

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**ESCUELA DE POSGRADO**

**TESIS PARA OBTENER  
EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN  
CIENCIAS PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE CON  
MENCIÓN EN AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL**

**EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD Y  
EFICIENCIA RELATIVA DE LA PRODUCCIÓN DE  
TRUCHA (*Oncorhynchus mykiss*) EN LA REGIÓN  
AMAZONAS**

**Autor: Ms. Roberto Carlos Mori Zabarburú**

**Asesor: Dr. Carlos Eduardo Millones Chanamé**

**Asesor: PhD. Fred William Chu Koo**

**Registro: (.....)**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2023**

# AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



## ANEXO 6-H

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS DE MAESTRÍA ( )/DOCTORADO (X) EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

#### 1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Mori Zabarburú Roberto Carlos  
DNI N°: 43369387  
Correo electrónico: roberto.mori@untrm.edu.pe  
Nombre de la Maestría ( ) / Doctorado (X): ciencias para el desarrollo sustentable

#### Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): \_\_\_\_\_  
DNI N°: \_\_\_\_\_  
Correo electrónico: \_\_\_\_\_  
Nombre de la Maestría ( ) / Doctorado ( ): \_\_\_\_\_

#### 2. Título de la tesis para obtener el grado académico de Maestro ( ) / Doctor (X)

Evaluación del índice de sustentabilidad y eficiencia relativa de la producción de trucha (Oncorhynchus mykiss) en la región Amazonas

#### 3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Dr. Carlos Eduardo Millones Chanamé  
DNI, Pasaporte, C.E N°: 16702744  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>)  
<https://orcid.org/0000-0001-7236-6341>

#### Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: PhD. Fred William Chu Koo  
DNI, Pasaporte, C.E N°: 05341642  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>)  
<https://orcid.org/0000-0002-1046-8147>

#### 4. Campo del conocimiento según Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Inmunología)

[https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde\\_ford.html](https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html)  
<https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#4.01.08>

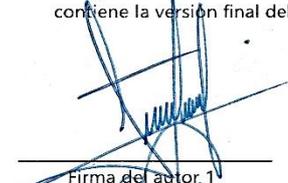
#### 5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el( la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

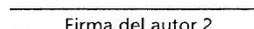
#### 6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación -RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 15 febrero 2023

  
Firma del autor 1

  
Firma del Asesor 1

  
Firma del autor 2

  
Firma del Asesor 2

## **DEDICATORIA**

A mis adoradas hijas Nicolle y Jimenna, que fueron, son y serán mi inspiración y la razón de mi existir.

A mis queridos padres Carlos y Adelina por sus enseñanzas, ejemplos de trabajo, y constantes consejos, que me motivan a seguir adelante en mis objetivos trazados.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la vida y la fortaleza de seguir adelante.

A mis asesores, quienes con su amplio conocimiento y destacada trayectoria supieron guiarme en la ejecución de la tesis.

A todos mis familiares, colegas de trabajo y amigos que me apoyaron de manera incondicional en el desarrollo de la tesis.

Al Instituto de Investigación, Innovación y Desarrollo para el Sector Agrario y Agroindustrial de la Región Amazonas (IIDAA) por el apoyo brindado.

A todos los productores de trucha de la región Amazonas que colaboraron en el desarrollo de la presente investigación.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ  
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Jorge Luis Maicelo Quintana Ph.D.

**Rector**

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres

**Vicerrector Académico**

Dra. María Nelly Luján Espinoza

**Vicerrectora de Investigación**

Dr. Efrain Manuelito Castro Alayo

**Director de la Escuela de Posgrado**

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO  
ACADEMICO DE DOCTOR



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 6-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL  
GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO ( ) / DOCTOR (X)

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo ( ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Evaluación del índice de sustentabilidad y eficiencia relativa de la producción de frucha (Oncorhynchus mykiss) en la región Amazonas; cuyo autor Roberto Carlos Mori Zabarburú es estudiante del VI ciclo/egresado ( ) de la Escuela de Posgrado, Maestría ( ) / Doctorado (X) en Ciencias para el desarrollo sustentable, con correo electrónico institucional roberto.mori@untrm.edu.pe.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 27 de octubre de 2022

Firma y nombre completo del Asesor  
Dr. Carlos Eduardo Millones Chanamé

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO  
ACADEMICO DE DOCTOR



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 6-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL  
GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO ( ) / DOCTOR (X)

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ( ) / Profesional externo (X), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Evaluación del índice de sustentabilidad y eficiencia relativa de la producción de trucha (Oncorhynchus mykiss) en la región Amazonas; cuyo autor Roberto Carlos Mori Zabarburú es estudiante del VI ciclo/egresado ( ) de la Escuela de Posgrado, Maestría ( ) / Doctorado (X) en Ciencias para el desarrollo sustentable, con correo electrónico institucional roberto.mori@untrm.edu.pe



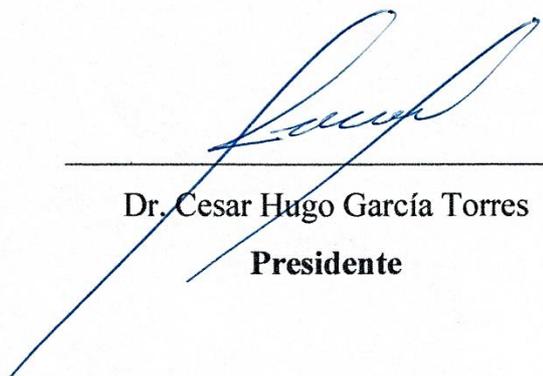
El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 27 de octubre de 2022

Firma y nombre completo del Asesor

PhD. Fred William Chu Koo

**JURADO EVALUADOR DE LA TESIS**



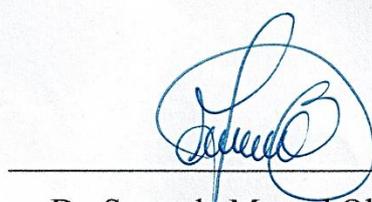
---

Dr. Cesar Hugo García Torres  
**Presidente**



---

Dra. Mariel del Rocío Chotón Calvo  
**Secretario**



---

Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz  
**Vocal**

# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



# UNTRM

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 6-Q

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO ( ) / DOCTOR (X)

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Evaluación del índice de sustentabilidad y eficiencia relativa de la  
producción de trucha (Oncorhynchus mykiss) en la región Amazonas,

presentada por el estudiante (X)/egresado ( ) Roberto Carlos Mori Zabarburú

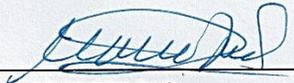
de la Escuela de Posgrado, Maestría ( ) / Doctorado (X) en Ciencias para el  
desarrollo sustentable

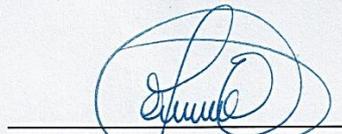
con correo electrónico institucional roberto.mori@untrm.edu.pe

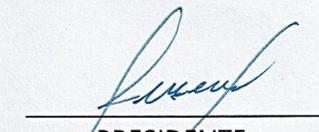
después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 18 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene \_\_\_\_\_ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, 29 de noviembre del 2022

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....  
.....

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



## UNTRM

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

### ANEXO 6-S

#### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO ( ) / DOCTOR (x)

En la ciudad de Chachapoyas, el día 27 de Enero del año 2023, siendo las 10.00 horas, el aspirante Roberto Carlos Mori Zabarburu, Asesorado por Dr. Carlos Eduardo Millones Charami, defiende en sesión pública presencial (x) / a distancia ( ) la Tesis titulada: Evaluación del índice de Sustentabilidad y eficiencia relativa de la Producción de Trucha (Oncorhynchus mykiss) en la región Amazonas., para obtener el Grado Académico de Maestro ( ) / Doctor (x) en Ciencias para el Desarrollo Sustentable., a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, conformado por:

Presidente: Dr. Cesar Hugo García Torres

Secretario: Dra. Mariel del Rocío Choto Calvo

Vocal: Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis de Maestría ( ) / Doctorado (x), en términos de:

A probado (x) por Unanimidad (x) / Mayoría ( ) Desaprobado ( )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 11.50 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Grado Académico de Maestro ( ) / Doctor (x).

