilizan métodos de limpieza y tratamiento de enfermedades poco usuales por la falta de asesoramiento técnico, lo que a veces conduce a alterar la temperatura.
- **Actividades ganaderas.** Las actividades ganaderas, desde el punto de vista económico, en algunos casos son más importantes que la actividad truchícola, lo que ocasiona el descuido del monitoreo de la temperatura.
- **Método de limpieza (lavado a chorro de agua).** Está asociado a la disponibilidad de agua que en ciertas épocas escasea, y cuando esto sucede podría ocasionar por la deficiente limpieza que la temperatura sea inadecuada.
- **Motivo de producción (actividad secundaria).** Cuando se considera a la producción truchícola una actividad secundaria el productor no presta atención al monitoreo de la temperatura.



Temperatura adecuada está asociado a:

- **Procedencia de las ovas de los alevines de Estados Unidos.** Al tener un costo por ser ovas certificadas, los productores prestan atención al monitoreo de los parámetros físico-químicos del agua.
- **Acceso por camino afirmado.** La facilidad de acceso permite tener mayor disponibilidad de tiempo para realizar otras actividades como la medición de la temperatura del agua.

Oxígeno disuelto

Oxígeno disuelto inadecuado está asociado a:

- **Método de limpieza (desinfección).** Cuando se usan desinfectantes inadecuados para la limpieza podría producir que el oxígeno disuelto en agua sea escaso.
- **Actividades comerciales.** La búsqueda de ganar más hace que los productores dediquen sus esfuerzos a actividades económicas distintas a la crianza de truchas, descuidando el monitoreo del agua.
- **Acceso por carretera asfaltada.** La mayor accesibilidad a la granja estaría asociado a una mayor contaminación no solo del agua sino del ambiente.

Oxígeno disuelto adecuado está asociado a:

- **Actividades agrícolas.** Cuando los productores dedican más tiempo a las actividades rurales y de campo, las posibilidades de control del agua de las piscigranjas aumentan.
- **No mide la densidad.** Normalmente cuando los productores tienen un buen número de pozas, distribuyen a las truchas en un número por debajo de la capacidad de la poza de cultivo, esto hace que tengan una mayor disponibilidad de oxígeno disuelto en agua.
- **Mayor mortalidad en época de lluvia.** Cuando hay muertes de truchas los productores mejoran el monitoreo del agua.



- **Secundaria incompleta.** Los productores con este nivel de educación suponemos dedican más tiempo a la truchicultura, porque raras veces pueden hacer otras actividades, por lo tanto, pueden monitorear el agua más frecuentemente.

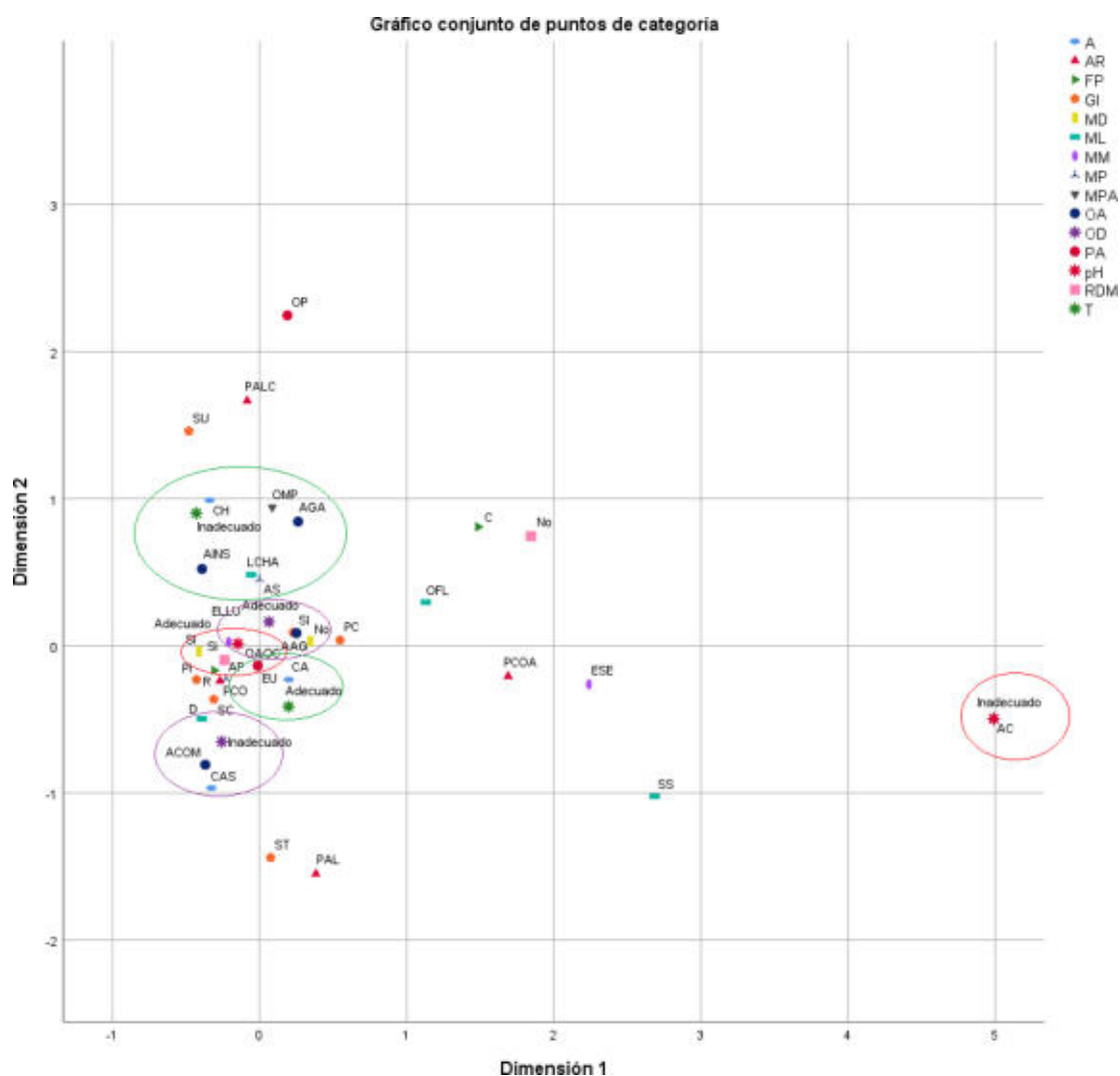


Figura 3. Relación entre las categorías de las variables cualitativas

5.2 Discusión

En el presente estudio el 80% de los productores de trucha no están asociados, esto sucedería porque desconfían de la asociatividad por diversas causas relacionadas a experiencias previas y poca orientación en temas económicos, productivos y de gestión (47). Asimismo, Camacho *et al.* (48), mencionan que la construcción de una cultura asociativa es complicado porque implica establecer la confianza entre sus miembros, normas y formas para resolver conflictos, es decir dejar de lado lo personal centrándose en

el bienestar común. Las granjas de truchas predominantemente son manejados por hombres, lo cual está respaldado por nuestros resultados (80%), Shitote *et al.* (14) (80%), Musyoki *et al.* (15) (71.9%), FAO (49) (86%), SERNAPESCA (50) (76%) y Montesinos (12) (66.7%).

Respecto al nivel educativo evidenciamos truchicultores con primaria completa (25.7%), secundaria completa e incompleta (20%), primaria incompleta (17.1%), superior universitario (11.4%) y superior técnico (5.7%). Estos resultados son similares a los hallados por Castrejón y Bucaram (51), en los que se puede observar que el 53% de los truchicultores tienen estudios primarios completos o incompletos, 38% secundaria completa o incompleta y 6% posee estudios universitarios completos o incompletos. Al examinar otro estudio de Shitote *et al.* (14), encontramos que reportaron que el 61.7% de los productores de pescado tenían educación primaria, 26.0% educación secundaria y solamente el 12.3% estudios superiores. Hasta aquí, se podría pensar que las labores en la crianza de truchas están siendo practicadas en su mayoría por personas que apenas pudieron cursar el nivel de educación primaria, no obstante, hay otros estudios como el de (52), que demuestran que 13% de los productores no tuvieron educación, 48% primaria, 35% secundaria, 3% superior universitaria y 1% superior técnica. En términos generales se puede deducir que el nivel de educación de los productores agropecuarios es bajo por diversas causas, siendo la más importante la falta de recursos económicos (11) (12).

La edad predominante de los productores de Abancay estuvo entre 30 y 59 años (74.3%), esto coincide con Zárate *et al.* (11) que registraron una edad media de 46.5 ± 10.7 años, Montesinos (12), 39.1 ± 10.2 años y Castrejón y Bucaram (51) superior a los 41 años (66%). PRODUCE (53) menciona que la población dedicada a la pesca artesanal está conformada mayormente por la población adulta y adulta mayor cuyas edades en promedio oscila entre 55 a 68 años que representan alrededor del 85% de la población, la falta de participación de los jóvenes se debe a que los jóvenes tienden a migrar a las ciudades por estudios, trabajo o con la idea de mejorar su estatus económico.

De acuerdo a lo obtenido, la accesibilidad a las explotaciones truchícolas no es la mejor en Abancay (camino afirmado 62.9% y camino de herradura 25.7%), esta realidad no permite una fluidez en el transporte para la salida de productos y llegada de insumos, habría que considerar entonces que existe un gran riesgo de pérdida económica dado que el producto trucha es perecible (24). En ese sentido FAO (54) recomienda que debería considerarse en las empresas acuícolas contar con terrenos de fácil acceso, con agua y sin contaminación química.



Las explotaciones truchícolas en la provincia de Abancay el 85.7 % se abastecen de agua procedente del río, mientras que el 14.3 % se abastecen de agua de manantial. Lo que difiere de Zárate *et al.* (11) quienes indican que el 85.7% se abastecen de agua de manantial, 14.3% de agua de río y manantial. Asimismo Bocek (55), describe que las fuentes de agua comúnmente usadas para abastecer a los estanques son la lluvia, los manantiales y ríos de escaso caudal, siendo imprescindible considerar su disponibilidad en buena cantidad y calidad durante todo el año.