[Firma]  
SECRETARIO

[Firma]  
VOCAL

[Firma]  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....  
.....

## CONTENIDO GENERAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS .....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE DOCTOR .....	vi
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE DOCTOR .....	vii
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS .....	viii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS .....	ix
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	x
CONTENIDO GENERAL .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	17
II. MATERIAL Y MÉTODOS. ....	23
2.1. Lugar de estudio.....	23
2.2. Caracterización de las unidades productoras de trucha.....	23
2.2.1. Instrumento de recolección de datos .....	24
2.2.2. Análisis de datos.....	24
2.2.3. Procedimiento para la caracterización de las UPT .....	25
2.3. Evaluación del Índice de Sustentabilidad.....	25
2.3.1. Instrumentos de recolección de datos.....	25
2.3.2. Análisis de datos.....	26
2.3.3. Procedimiento para evaluar el índice de sustentabilidad.....	27
2.4. Eficiencia técnica .....	27
2.4.1. Instrumento de recolección de datos .....	27
2.4.2. Análisis de datos.....	27

2.4.3. Procedimiento para la evaluación de la eficiencia técnica .....	28
III. RESULTADOS .....	29
3.1. Caracterización de las Unidades Productivas de Trucha.....	29
3.2. Evaluación del índice de sustentabilidad.....	34
3.3. Análisis de la Eficiencia Técnica .....	37
IV. DISCUSIÓN.....	41
4.1. Caracterización de la UPT .....	41
4.2. Evaluación del índice de sustentabilidad.....	43
4.3. Eficiencia técnica .....	44
V. CONCLUSIONES.....	46
VI. RECOMENDACIONES .....	47
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....	48
ANEXOS .....	55
ANEXO 1: CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES PRODUCTORAS DE TRUCHA .....	56
Anexo 1.1: ENCUESTA DE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS UPT .....	57
Anexo 1.2: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉZ DE JUICIO DE EXPERTOS.....	59
Anexo 1.3: ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO .....	62
Anexo 1.4. Datos recopilados en la caracterización de las UPT .....	65
Anexo 1.5. Análisis de componentes principales de la caracterización de las UPT.....	66
Anexo 1.6. Análisis de cargas factoriales (Varimax) de la caracterización de las UPT.....	70
ANEXO 2: EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD Y EFICIENCIA TÉCNICA DE LAS UPT .....	73
Anexo 2.1: ENCUESTA PARA LA EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD Y EFICIENCIA TÉCNICA .....	74
Anexo 2.2: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉZ DE JUICIO DE EXPERTOS.....	76
Anexo 2.3: ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO .....	79
Anexo 2.4. Datos recopilados para la evaluación del índice de sustentabilidad .....	83
Anexo 2.5. Datos recopilados para la evaluación de eficiencia técnica .....	84
ANEXO 2: PANEL FOTOGRÁFICO .....	85

## ÍNDICE TABLAS

<b>Tabla 1</b> .....	28
Modelo DEA empleado para al cálculo de la eficiencia. ....	28
<b>Tabla 2</b> .....	29
Empleo del CV para la selección de variables en la UPT, región Amazonas, Perú.....	29
<b>Tabla 3</b> .....	30
Análisis de los componentes principales de las variables evaluadas en las UPT.....	30
<b>Tabla 4</b> .....	32
Cargas factoriales de los factores rotados (Varimax) con la generación de nuevas variables sintéticas en las UPT. ....	32
<b>Tabla 5</b> .....	33
Medias de las variables cuantitativas en las UPT. Amazonas, Perú. ....	33
<b>Tabla 06</b> .....	36
Valores de índices de sostenibilidad social, económica y ambiental, según indicadores. ....	36
<b>Tabla 7</b> .....	38
Cumplimiento de metas por tramos (promedios). ....	38
<b>Tabla 8</b> .....	39
Unidades productivas eficientes. ....	39
<b>Tabla 9</b> .....	39
Unidades productivas ineficientes.....	39
<b>Tabla 10</b> .....	40
Cumplimiento de metas.....	40
<b>Tabla 11</b> .....	40
Diferencia UPTs ineficientes y metas .....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Ubicación de las unidades productoras de trucha estudiadas.</i> .....	<b>23</b>
<b>Figura 2.</b> <i>Proyecciones bidimensionales (CP1 x CP2, CP1 x CP3, CP2 x CP3)</i> .....	<b>31</b>
<b>Figura 3.</b> <i>Dendograma de 23 UPT resultado del análisis de clúster (Método de Ward, distancia de corte 7) a partir de tres nuevos factores.</i> .....	<b>32</b>
<b>Figura 4.</b> <i>Diferencias y similitudes entre los tipos de productores en las UPT, Amazonas, Perú.</i> .....	<b>33</b>
<b>Figura 5.</b> <i>Niveles de sostenibilidad para subindicadores de la dimensión ambiental en las Unidades productoras de trucha en la región Amazonas.</i> .....	<b>34</b>
<b>Figura 6.</b> <i>Niveles de sostenibilidad para subindicadores de la dimensión económica en las Unidades productoras de trucha en la región Amazonas.</i> .....	<b>35</b>
<b>Figura 7.</b> <i>Niveles de sostenibilidad para subindicadores de la dimensión social en las Unidades productoras de trucha en la región Amazonas.</i> .....	<b>35</b>
<b>Figura 8.</b> <i>Niveles de sostenibilidad para las dimensión ambiental, social y económica en las Unidades productoras de trucha en la región Amazonas.</i> .....	<b>36</b>
<b>Figure 9.</b> <i>Plot correlación para las dimensiones de sostenibilidad en las unidades productoras de truchas en la Región Amazonas.</i> .....	<b>37</b>

## RESUMEN

En la región Amazonas se cultiva trucha a pequeña escala para diversificar ingresos. Sin embargo, se requieren herramientas de gestión que garanticen la sostenibilidad de las unidades productivas. En consecuencia, esta investigación tuvo como objetivo evaluar el índice de sustentabilidad y eficiencia relativa de la producción de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en la Región Amazonas, para brindar información a los tomadores de decisiones, bajo un diseño de investigación no experimental, descriptiva simple. Para ello, primero se caracterizaron 37 explotaciones truchícolas, se determinó índices de sustentabilidad de 36 unidades productoras empleando la metodología de Sárandon y se evaluó la eficiencia técnica empleando el Análisis Envolvente de Datos (DEA) de input orientado. Las unidades productivas estudiadas se agrupan en 3 clusters y las variables más determinantes están asociadas a la producción anual total. Por otro lado, se obtuvo un índice general de nivel medio con un total de 60 subindicadores, repartidos en 4 indicadores sociales (con 10 subindicadores), 4 económicos (con 34 subindicadores) y 3 ambientales (sumando 16 subindicadores). De 33 unidades productoras finalmente evaluadas, 14 se ubicaron en la frontera eficiente y en general los truchicultores de la región Amazonas operan al 83.87% de eficiencia técnica. Todos los recursos tuvieron holguras, en consecuencia, todos pueden ser ajustados y los recursos más subutilizados son el terreno, alimento y alevinos. En conclusión, las unidades truchicultoras del nororiente peruano se encuentran en 3 grupos diferenciados por el volumen de producción, operan en un nivel de sustentabilidad media y en su mayoría se encuentran en niveles de ineficiencia técnica.