Los truchicultores de Abancay han revelado que en su mayoría no manejan registros de producción (71.4%), esto es muy próximo a lo publicado (70%) por Zárate *et al.* (11). En este punto, resaltamos que no tener registros de producción, impide el cálculo de costos, conocer si hay ganancias y la evolución de la producción (38).

La mayoría de truchicultores en el distrito de Abancay no recibe cursos o charlas de capacitación (62.9 %), muy a pesar que de acuerdo a las experiencias de Quispe (52) se sabe que el 100% de productores desean ser capacitados en temas productivos y técnicos sobre manejo animal. CARE (56), señala que es importante la asistencia técnica en forma personalizada con la finalidad de mejorar las competencias y desempeño de los productores. La mejora de la gestión de los recursos hídricos regionales y el conocimiento del mercado para generar valor agregado depende de las capacitaciones (57).

Los truchicultores de la provincia de Abancay predominantemente según indican utilizan alevinos provenientes de ovas importadas de EE.UU. (94.3%). Lo que concuerda con lo reportado por Montesinos (12) y PRODUCE (58), que además añade que la participación de ovas nacionales solo alcanza el 1.1%. Kuramoto (1), señala que las ovas o los huevos fertilizados de trucha generalmente son importados de Estados Unidos y Dinamarca, estos países dada su superioridad tecnológica, pueden lograr estándares de calidad necesarios para su comercialización y el logro de una adecuada rentabilidad del negocio. Esto también es similar a lo mencionado por García y Chanamé (59), referido a que las ovas embrionarias de trucha Arco Iris importadas han demostrado un mayor porcentaje de eclosión y supervivencia.

El 54.3 % de los truchicultores de la provincia de Abancay no mide la densidad de truchas en su sistema de cultivo, lo que no es adecuado, considerando que la densidad sirve para



determinar el número de alevines por m², evitar riesgos de competencia por alimento, asegurar la óptima captación de oxígeno del agua, evitar niveles altos de amoníaco y el canibalismo (60) (61). Cuestión aparte, el conocer la densidad de alevines, permite estimar mejor la temperatura y el caudal de agua, lo que permite a su vez un buen crecimiento y la no presencia de enfermedades, descamación, lesiones corporales, desarrollo de hongos, estrés (62) (38).

En este estudio, se demostró que únicamente el 17.1 % de granjas realizan el monitoreo de los parámetros de la calidad del agua. La información anterior es similar a lo publicado (18.9%) por Montesinos (12). Es necesario recordar que la calidad del agua es fundamental para la producción truchícola y depende de la temperatura, oxígeno, turbidez, pH y amonio (62) (32).

La mortalidad de truchas (91.4%) reportada en los meses de setiembre a mayo (época de lluvia), es diferente a lo señalado por Montesinos (12), quien encontró que la mayor parte de las muertes se producen entre diciembre a marzo para las tres edades productivas (alevín 20-50%, juvenil 10-37% y adulto 6-20%), esto podría ser debido a la ubicación geográfica. No obstante, Buíke (63) y De la Oliva (32), aclaran que la lluvia mayormente tiene una temperatura de 5 a 6 °C más baja con relación al ambiente, a causa de la disolución del dióxido de carbono (CO₂), que convierte a la lluvia en una solución débil de ácido carbónico con un pH de 6.2 a 6.4. Estos factores además van acompañados del incremento de sólidos en suspensión y turbiedad que impide la penetración de luz solar, lo que en conjunto incrementan las muertes.

En la provincia de Abancay, el 71.4 % manifiestan que hay presencia de enfermedades en su centro de producción y el 28.6 % restante descarta o desconoce si se presentan enfermedades. Relacionado con esto también se conoció que el 68.6 % realizan tratamientos y en su mayoría con baños de sal (65.7 %), esto coincide con lo descrito por Montesinos (12) respecto al tratamiento mediante baños de sal (62.5 %), corroborado por Acuña (64) y Kubitzka (65), que consideran a la sal un producto seguro, eficaz y asequible para prevenir pérdidas de peces de agua dulce, control de parásitos externos, prevenir o tratar infecciones de huevos y envenenamiento por nitrito.

En este estudio también se halló que la mayoría de los productores usan alimento comercial (97.1 %) para la crianza de sus truchas, similar a Quispe (52) cuando menciona el uso de un 85% de alimento comercial y 15% elaborado de manera artesanal.



La frecuencia de alimentación durante el día en los alevines fue entre 2 - 16 veces, en juveniles 2 – 6 veces y en adultos 1 – 4 veces. Al respecto Zárate *et al.* (11), mencionan que un tercio de los productores encuestados alimentan a sus animales tres veces al día, 28.6% alimenta dos veces al día y el restante solo lo hace una vez al día. FAO (38), recomienda en el caso de alevines que empiezan a comer darles raciones muy pequeñas a cada hora, durante las ocho horas de jornada normal de trabajo, hasta que los alevines lleguen a 5 centímetros de tamaño. Otros autores como Orna (45), recomiendan que 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 y los peces juveniles deben ser alimentados 2-3 veces al día dependiendo de la temperatura del agua. Sin embargo, hay otros como Pardo *et al.* (66) que indican una frecuencia de alimentación de 8 a 10 veces /día para alevines con peso de 0.23 a 0.5 g y 4 a 6 veces para ejemplares de 0.5 a 9 g.