**Palabras clave:** caracterización, sostenibilidad, eficiencia, trucha.

## ABSTRACT

In the Amazon region, trout is grown on a small scale to diversify income. However, management tools are required to ensure the sustainability of the production units. Consequently, the objective of this research was to evaluate the sustainability index and relative efficiency of trout (*Oncorhynchus mykiss*) production in the Amazon Region, in order to provide information to decision-makers, under a simple descriptive, non-experimental research design. First, 37 trout farms were characterized, sustainability indices of 36 production units were determined using Sárandon's methodology and technical efficiency was evaluated using input-oriented Data Envelopment Analysis (DEA). The production units studied are grouped into 3 clusters and the most determining variables are associated with total annual production. On the other hand, a medium-level general index was obtained with a total of 56 sub-indicators, divided into 4 social indicators (with 10 sub-indicators), 4 economic indicators (with 34 sub-indicators) and 3 environmental indicators (totaling 16 sub-indicators). Of 33 production units evaluated, 14 were located on the efficient frontier and in general the Amazon region's trout farmers operate at 83.87% technical efficiency. All resources had slack, therefore, all can be adjusted and the most underutilized resources are land, feed and fry. In conclusion, the trout farming units in northeastern Peru are in 3 groups differentiated by production volume, operate at a medium level of sustainability and the majority are at levels of technical inefficiency.

**Keywords:** Characterization, sustainability, efficiency, Trout.

## I. INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos ha mostrado una tendencia creciente para satisfacer el incremento de la población mundial. Según valoraciones de la FAO en 2012, la demanda de alimentos aumentará en más del 70% para el 2050 (Yu et al., 2019). Sin embargo, uno de los mayores desafíos en las próximas décadas es satisfacer la demanda mundial de alimentos sin degradar los ecosistemas (Arain et al., 2020). Por otro lado, los sistemas agrícolas representan una parte considerable de los impactos ambientales generados por el hombre, debido a la utilización de insumos desfavorables al medio ambiente, causando impactos negativos al mismo (Osmundsen et al., 2020). Garantizar la seguridad alimentaria en la población mundial es una de las grandes prioridades y preocupaciones contemporáneas, que, pese al notable crecimiento en la producción de alimentos, todavía hay alrededor de 900 millones de personas sin acceso suficiente a proteínas, carbohidratos y lípidos en sus dietas (Chopin et al., 2021). En ese aspecto, la acuicultura realiza un destacado aporte a la seguridad alimentaria y economía mundial, con la provisión de alimentos de fuentes acuícolas (Idenyi et al., 2022; Sanchez-Matos et al., 2023). Es el sector de mayor crecimiento en la agricultura con una tasa de crecimiento anual cercana al 6% y, según la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el pescado y los productos pesqueros son una fuente fundamental de proteínas a nivel mundial, especialmente en los países de bajos ingresos (Costa-Pierce & Chopin, 2021). De hecho, ha sido la principal fuente de pescado para el consumo humano proporcionando el 53% del pescado, que se espera aumente a largo plazo como parte de la solución para proporcionar suficientes alimentos y proteínas a más de nueve mil millones de personas para 2050 (Wilfart et al., 2023).

A pesar de lo antes mencionado, se tiene que la producción acuícola es elogiada por su capacidad para producir alimentos nutritivos altamente eficientes, pero que al mismo tiempo es cuestionada por sus prácticas de producción insostenibles y su impacto negativo en las condiciones ambientales (Osmundsen et al., 2020); ya que, en su gran mayoría, esta actividad utiliza elevados volúmenes de agua, que tienen que cumplir parámetros de calidad adecuados, pero que, en la mayoría de los casos este recurso es escaso y se requiere de mayores costos ya que no cuenta con una calidad natural adecuada, no ofreciendo las garantías adecuadas para una piscicultura intensiva (Santa

Cruz & Barrera, 2018). Diseñar, implementar y evaluar un sistema de acuicultura implica entre otros temas la calidad y cantidad del agua, el costo de los alimentos, el rendimiento del crecimiento de los peces y el ahorro de agua (Gallego-Alarcón et al., 2019), originando muchas veces una baja productividad, que se encuentra asociada no solo a la cantidad y calidad de agua, sino también a combinaciones inadecuadas en el uso de factores productivos, como inversiones, mano de obra y gestión del sistema productivo, generando mayores costos y, en consecuencia, menor competitividad en relación con otras actividades (Rodrigues et al., 2019). Al no tener el rendimiento adecuado, se da la intensificación descontrolada de su producción, lo cual trae como consecuencia mayor generación de desechos (Torres-Barrera & Grandas-Rincón, 2017). La eficiencia de los recursos, la relación entre insumos y productos, es esencial para la rentabilidad y el impacto de la producción (Kause et al., 2022). El éxito de esta industria depende en gran medida de los alimentos acuícolas, y la composición nutricional es un factor importante para la calidad, la productividad y la rentabilidad de los emprendimientos acuícolas (Idenyi et al., 2022). Debido a su alta dependencia de los recursos agrícolas y pesqueros, el crecimiento de la acuicultura se ve constantemente limitada por impactos ambientales más allá de los sistemas de producción acuícola (Sanchez-Matos et al., 2022). En este escenario, la pesca de captura ha disminuido rápidamente debido a la reducción de las poblaciones de peces disponibles, mientras que la acuicultura ha aumentado en los últimos 20 a 30 años, lo que representa un enorme potencial para aliviar la presión sobre las poblaciones naturales (Freitas et al., 2020).

Bajo este contexto se tiene que la acuicultura peruana ha crecido a una tasa promedio del 30% durante los últimos 20 años, esto debido a que su producción está dominada por especies marinas (vieiras y camarones, que representan respectivamente el 50% y el 23% de toda la producción), así como especies de agua dulce como la trucha (*Oncorhynchus mykiss*; 22%), tilapia (*Oreochromis spp.*; 3%) y, más recientemente el paco (*Piaractus brachipomus*, 1%); Sin embargo a pesar de este crecimiento, la acuicultura peruana se caracteriza por bajos niveles de intensidad tecnológica a nivel de finca (excepto en los sistemas súper intensivos) y el uso de alimentos acuícolas tanto artesanales simples como comerciales más complejos (Avadí et al., 2015).

La trucha arco iris es una especie exótica en el Perú que ingresa desde los Estados Unidos en el año 1925. El desarrollo del cultivo durante las últimas tres décadas involucró una gran cantidad de importaciones de huevos, pescados y adaptación de las condiciones sanitarias de las instalaciones acuícolas peruanas (Bastardo et al., 2011). En relación a este cultivo se tiene que, Torres-Barrera & Grandas-Rincón (2017) calcularon la cantidad de desperdicios generados en dicha actividad, en donde, demostraron que la truchicultura genera contaminación al lago Total en Colombia, por lo que, recomendaron optimizar los procesos de producción para disminuir la contaminación del agua. De la misma forma, Chanamé et al. (2017) aseveran que a causa de la crianza intensiva de truchas en el río Chía (distrito de Ingenio departamento de Junín – Perú), los parámetros fisicoquímicos y biológicos del río, pueden ser consideradas en una escala de regular a buena. En ese sentido, el crecimiento acelerado de la producción de trucha, precisa de mecanismos idóneos que ayuden a fortalecer la gestión de la producción y pronosticar escenarios adecuados (Choque, 2017).

La acuicultura sostenible puede definirse como la producción de organismos acuáticos de una manera rentable con una relación positiva y continua con el ecosistema y las comunidades; además, los productos resultantes del proceso de producción deben ser aptos para el consumo y cumplir con los requisitos de seguridad alimentaria (Priya & Ramesh, 2020). El desarrollo de la acuicultura depende en gran medida de la implementación de tecnologías enfocadas a alcanzar una mejor producción aumentando la sustentabilidad (Carrera-Quintana et al., 2022). De acuerdo con esto, el sector acuícola necesita invertir en evaluar la calidad del agua en tiempo real, registrar datos de producción e implementar plataformas que faciliten la comunicación entre los actores que representan los aspectos tecnológicos, institucionales, sociales y ambientales de la cadena de valor (Fuentes-Pérez & Sanz-Ronda, 2021; Valenti et al., 2021). En esa misma lógica, se tiene que los indicadores son contadores de información y que necesariamente tienden a reunir tres requisitos: a). sus valores tienen que cuantificarse, b). deben conseguirse en base a metodologías simples y c). deben poderse controlar (Castro et al., 2018). De la misma forma Osmundsen et al. (2020), manifiestan que los indicadores son instrumentos de información que se usan con el objetivo de medir y facilitar el estudio, generando que sea de fácil entendimiento ante una audiencia determinada; logrando convertirse en instrumentos de seguimiento, de evaluación, de previsión y de ayuda para la toma de decisiones.