Las pozas rectangulares son usadas predominantemente por la facilidad de construcción, para la pesca y clasificación de los peces. Aunque existen algunas desventajas en este tipo de estructuras desde el punto de vista hidrodinámico, ya que la velocidad del agua suele ser menor, por lo que se acumulan heces y alimento no ingerido en el estanque (67). En contraposición por estas desventajas, otros autores como Romero (68), y Romero y Vélchez (69) prefieren usar las de forma circular, ya que la entrada de agua es tangencial y circular y no existen puntos muertos, observándose una distribución homogénea de los peces en todo el estanque, lográndose de esta forma mejores pesos.

Por último, señalar que el 94.3% de las granjas estudiadas no reciben apoyo de alguna institución pública o privada, esto coincide con lo manifestado por Quispe (52), cuando señala que alrededor del 95% de los productores nunca recibieron algún tipo de apoyo. Esta situación de no tener recursos, no permite a las granjas innovar o mejorar sus producciones (57).



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Las piscigranjas de trucha arcoíris de la provincia de Abancay, al no estar organizadas y no realizar un buen manejo de los animales, no son competitivas para el mercado nacional, siendo los puntos más críticos que, 80% no están asociadas, 71.4% no usa registros de producción, 82.9% no monitorean la calidad del agua y 62.9% no reciben charlas o cursos de capacitación.

De acuerdo al oxígeno disuelto, pH y temperatura del agua, las piscigranjas de trucha arcoíris en la provincia de Abancay, pueden ser clasificadas como inadecuadas en un 20%, 2.9% y 31.4%, respectivamente.

El pH registrado en las piscigranjas de trucha arcoíris de la provincia de Abancay se asocia en comparación al oxígeno disuelto y la temperatura, con una mayor cantidad de características estructurales.

6.2 Recomendaciones

Se debe implementar en las piscigranjas de trucha arcoíris de la provincia de Abancay un sistema de control y monitoreo de la calidad de agua permanente, para garantizar su sostenibilidad y competitividad en el mercado nacional.

El Ministerio de la Producción y otras entidades gubernamentales, deberían de mejorar sus sistemas de capacitación respecto a la crianza de trucha arcoíris en la provincia de Abancay, más aún cuando está establecido el estado de emergencia sanitaria por el COVID-19.

El Gobierno Regional de Apurímac, debe ampliar su apoyo económico al sector truchícola y de esta forma posibilitar el aprovechamiento de las ventajas comparativas existentes en toda la geografía apurimeña.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kuramoto JR. Integración de los pequeños productores de trucha con los mercados externos: ¿una meta lejana? Lima: Consorcio de investigación económica y social; 2008.
2. PRODUCE. Diagnóstico de vulnerabilidad actual del sector pesquero y acuícola frente al cambio climático Lima: Ministerio de la Producción; 2015.
3. DIREPRO. Plan regional de acuicultura 2017 – 2030 Abancay: Dirección Regional de Producción; 2017.
4. Kisner M. El consumo per cápita de pescado en Perú. 2021..
5. PRODUCE. Catastro acuícola regional. Apurímac. 2019..
6. Subasinghe , Soto , Jiansan J. Global aquaculture and its role in sustainable development. Reviews in Aquaculture. 2009; 1: p. 2-9.
7. PRODUCE. Anuario estadístico pesquero y acuícola 2019. Primera ed. Lima: Ministerio de la Producción; 2020.
8. GRA. Plan de desarrollo económico regional Apurímac 2010 – 2021. 2015..
9. DIREPRO. Mejora de la cadena productiva de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la Región de Apurímac Abancay: Dirección Regional de Producción; 2012.
10. Azurin EA. Propuesta de desarrollo sostenible de la pesca artesanal y la piscicultura, basada en su diagnóstico en la subcuenca hidrográfica del circuito turístico de las cuatro lagunas – Cusco, 2013-2014. Tesis doctoral. Arequipa: Universidad Católica de Santa María, Escuela de Postgrado; 2018.
11. Zárate I, Sánchez C, Palomino H, Smith C. Caracterización de la crianza de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la provincia de chincheros, Apurímac, Perú. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2018; 29(4): p. 1310–1314.
12. Montesinos JA. Diagnóstico situacional de la crianza de truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en centros de cultivo del Lago Titicaca. Tesis de posgrado. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia, Escuela de Posgrado; 2018.
13. Gutiérrez SP. Factores que influyen en la producción y calidad de alevinos de trucha en la región Puno 2013. Tesis de pregrado. Puno: Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Facultad de Ciencias Biológicas; 2014.
14. Shitote Z, Wakhungu J, China S, Likuyani KH, Okoth P, Maina J, et al. Socio economic characteristics and practices of fish farmers in western Kenya. Elixir International Journal. 2013; 56: p. 13387-13394.
15. Musyoki N, Maina J, Irungu P. Characterization of fish farming systems in Kiambu and Machakos counties, Kenya. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 2015; 3(1): p. 185-195.
16. Godoy M. Truchicultura Ayacucho: Gama; 2002.
17. PRODUCE. Elaboración de estudio de mercado de la trucha en Arequipa, Cusco, Lima, Huancayo y Puno Lima: Ministerio de la Producción; 2010.
18. PACC. Demanda hídrica actual y futura en la región Apurímac Apurímac: Programa de Adaptación al Cambio Climático; 2012.
19. FAO. Visión general del sector acuícola nacional - Perú. 2010..
20. Municipalidad Distrital de Ragash. Manual de crianza de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) Ragash: CEDEP-ANTAMINA; 2009.
21. FONDEPES. Manual de cultivo de trucha arco iris en jaulas flotantes Lima: Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero; 2004.
22. Camacho E, Moreno MA, Rodríguez M, Luna C, Vázquez M. Guía para el cultivo de trucha Tlalpan: Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca; 2000.



23. Murillo R, Suarez H. Cultivo de peces en estanques Granada: Universidad de los Llanos; 1999.
24. FONDEPES. Manual de crianza de truchas en ambientes convencionales Lima: Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero; 2021.
25. SAGARPA. Guía empresarial para el cultivo, engorda y comercialización de trucha arco iris México D.F.: Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; 2012.
26. Mendoza E. Impacto del uso de la tierra, en la calidad del agua de la microcuenca rio Sabalos, cuencia del rio San Juan, Nicaragua. Tesis de postgrado. Rurrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación, Escuela de Postgrado; 1996.
27. Gonzales MI, Gutierrez J. Método gráfico para la evaluación de la calidad microbiológica de las aguas recreativas. 2005..
28. Ongley ED. Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. 1997..
29. Canter LW. Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto Madrid: Mc Graw Hill /Interamericana de España; 1998.
30. Salie K, Resoort D, du Plessis D, Maleri M. Training manual for small-scale rainbow trout farmers in net cages on irrigation dams: water quality, production and fish health. 2008..
31. Woynarovich , Hoitsy , Moth-Poulsen. Small-scale rainbow trout farming Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 2011.
32. De la Oliva G. Manual de buenas prácticas de producción acuícola en el cultivo de trucha arco iris Huancayo: Cámara de Comercio de Huancayo; 2011.
33. Castro ML. Parámetros físico-químicos que influyen en la calidad y en el tratamiento del agua Lima: Servicio Nacional de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado; Organización Panamericana de la Salud; Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS); 1988.
34. Norma Técnica Peruana 204.058:2013. Trucha fresca. Requisitos y definiciones. 2013..
35. Avdalov N. Manual de control de calidad de los productos de la acuicultura Lima: FAO; 2007.
36. GRA. Estudio de diagnóstico y zonificación de la provincia de Abancay. 2006..
37. INEI. Perú: Estado de la población en el año del bicentenario, 2021 Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática; 2021.
38. FAO. Manual práctico para el cultivo de la trucha arcoíris Guatemala: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; 2014.
39. Chanco GN. Evaluación productiva y económica de juveniles de *Oncorhynchus mykiss* “trucha arco iris”, en la piscigranja Gruta Milagrosa - Acopalca – Huancayo. Tesis de pregrado. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Zootecnia; 2013.
40. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación. Sexta ed. México D.F.: McGraw Hill Education; 2014.
41. Navidi W. Estadística para ingenieros y científicos México D.F.: Mc Graw Hill / Interamericana; 2006.
42. Cronbach LJ. Coefficient alpha and the internal structure of test. Psychometrika. 1951; 16: p. 297-334.
43. Celina H, Campo A. Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. Revista Colombiana de Psiquiatría. 2005; 34(4): p. 572-580.