Los indicadores de sostenibilidad ambiental identificados en la literatura científica para las operaciones de acuicultura de peces, incluyen la cantidad de recursos utilizados (por ejemplo, agua, energía, espacio, alimentación y cantidad de ingredientes marinos crudos), descargas de desechos (nitrógeno, fósforo, partículas orgánicas materia, gases de efecto invernadero, metales), uso de productos químicos (por ejemplo, antibióticos, pesticidas, hormonas), incidencia de enfermedades, peces escapados, interacciones genéticas e impactos en la biodiversidad (Milewski & Smith, 2019). Los indicadores de sostenibilidad económica para la acuicultura generalmente miden las características de empleo de la industria (por ejemplo, empleo a tiempo completo y parcial, niveles salariales, participación de mujeres, tasas de despido) y la viabilidad económica o desempeño financiero del sector (por ejemplo, rentabilidad, eficiencia de capital, ingresos, tasa de inversión, tasa interna de retorno) (Valenti et al., 2021). Las dimensiones sociales de la sustentabilidad están asociadas a temas de pobreza, educación, salud, cultura, gobernabilidad, equidad y cohesión social; con algunas dimensiones (por ejemplo, empleo, educación) más fáciles de medir que otras (por ejemplo, cultura, cohesión social) (Boström, 2012).

En la actualidad ya existen trabajos de evaluación de indicadores de sostenibilidad de la producción piscícola, como es el caso de Zepeda (2019) quien llevó a cabo un análisis de sustentabilidad a 18 unidades de producción acuícola en México, mediante el uso del modelo de Evaluación Integral de Sustentabilidad Acuícola (EISA) para conocer su estado actual; en donde encontró que las unidades productivas solo funcionan a un 63% de su capacidad, esto debido a que el 27% de las granjas presentan tecnología de bajo impacto ambiental, siendo estos resultados de mayor dificultad al momento de evaluar el grado de sustentabilidad, ubicando a la truchicultura como una actividad que no es 100% sustentable, ya que solo el eje social es superior al 50% de su potencial.

Asimismo, el uso de marcos teóricos, combinado con métodos robustos de análisis de impactos de actividades productivas, todavía representa un desafío para los esfuerzos que promueven el desarrollo sostenible (Velmurugan et al., 2021). En este sentido, el Análisis envolvente de datos (DEA) se puede utilizar para superar tales desafíos. La DEA fue creada por Charnes con el objetivo de evaluar la eficiencia relativa de un conjunto de entidades llamadas Unidades de Toma de Decisiones (DMU) (Charnes et al., 1978b). DEA se destaca como una de las metodologías más importantes para la

evaluación de la eficiencia individual u organizacional en cuanto al uso de varios recursos en la producción. La DEA se ha utilizado cada vez más para el análisis de sistemas agrícolas, entre ellos la acuicultura (Rodrigues et al., 2019). Los principales objetivos de la DEA incluyen: mostrar las causas y el alcance de la ineficiencia relativa de cada DMU comparada, generar un indicador de eficiencia y determinar nuevas metas de producción para maximizar la eficiencia de la DMU (Saikai et al., 2020). Chung et al. (2020) mencionan que el análisis de regresión es una de las formas más populares de modelado estadístico para analizar la relación entre variables. Debido a su interpretabilidad y simplicidad, la regresión lineal ha sido el modelo más comúnmente utilizado durante varias décadas, con una variedad de campos que lo emplean para manejar tareas de predicción. La regresión lineal busca identificar la relación lineal más adecuada para varias variables explicativas y una variable de respuesta. Chung et al. (2020) manifiestan que una vez que se establece un modelo de regresión lineal múltiple con un subconjunto seleccionado, el modelo construido se valida mediante varias pruebas estadísticas, esta validación es fundamental cuando el modelo se utiliza como modelo explicativo, que es el caso habitual de la regresión lineal.

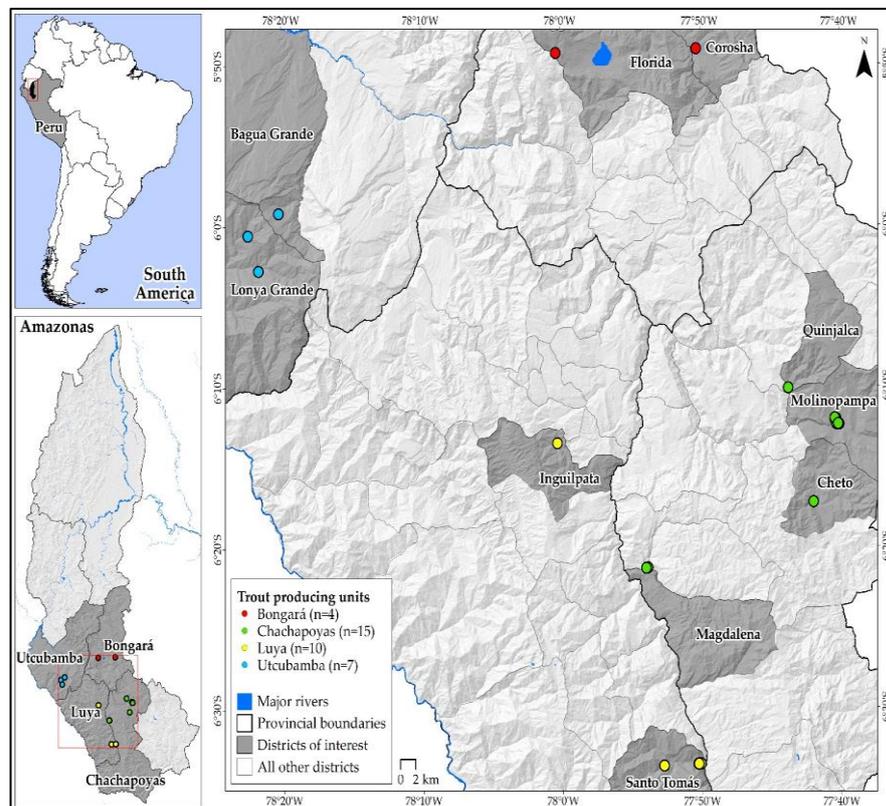
En base a lo mencionado se tiene que Rodrigues et al. (2019) utilizaron la metodología de Data Envelopment Analysis para rendimientos constantes a escala, con orientación de input para evaluar la eficiencia ambiental en cuanto al uso de los recursos productivos de alevines en el estado de Mato Grosso do Sul, Brasil; mostrando que el 20% de los agricultores usaban los insumos de manera racional como referencia para las otras unidades; mientras que el 80% de los productores operaron de manera ineficiente debido principalmente a la presencia de rendimientos crecientes, lo que refleja la ineficiencia en la asignación de recursos. De la misma forma (S. M. Torres et al., 2017) utilizaron los conceptos de Análisis Envoltante de Datos (DEA), con la aplicación del modelo de Retorno Constante a Escala (CCR) orientado a los insumos, para medir la eficiencia relativa de los piscicultores en la región del Gran Dourados Brasil, sus resultados mostraron que el 11,66% de los piscicultores son eficientes en su manejo, siendo la mayoría ineficientes en la actividad. En base a todo lo mencionado, se tiene que esta actividad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible tienen una estrecha relación, ya que de los 17 objetivos marcados por la ONU, la acuicultura tiene un efecto directo sobre 5 de ellos: 01 (fin de la pobreza), 02 (hambre cero), 08 (trabajo decente y crecimiento económico), 12 (producción y consumo responsable) y 14 (vida bajo el agua) (Castro et

al., 2018). Conllevando de esta manera a realizar un análisis detallado de las unidades productivas y a tomar acciones concretas para la optimización de las mismas. Es por ello, que la presente investigación tuvo por objetivo general “Evaluar el índice de sustentabilidad y la eficiencia relativa de la producción de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en la región Amazonas”, y como objetivos específicos: a). caracterizar las unidades productivas de trucha, b). evaluar el índice de sustentabilidad (económica, social y ambiental) y c). analizar la eficiencia relativa de las unidades productivas de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en la región Amazonas; operacionalizando un conjunto de indicadores y aplicando diversas técnicas los cuales nos permitieron medir el estado real de su producción; cuantificando y simplificando la información para volverla comprensible y de ayuda para la toma de decisiones. Obteniendo como resultado general que las unidades truchicultoras de la región Amazonas se encuentran en 3 grupos diferenciados por el volumen de producción, operan en un nivel de sustentabilidad media y en su mayoría se encuentran en niveles de ineficiencia técnica.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS.