44. Arregui L. El cultivo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Cuadernos de acuicultura 6 Madrid: Fundación OESA; 2013.
45. Orna E. Manual de alimento balanceado para truchas Puno: Dirección Regional de Producción; 2010.
46. Tavakol , Dennick. Making sense of Cronbach's alpha. International Journal of Medical Education. 2011; 2: p. 53-55.
47. Marce E. La asociatividad empresarial y su incidencia en la gestión comercial de la AEO Villa Socca distrito de Acora, periodo 2013. Tesis de pregrado. Puno: Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Facultad de Ciencias Contables y Administrativas; 2016.
48. Camacho P, Marlin C, Zambrano C. Elementos orientadores para la gestión de Empresas Asociativas Rurales (EMARs) Quito: Plataforma RURALTER; 2007.
49. FAO. El rol de la mujer en la pesca y la agricultura en Chile, Colombia, Paraguay y Perú Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 2016.
50. SERNAPESCA. Hombres y mujeres en el sector pesquero y acuicultor de Chile 2018 Santiago: Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura; 2018.
51. Castrejón M, Bucaram SJ. Diagnóstico integral del sector pesca y acuicultura de la República de Panamá Washington D. C.: Banco Interamericano de Desarrollo; 2020.
52. Quispe RD. Asociatividad para el mejoramiento de la competitividad de los productores de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en San Mateo y Chicla. Tesis de pregrado. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Economía y Planificación; 2019.
53. PRODUCE. Línea de base del programa de apoyo a la pesca artesanal, la acuicultura y el manejo sostenible del ambiente – PROPECA Lima: Ministerio de la Producción; 2008.
54. FAO. Manual para extensionista en acuicultura Paraguay: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 2011.
55. Bocek A. Acuicultura y aprovechamiento del agua para el desarrollo rural. Introducción a la acuicultura. 2019..
56. CARE PERÚ. Manual para la producción de truchas artesanales Lima: Papiros S.A.; 2006.
57. PNIPA. Innovación y futuro de la acuicultura y pesca, macrorregion centro sur Ramírez J, editor. Lima: Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura; 2018.
58. PRODUCE. Anuario estadístico pesquero y acuícola Lima: Ministerio de la Producción; 2014.
59. García M, Chanamé F. Eclosión de ovas nacionales e importadas y supervivencia de larvas de trucha Arco Iris en la Piscigranja Gruta Milagrosa Acopalca – Huancayo. Horizonte de la Ciencia. 2014;(4): p. 36-38.
60. Castañeda JÁ. Producción de trucha arco iris en la zona serrana del estado de Durango. Región serrana de los municipios de Pueblo Nuevo y San Dimas en el estado de Durango México: Fundación Produce Durango A.C.; 2010.
61. Silva D. Relación de la densidad de crianza y frecuencia diaria de alimentación, en el control de la mortalidad de alevines trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), del centro piscícola Namora. Tesis de posgrado. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela de Posgrado; 2017.
62. Aquino G. Manual básico para el cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). 2008..
63. Buike P. Efectos de la temporada de lluvias en estanques de camarones (cámara nacional de acuicultura). 2018..
64. Acuña F. El uso de la sal de mesa en acuicultura. Sociedad Acuariologica del Plata. 2006;; p. 1-4.



65. Kubitza F. La sal común es una herramienta útil en la acuicultura, parte 2. 2016..
66. Pardo BS, Quintero G, Quintero AM. Manual técnico para la producción de peces de consumo a pequeña y mediana escala en el departamento de Cundinamarca Bogota: Universidad Nacional de Colombia; 2011.
67. Oca J, Masaló I, Reig L. Comparative analysis of flow patterns in aquaculture rectangular tanks with different water inlet characteristics. *Aquacultural Engineering*. 2004; 31: p. 221-236.
68. Romero JA. Diseño de criaderos y cultivos de truchas y tilapias. Tesis de pregrado. Callao: Universidad Nacional del Callo, Facultad de Ingeniería Pesquera y Alimentos; 2011.
69. Romero P, Vílchez R. Comparación de la producción de alevines de trucha arco iris en un estanque circular y un estanque rectangular piscigranja la cabaña S.A.C - Miraflores. Tesis de pregrado. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Zootecnia; 2016.
70. DECRETO SUPREMO N° 003-2016-PRODUCE. Reglamento de la ley general de acuicultura, aprobada por el Decreto Legislativo N° 1195. 2016..
71. INTA. Protocolo de muestreo, transporte y conservación de muestras de agua con fines múltiples (consumo humano, abrevado animal y riego). 2011..
72. Roque ER. Determinación de costos de producción y rentabilidad de los criaderos de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes del distrito de Capachica-Puno. Tesis de pregrado. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias; 2015.
73. Rodríguez H, Flores A. Acuicultura de pequeña escala y recursos limitados en América Latina y el Caribe. Hacia un enfoque integral de políticas públicas Santiago: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 2014.



ANEXOS





Figura 4. Medición de los parámetros físicos-químicos del agua en Curahuasi



Figura 5. Medición de los parámetros físicos-químicos del agua en Huanipaca (a)



Figura 6. Medición de los parámetros físicos-químicos del agua en Huanipaca (b)



Figura 7. Lectura de parámetros físicos-químicos



Figura 8. Encuesta realizada a un productor de trucha en el sector de LlañucanCHA



Figura 9. Encuesta a productores de trucha



Figura 10. Medición y lectura de los parámetros físicos-químicos del agua, Lambrama



Figura 11. Sistema de crianza de truchas



Figura 12. Poza de cultivo rectangular de piedra y cemento

Tabla 15. Resumen del modelo del Alfa de Cronbach

Dimensión	Alfa de Cronbach	Varianza explicada		
		Total (autovalor)	Inercia	% de varianza
1	0.823	4.310	0.287	28.735
2	0.720	3.052	0.203	20.349
Total		7.363	0.491	
Media	0.780 ^a	3.681	0.245	24.542

a. La media de Alfa de Cronbach se basa en la media de autovalor.