### 2.1. Lugar de estudio

De las 60 unidades productoras de truchas (UPT) en Amazonas, registradas en el catastro acuícola peruano a mayo del 2022, las cuales cuentan con autorización vigente (<http://catastroacuicola.produce.gob.pe/web/>), se evaluaron un total de 37, debido a que fueron las que se encontraron en funcionamiento al momento de la ejecución del presente estudio, las cuales estuvieron distribuidas en las siguientes provincias: 15 en Chachapoyas, 1 en Rodríguez de Mendoza, 10 en Luya, 3 en Bongará, 7 en Uctubamba y 1 en Bagua (ver distribución de las UPT en la figura 1).



**Figura 1.** Ubicación de las unidades productoras de trucha estudiadas.

### 2.2. Caracterización de las unidades productoras de trucha

Para el caso de la caracterización de la producción de trucha se realizó un diagnóstico de las UPT, con el objetivo de reconocer la realidad del sistema de manejo que permitirá valorar, evaluar y analizar variables, causas, efectos y

tendencias de las UPT (Yunis et al., 2020b). La información de las UPT fue recopilada a partir de una encuesta relacionada con aspectos socioeconómicos del productor y factores medio ambientales, las cuales fueron tomadas como base para la confección de un cuestionario con indicadores de fácil comprensión por los productores (Machado et al., 2015).

### **2.2.1. Instrumento de recolección de datos**

La información de las UPT fue recopilada a partir de una encuesta relacionada con aspectos socioeconómicos del productor y factores medio ambientales de la UPT, la cual fue tomada como base para la confección de un cuestionario con indicadores de fácil comprensión por los productores (Machado et al., 2015). El instrumento fue aplicado a 37 UPT, el cual fue validado a través de juicio de expertos con experiencia destacada en producción acuícola (trucha), y valoración económica de unidades productivas, y la confiabilidad se realizó a través del coeficiente de Cronbach al 87%.

Se empleó un total de 39 preguntas distribuidas en 3 dimensiones. Para el caso de la dimensión social se realizaron 12 preguntas; para la dimensión económica 18 preguntas y finalmente en la dimensión ambiental 9 preguntas; las cuales fueron codificadas para el procesamiento y análisis respectivo. (Anexo 1).

### **2.2.2. Análisis de datos**

Las UPT fueron analizadas como sistemas productivos con las variables sociales, económicas y ambientales que permitieron clasificar sistemas de producción y tipificar grupos homogéneos de productores de trucha en la región Amazonas. Asimismo, se empleó el análisis multivariante para resumir y clasificar los datos obtenidos de las encuestas (Wadood et al., 2022). La información fue tabulada en hoja de cálculo (Excel).

En las 39 variables evaluadas se calcularon los coeficientes de variación para descartar aquellas variables con escaso poder de discriminación (< 40%) y tomar en consideración aquellas variables que contribuyan con el análisis multivariante (César et al., 2018; Lores et al., 2008). De igual forma, se emplearon 23 variables por el mayor poder discriminatorio para el análisis de los componentes

principales, empleado el paquete ggbiplot. Para el análisis clúster, se utilizó el método de Ward, que permitió obtener grupos homogéneos de sistemas con características similares (tipologías), con mínima variabilidad intra grupal y máxima variabilidad inter grupal, para una mejor comprensión en el análisis de la complejidad de los sistemas de producción de trucha (Ogasawara & Kon, 2021). Todos los análisis estadísticos fueron conducidos empleando el software R versión 4.2.1.

### **2.2.3. Procedimiento para la caracterización de las UPT**

Los procedimientos que se tuvieron en cuenta fueron los siguientes:

- a) Elaboración y validación del instrumento de recolección de datos (cuestionario).
- b) Desarrollo del proceso de observación y recolección de información, los cuales fueron aplicados a los 37 productores autorizados en funcionamiento de trucha que existen en toda la región de acuerdo a una programación previa establecida por el investigador.
- c) Organizar y analizar los resultados recogidos durante todo el proceso de trabajo en campo.
- d) Elaboración del diagnóstico del estado actual de las unidades productivas de trucha en la región Amazonas.

## **2.3. Evaluación del Índice de Sustentabilidad**

Para la evaluación del índice de sustentabilidad se trabajó con recopilación de información de campo de 37 UPT, ya que las tres restantes no se pudieron localizar al momento de la toma de información. Se utilizó como técnica la de Principio-Criterio-Indicador (PCI) (Alvarado, 2016). Asimismo, el criterio para elegir los indicadores fue definidos como SMART: Específicos, Medibles, Alcanzables, Relevantes y comprometidos con el Tiempo (Bravo-Ureta et al., 2007).

### **2.3.1. Instrumentos de recolección de datos**

Para recolectar los datos se empleó la encuesta validada a través de juicio de expertos, y la confiabilidad se dio a través del coeficiente de Cronbach al 88.5%. Dicho instrumento estuvo conformado 60 preguntas, divididas en tres

dimensiones. Dentro de la dimensión social se tuvo la sub dimensión de recursos humanos (3 preguntas), condiciones laborales y seguridad en el trabajo (2 preguntas), y, responsabilidad social corporativa y transparencia (5 preguntas). Para el caso de la dimensión económica se contó con las sub dimensiones: nivel de rendimiento económico (5 preguntas), operaciones y producción (16 preguntas), tecnología, investigación y desarrollo (5 preguntas) y marketing y ventas (8 preguntas).

Finalmente, para el caso de la dimensión ambiental se tuvo las sub dimensiones: nivel de huella de carbono (7 preguntas), nivel de huella ecológica (3 preguntas) y calidad de agua (6 preguntas). Cada sub indicador obtuvo una escala del 1 al 4, siendo 4 el de mayor valor y 1 el de menor valor de sustentabilidad. Los rangos de valores se adecuaron de la siguiente manera: 0-1 muy bajo, 1.1-2 bajo, 2.1 -3 medio y de 3.1-4 alto (Chambers et al., 2021; Sarandón & Flores, 2014). Los subindicadores fueron reajustados de acuerdo a los resultados generados en el diagnóstico de las unidades productoras de trucha derivadas en la sección anterior.

### 2.3.2. Análisis de datos

Con objeto de determinar el nivel de asociación entre dimensiones de sostenibilidad, se aplicó la correlación de Pearson (Djordjević et al., 2021). El coeficiente de correlación de Pearson indicará una relación lineal entre pares de dimensiones y denotará el intervalo de confianza en el que el coeficiente es significativo. Oscila entre -1 y +1 y los valores más cercanos a -1 y +1 implican una fuerte correlación. Se aplicará la siguiente ecuación:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{X})(y_i - \hat{Y})}{S_x S_y} \quad (1)$$

donde  $r$  representa el coeficiente de correlación de Pearson,

$\hat{X}$  and  $\hat{Y}$  denotan la media de  $x$  e  $y$ , mientras que  $S_x$  y  $S_y$  representan la desviación estándar de  $x$  e  $y$  y se obtienen mediante las ecuaciones siguientes (2), (3):

$$S_x = \sqrt{\sum_{n=1}^n x_n^2 - \hat{X}^2} \quad (2)$$

$$S_y = \sqrt{\sum_{n=1}^n y_n^2 - \hat{Y}^2} \quad (3)$$

### **2.3.3. Procedimiento para evaluar el índice de sustentabilidad**

Los procedimientos que se tuvo en cuenta son los siguientes:

- a) Elaboración y validación del instrumento de recolección de datos (cuestionario) establecido a partir de los sub indicadores de sostenibilidad.
- b) Desarrollo del proceso de observación y recolección de información, los cuales fueron aplicados a las 37 UPT que existen en toda la región, tomada de acuerdo a una programación previa establecida por el investigador.
- c) Organizar y analizar los resultados recogidos.
- d) Elaboración del índice de sostenibilidad de las unidades productivas de trucha en la región Amazonas.