Tabla 16. Pruebas de Chi-cuadrado de Pearson

		OD	pH	T
Grado de instrucción (GI)	Chi-cuadrado	12.629	2.974	6.736
	Df	5	5	5
	Sig.	0.027	0.704	0.241
Acceso (A)	Chi-cuadrado	2.740	0.608	7.792
	Df	2	2	2
	Sig.	0.254	0.738	0.020
Procedencia de alevines (PA)	Chi-cuadrado	0.530	0.062	4.628
	Df	1	1	1
	Sig.	0.466	0.803	0.031
Mide la densidad (MD)	Chi-cuadrado	7.368	0.867	2.076
	Df	1	1	1
	Sig.	0.007	0.352	0.150
Métodos de limpieza (ML)	Chi-cuadrado	3.800	16.985	1.525
	Df	3	3	3
	Sig.	0.284	0.001	0.677
Meses de mortalidad (MM)	Chi-cuadrado	0.820	10.980	1.504
	Df	1	1	1
	Sig.	0.365	0.001	0.220
Retira enfermos y muertos (RDM)	Chi-cuadrado	1.129	7.978	0.087
	Df	1	1	1
	Sig.	0.288	0.005	0.769
Presencia de enfermedades (MPA)	Chi-cuadrado	0.071	0.133	3.978
	Df	1	1	1
	Sig.	0.791	0.716	0.046
Forma de poza (FP)	Chi-cuadrado	1.810	4.975	0.732
	Df	1	1	1
	Sig.	0.178	0.026	0.392
Actividades que realiza (AR)	Chi-cuadrado	1.500	7.978	4.189
	Df	3	3	3
	Sig.	0.682	0.046	0.242
Motivo de producción (MP)	Chi-cuadrado	0.436	35.000	1.218
	Df	2	2	2
	Sig.	0.804	0.000	0.544
Otras actividades (OA)	Chi-cuadrado	0.680	0.867	8.299
	Df	3	3	3
	Sig.	0.878	0.833	0.040

OD = Oxígeno disuelto; pH = Potencial de hidrogeniones; T = Temperatura



**FICHA 1. CUESTIONARIO PARA LA CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE LAS
PISCIGRANJAS EN LA PROVINCIA DE ABANCAY**

Número de encuesta..... Fecha: .../.../.....
Nombre del criador
Teléfono.....
Comunidad o zona.....
Distrito.....
Provincia.....
Altitud (msnm):.....
Asociación a la que pertenece: No pertenece a una asociación ()
¿Desea integrar o conformar una asociación? Si () No ()

I. INFORMACIÓN BÁSICA

- 1.1 Edad.....
1.2 Sexo: Masculino () Femenino ()
1.3 ¿Grado de instrucción? (marque la respuesta con una x)
- | | |
|------------------------|-----|
| Sin instrucción | () |
| Primaria incompleta | () |
| Primaria completa | () |
| Secundaria incompleta | () |
| Secundaria completa | () |
| Superior técnico | () |
| Superior universitario | () |

II. CARACTERÍSTICAS DE LA EXPLOTACIÓN

- 2.1 Distancia al núcleo urbano (km):
2.2 Acceso: Camino de herradura () Camino afirmado () Carretera asfaltada ()
2.3 Energía eléctrica: Red pública () Otro No usa ()
2.4 Cuenta con agua potable: Si () No ()
2.5 Procedencia del agua utilizada para la crianza de truchas:
Río () Laguna () Acequia () Manantial () Red pública () Otros.....

III. MANEJO PRODUCTIVO DE LA TRUCHA

- 3.1 ¿Usa registros de producción? Si () No ()
- 3.2 ¿Usted cuenta con colaboradores? Si () No ()
- 3.3 ¿Recibe charlas o cursos de capacitación? Si () No ()
- 3.4 ¿De dónde provienen las ovas de los alevines que usted cría en su piscigranja?
- () Estados Unidos
- () España
- () Chile
- () Lima
- () Otros (especificar):
-
- 3.5 ¿Usted mide la densidad de truchas en su sistema productivo? Si () No ()
- 3.6 ¿Monitorea la calidad del agua? Si () No ()

IV. SANIDAD

- 4.1 ¿Cada cuánto tiempo realiza el lavado de la poza de cultivo?
-
- 4.2 ¿Cuáles son los métodos que usted utiliza para la limpieza de la poza de cultivo?
- () Desinfección.
- () Lavado a con chorros de agua a alta presión.
- () Secado al sol.
- () Otros (especificar)
- 4.3 ¿En qué meses tiene mayor mortalidad?
- (E) (F) (M) (A) (M) (J) (J) (A) (S) (O) (N) (D)
- 4.4 ¿Cuánto de mortalidad presenta en su piscigranja?

Estadio	Mortalidad (%) o (Nro. de peces muertos/ día)
Alevines (>5-10cm) o 12g	
Juveniles (>10-17cm) o 68g	
Adultos (>17-26cm) o 250g	

- 4.5 ¿Se retiran diariamente los animales muertos o con síntomas de enfermedad?
- Si () No ()

4.6 ¿Qué métodos de prevención de enfermedades en truchas utiliza?

- ☐ Vacunas.
- ☐ Probióticos y prebióticos.
- ☐ Obtención de alevinos provenientes de ovas certificadas.
- ☐ Evitar el movimiento de animales enfermos.
- ☐ Otros (especificar)

4.7 ¿Qué enfermedades se presentan mayormente?

- ☐ No sabe
- ☐ Aeromoniasis (furunculosis).
- ☐ Yersiniosis (enfermedad de la boca roja).
- ☐ Flavobacteriosis (enfermedad bacteriana del agua fría).
- ☐ Saprolegniosis (hongos).
- ☐ Otros (especificar).....

4.8 ¿Realiza Usted el tratamiento de las enfermedades?

- ☐ No
- ☐ Si

4.9 ¿Qué tratamiento realiza para las enfermedades de las truchas?

- ☐ Baños de sal.
- ☐ Adición de antibióticos al alimento.
- ☐ Adición de vitaminas al alimento.
- ☐ Otros (especificar).....

V. ALIMENTACIÓN

5.1 ¿Qué tipo de alimento usa?

- ☐ Concentrado comercial
- ☐ Concentrado casero
- ☐ Otros (especificar).....

5.2 ¿Con que frecuencia suministra alimento a las truchas?

Alevines (>5-10cm) o 12g	
Juveniles (>10-17cm) o 68g	
Adultos (>17-26cm) o 250g	

5.3 ¿Dónde conserva el alimento para las truchas?

- ☐ Almacén de material noble
- ☐ Almacén de adobe
- ☐ Almacén de otro material
- ☐ Patio
- ☐ Otros (especificar).....

VI. INSTALACIONES

6.1 ¿Cuál es la forma de la poza de cultivo?

- ☐ Circular
- ☐ Rectangular

6.2 ¿Qué tipo de poza de cultivo usa para la crianza de truchas?

- ☐ Tierra y cemento
- ☐ Estanque de tierra
- ☐ Pozas de cemento(
-) Pozas de piedra

VII. ASPECTOS LABORALES

7.1 ¿Hace cuantos años se dedica a la producción de truchas? (marque la respuesta con una x)

0 – 5 años () 5 – 10 años () 10 a más años ()

7.2 ¿Cuánto tiempo le dedican a la producción de truchas?

- ☐ 1 hora
- ☐ 2 – 3 horas
- ☐ 3 – 4 horas
- ☐ 4 – 5 horas
- ☐ Más de 5 horas

7.3 ¿Qué actividades realiza con la trucha?

Producción de alevinaje () Producción comercial () Autoconsumo ()

7.4 ¿Motivo de la producción de truchas?

Actividad principal () Actividad secundaria () Autoconsumo ()

7.5 ¿Qué otras actividades realizan?

- ☐ Actividades agrícolas
- ☐ Actividades ganaderas

- ☐ Actividades comerciales
- ☐ Actividades institucionales

7.6 ¿Con que peso sale al mercado?

- ☐ Menos de 100 g
- ☐ 150 g – 200g
- ☐ 200 g – 250 g
- ☐ 250g a más

7.7 ¿Qué tamaño compra el alevino?

- ☐ Grande
- ☐ Mediano
- ☐ Pequeño

7.8 ¿A cuánto vende el kilo de trucha?

- ☐ S/. 25
- ☐ S/. 20
- ☐ S/. 15
- ☐ Menos de S/. 15

7.9 ¿A quién o donde vende la trucha?

- ☐ En el mercado
- ☐ Al acopiador
- ☐ A quintas o restaurantes
- ☐ Otros.....

7.10 ¿Recibe apoyo de alguna institución pública o privada? Si ☐ No ☐

7.11 ¿Recurre a préstamos para financiar su granja? Si ☐ No ☐

7.12 ¿Quisiera darle un valor agregado a las truchas?

- ☐ Conservado
- ☐ Ahumado
- ☐ Deshidratado (charqui)
- ☐ Envasado al vacío
- ☐ Ninguna

VIII. CONDICIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA (38)

Parámetro	Óptimo	Adecuado (Rango)	Inadecuado
8.1 Oxígeno (ppm)	8.5 ()	7.5 a 12 ()	<7.5 o >12 ()
8.2 Temperatura (°C)	15 ()	13 a 18 ()	<13 o >18 ()
8.3 pH (0-14)	7 ()	6.5 a 8.5 ()	<6.5 o >8.5 ()

FICHA 2. LISTA DE PISCIGRANJAS RECONOCIDAS Y VIGENTES EN LA PROVINCIA DE ABANCAY

Distrito	Comunidad / Zona	Número de piscigranjas por distrito
Abancay	Pomacocha	13
	Asillo bajo	
	Asillo bajo	
	Llañucancha	
	Marcahuasi	
	Atumpata	
	Bello paraíso	
	Asillo	
	Mic. Bastidas	
	Asillo bajo	
	Asillo bajo	
	Asillo bajo	
	Atumpata	
Chacoche	Anchicha	1
Circa	Huirahuacho	7
	Surapuccro	
	Soccos	
	Taccacca	
	Yacca Alta	
	Sacsamarca	
	Yacca	
Curahuasi	Asmayacu	1
Huanipaca	Carretera Carmen km 17+500	3
	Carretera Carmen km 17+501	
	Sicllabamba	
Lambrama	Chirhuay	8
	Lambrama	
	Urpipampa	
	Atancama	
	Lambrama	
	Atancama	
	Lambrama	
	Chirhuay	
Pichirhua	Ocrabamba	2
	Patipati	
Total		35