## **2.4. Eficiencia técnica**

El índice de eficiencia fue calculado a partir de la información recolectada en campo para todas las UPT en estudio. Mediante corridas previas se redujo a 33 el número de UPT, eliminando las unidades sobredimensionadas y las que no se encontraban en producción.

### **2.4.1. Instrumento de recolección de datos**

Para recolectar los datos se empleó un censo validado a través de juicio de expertos, y la confiabilidad se dio a través del coeficiente de Cronbach. Para el censo encuesta se utilizó como instrumento un cuestionario el cual tuvo como dimensiones los Inputs y Outputs, establecidos de acuerdo a los indicadores y escalas de la operacionalización de variables, el cual estuvo conformada por 11 preguntas de carácter socioeconómico.

### **2.4.2. Análisis de datos**

Se empleó el Análisis Envolvente de Datos (DEA) para determinar las UPT de frontera y se calcularon las holguras y referencias para las unidades eficientes. Se empleó un modelo input-orientado (Tabla 1), con retornos a escala constante BCC (Charnes et al., 1978a), estructura convexa, distancia radial y se bloquearon las súper eficiencias.

**Tabla 1.***Modelo DEA empleado para el cálculo de la eficiencia.*

Inputs {I}			Output {o}
<i>Descripción</i>	<i>Abreviación</i>	<i>Unidad</i>	
Número de empleados	Empl.	Personas	Producción bruta de pescado por campana
Cantidad de semilla en alevinos empleados por campana	Alev.	Millar	
Numero de campanas por año	Camp.	Unidad	
Área de la explotación	Área	m <sup>2</sup>	
Alimento para pre inicio	Al_prei	kg	
Alimento para inicio	Al_i	kg	
Alimento para crecimiento	Al_c	kg	
Alimento para engorde	Al_e	kg	
Alimento para acabado	Al_a	kg	
Cantidad de agua empleada	Agua	m <sup>3</sup> /s	

Para el cálculo se empleó el *Efficiency Measurement System V 1.3.0* descargado de <http://www.holger-scheel.de/ems/>.

### 2.4.3. Procedimiento para la evaluación de la eficiencia técnica

Los procedimientos que se tendrán en cuenta son los siguientes:

- a) Elaboración y validación del instrumento de recolección de datos (cuestionario) establecido a partir de los sub indicadores de sostenibilidad.
- b) Desarrollo del proceso de observación y recolección de información, los cuales fueron aplicados a las 33 UPT que existen en toda la región de acuerdo a una programación previa establecida por el investigador.
- c) Organizar y analizar los resultados recogidos, así como determinar la eficiencia técnica de cada unidad productiva de trucha evaluada de acuerdo a lo antes mencionado.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Caracterización de las Unidades Productivas de Trucha

La información recopilada a través de la encuesta sobre los aspectos socioeconómicos del productor y factores medio ambientales de la UPT conformada por 39 variables, y empleando el  $CV < 40\%$  se seleccionaron 23 variables, con un rango de coeficiente de variabilidad de 42,8%, I-25 (precio de venta por kilo de trucha) y 155,9%, I-9 (participa o pertenece a una asociación productiva). Además, estas variables correspondieron 6 al aspecto social, 11 al aspecto económico y 6 al aspecto ambiental (Tabla 2).

En el aspecto social las variables con mayor porcentaje de discriminación fue el I-9, donde los productores mayormente no participan en una asociación productiva. En el I-11, los productores tienen poco acceso a crédito para la producción de trucha. En el aspecto económico las variables con mayor preponderancia discriminante fueron el I-19, donde más de la mitad de los productores no contaban con título de propiedad de su piscigranja, igualmente, en el I-24 más de la mitad de los productores venden la trucha en estado fresco y un 31% vende la trucha fresca eviscerada. En el aspecto ambiental las variables con mayor porcentaje de discriminación fueron el I-36 en el cual los productores utilizan muy poco los antibióticos en su producción, y en el I-39, alrededor de la mitad de los productores cuenta con un adecuado manejo de los residuos sólidos (Tabla 2, Anexo 1).

**Tabla 2.**

*Empleo del CV para la selección de variables en la UPT, región Amazonas, Perú.*

Ítem-Nº	Variable	$\bar{x}$	Desv. Estandar	CV (%)
<b>Aspecto social</b>				
I-5	Servicio básico que no cuenta	1.89	0.99	52.5
I-8	Distrito/pueblo/caserío cuenta con transporte público	0.78	0.42	53.2
I-9	Participa o pertenece a una asociación productiva	0.30	0.46	155.9
I-10	Ingreso económico mensual	3.76	2.02	53.8
I-11	Cuenta con acceso a crédito para su producción	0.35	0.48	137.7
I-12	Recibe capacitaciones en truchicultura	0.68	0.47	70.2
<b>Aspecto económico</b>				
I-13	Cosechas de trucha al año	2.24	1.16	51.9
I-14	Volumen de producción por cosecha en toneladas	2.62	1.21	46.2
I-18	Actividad que se dedica aparte de la truchicultura	2.81	1.85	65.9
I-19	Posee título de propiedad su piscigranja	0.46	0.51	110.0
I-21	Densidad promedio por m <sup>2</sup> de trucha en etapa de engorde	2.92	1.67	57.3
I-24	Forma de venta de la trucha	2.11	1.49	70.5

I-25	Precio de venta por kilo de trucha	1.89	0.81	42.8
I-27	A quiénes vende su producción	2.49	1.26	50.7
I-28	Dónde vende su producción	2.92	1.38	47.3
I-29	Número de personas que trabajan en su centro productivo	1.35	0.63	46.9
I-30	Años de experiencia en piscicultura	2.65	1.16	43.8
<b>Aspecto ambiental</b>				
I-32	Caudal de agua	0.65	0.48	74.6
I-34	Cuenta con disposición final de sus residuos	0.84	0.37	44.6
I-35	Cuenta con otro tipo de autorización aparte de la DIREPRO	0.73	0.45	61.7
I-36	En su producción utiliza antibióticos	0.35	0.48	137.7
I-37	Principales problemas que se presenta en la UPT	2.65	1.16	43.8
I-39	Cuenta con un manejo adecuado de residuos sólidos ordinarios	0.54	0.51	93.5

El análisis de componentes principales realizado con 23 variables de mayor preponderancia discriminadora (tabla 2) se obtuvieron nueve componentes principales que explicarían el 72,8% de la varianza total (Tabla 3). Los componentes principales CP1, CP2 y CP3 explican el 35,4 del total de la variación de los datos (13,8%, 11,3% y 10,4% de los datos, respectivamente).

**Tabla 3.**  
*Análisis de los componentes principales de las variables evaluadas en las UPT.*

<b>Componentes principales</b>	<b>Varianza del componente</b>	<b>Proporción de la varianza</b>	<b>Proporción de la varianza acumulada</b>
CP1	1.334	13.76	13.76
CP2	1.269	11.28	25.04
CP3	1.242	10.35	35.40
CP4	1.159	7.84	43.24
CP5	1.138	7.30	50.54
CP6	1.112	6.65	57.19
CP7	1.096	6.27	63.45
CP8	1.036	5.01	68.47
CP9	0.999	4.33	72.80

En el espacio tridimensional de los componentes principales, los ítems ingreso económico mensual (I-10) y cuenta con acceso a crédito para su producción (I-11) están directamente correlacionadas unas a otras, en tanto, el ítem principales problemas que se presentan en la UPT (I-37) está inversamente correlacionada con estos ítems (Figura 2a), que representaría la variable sintética generación de ingresos de las UPT (Tabla 4). El ítem participa o pertenece a una asociación productiva (I-9) está inversamente correlacionada con el ítem cuenta con otro tipo de autorización aparte de la DIREPRO (I-35), asimismo, el ítem número de personas que trabajan en su centro productivo (I-29) está inversamente

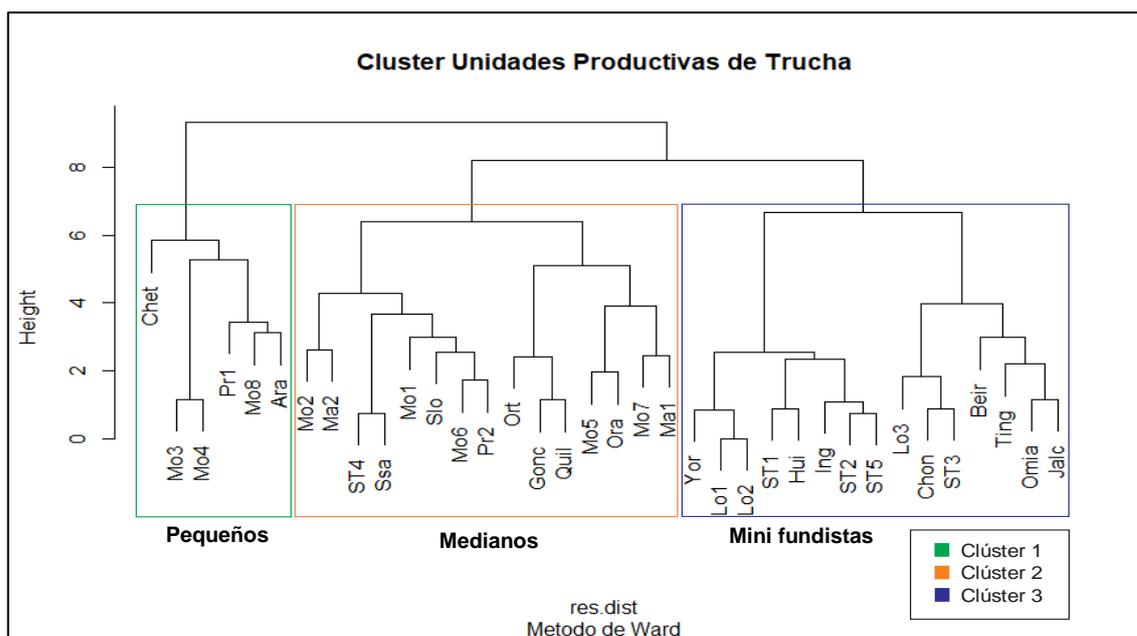


**Tabla 4**

*Cargas factoriales de los factores rotados (Varimax) con la generación de nuevas variables sintéticas en las UPT.*

Ítem	Clave Ítem	Componente/carga factorial			Generación de variable sintética
		C1	C2	C3	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ingreso económico mensual</li> <li>▪ Cuenta con acceso a crédito para su producción.</li> <li>▪ Principales problemas que se presenta en la UPT.</li> </ul>	I-10	0.814	0.000	0.131	Generación de ingresos de la UPT
	I-11	0.528	0.000	0.000	
	I-37	-0.534	0.000	0.000	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Participa o pertenece a una asociación productiva.</li> <li>▪ Número de personas que trabajan en su centro productivo.</li> <li>▪ Cuenta con disposición final de sus residuos.</li> <li>▪ Cuenta con otro tipo de autorización aparte de la DIREPRO.</li> </ul>	I-9	-0.233	0.572	-0.254	Realidad socio ambiental de la UPT
	I-29	0.425	0.641	0.000	
	I-34	0.000	-0.577	-0.143	
	I-35	0.000	-0.540	0.000	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Densidad promedio por m<sup>2</sup> de trucha en etapa de engorde.</li> <li>▪ Dónde vende su producción</li> </ul>	I-21	0.000	0.132	0.949	Producción de la UPT
	I-28	0.000	0.136	0.500	

El análisis de clúster a través del dendograma bajo el método de Ward (con una distancia de corte de 7), se pueden identificar tres grupos de sistemas productivos de trucha (Figura 3). La presencia de los 3 clúster de UPT, de los cuales el clúster 2 y 3 fueron los que abarcaron el mayor número de UPT (41,7%), en tanto el clúster 1 registró el menor número de UPT (16,7%) (Figura 2). Por otro lado, el clúster 3 (grupo 3) conformado por el mini fundista de trucha, el clúster 2 (grupo 2) conformado por los medianos productores y el clúster 1 (grupo 1) conformado por el pequeño productor.



**Figura 3.** Dendograma de 23 UPT resultado del análisis de clúster (Método de Ward, distancia de corte 7) a partir de tres nuevos factores.

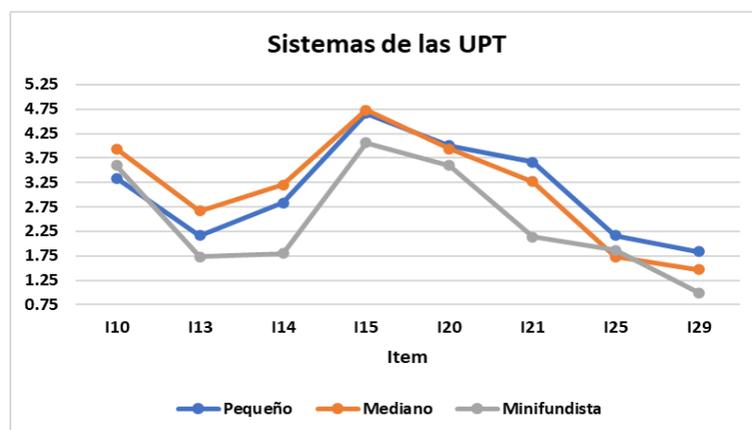
Con los valores registrados en cada grupo de productor de trucha, estos fueron identificados como mediano, pequeño y minifundista (Tabla 5). El clúster 1 estuvo constituido por productores de trucha que tienen un volumen de producción de 5 toneladas, realizan 3,3 cosechas al año, tienen un ingreso económico por campaña de S/. 4,670.00 y un ingreso económico mensual de S/. 2,081.00. El clúster 2 estuvo constituido por productores de trucha que tienen un volumen de producción de 5,6 toneladas, realizan 4 cosechas al año, tienen un ingreso económico por campaña de S/. 4,730.00 y un ingreso económico mensual de S/. 2,456.00 y por último el clúster 3 estuvo constituido por productores de trucha que tienen un volumen de producción de 3,2 toneladas, realizan 2,6 cosechas al año, tienen un ingreso económico por campaña de S/. 4,070.00 y un ingreso económico mensual de S/. 2,250.00.

**Tabla 5.**

*Medias de las variables cuantitativas en las UPT. Amazonas, Perú.*

Tipo de productor de trucha	Ingreso económico mensual (S/.)	Cosechas por año	Volumen de producción (ton)	Ingreso económico por campaña (S/.)	Espejo de agua (m <sup>2</sup> )	Densidad promedio etapa de engorde	Precio de venta por kg (S/.)	Número de trabajadores en las UPT
Mediano	2,456.00	4.0	5.6	4,730.00	197.5	73.6	10.4	2.9
Pequeño	2,081.00	3.3	5.0	4,670.00	201.0	82.6	13.0	3.7
Minifundista	2,250.00	2.6	3.2	4,070.00	180.9	47.9	11.2	2.0

En la Figura 4 se muestran las diferencias y similitudes entre los tipos de productores de trucha, las diferencias estuvieron registradas en los ítems 10, 13, 14, 21, 25 y 29; en tanto hubo similitudes entre los productores medianos y pequeños en los ítems 14 y 15 (volumen de producción e ingreso económico por campaña).

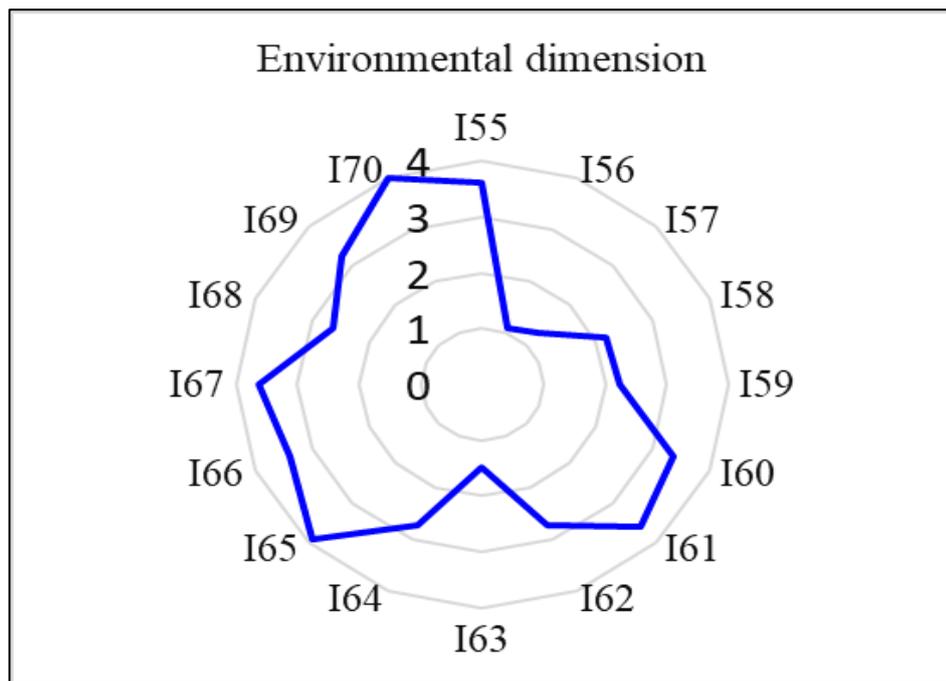


**Figura 4.** Diferencias y similitudes entre los tipos de productores en las UPT, Amazonas, Perú.

### 3.2. Evaluación del índice de sustentabilidad

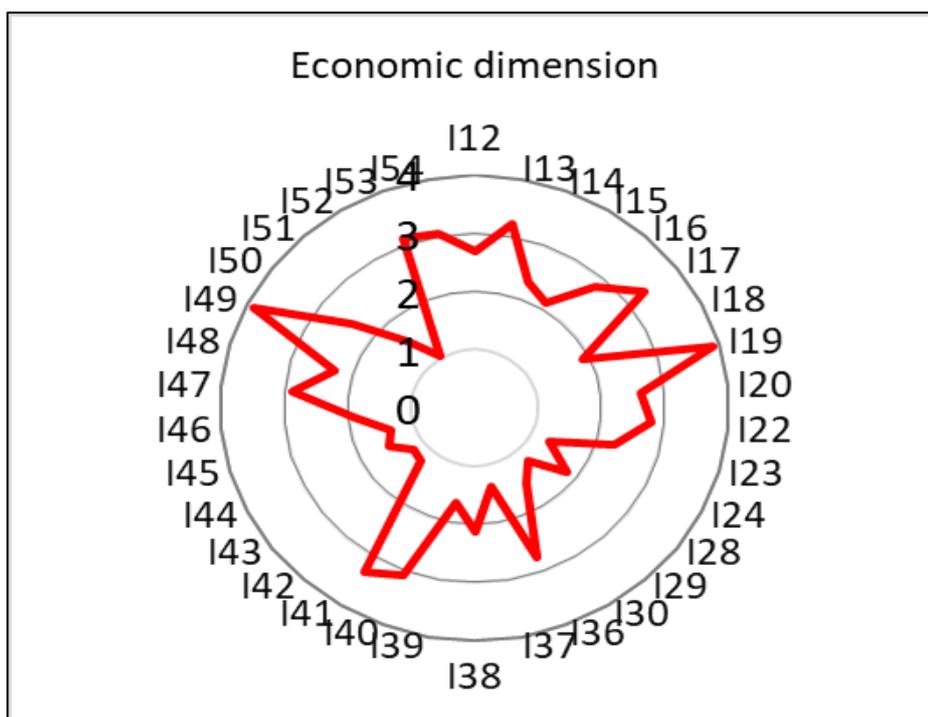
Se determinaron un total de 60 subindicadores, repartidos en 4 indicadores de aspecto social (con 10 subindicadores), 4 indicadores de aspecto económico (con 34 subindicadores) y 3 indicadores de aspecto ambiental (sumando 16 subindicadores).

Los subindicadores que aportaron en mayor medida fueron los correspondientes a los del aspecto ambiental que promediaron un índice de sostenibilidad de 2.7. Los indicadores de marketing y ventas (2.5), huella de carbono (2.5), y huella ecológica (2.3) promediaron índices medios, en tanto que la calidad de agua estimó un índice alto de sostenibilidad (3.5) (Figura 5, Tabla 6). En tanto que, los indicadores de bajo comportamiento en sostenibilidad, deben ponerse mayor atención y están referidos a las condiciones laborales (1.3) y aspectos de tecnología, investigación y desarrollo (1.4).



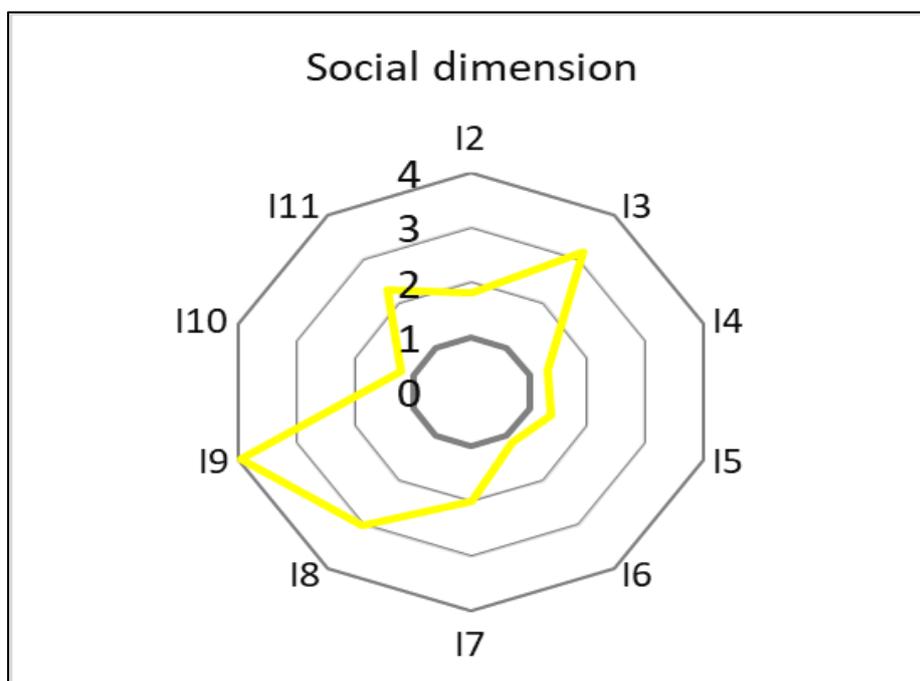
**Figura 5.** Niveles de sustentabilidad para subindicadores de la dimensión ambiental en las Unidades productoras de trucha en la región Amazonas

Respecto a los subindicadores económicos, representaron a un nivel medio de sostenibilidad (2.1) con los siguientes valores de los índices (de mayor a menor): nivel de rendimiento económico (2.6), operaciones y producción (2.3), técnica investigación y desarrollo (1.4) (Figura 6, Tabla 6).



**Figura 6.** Niveles de sostenibilidad para subindicadores de la dimensión económica en las Unidades productoras de trucha en la región Amazonas.

En este mismo sentido, los menores valores promedio de los índices, están correspondidos en los subindicadores del aspecto social con 1.9, lo que representa un índice bajo de sostenibilidad. De mayor a menor, se valorizaron índices de 2.5 en responsabilidad social, 2.1 en recursos humanos y 1.3 en condiciones laborables (Figura 7, Tabla 6).



**Figura 7.** Niveles de sostenibilidad para subindicadores de la dimensión social en las Unidades productoras de trucha en la región Amazonas.

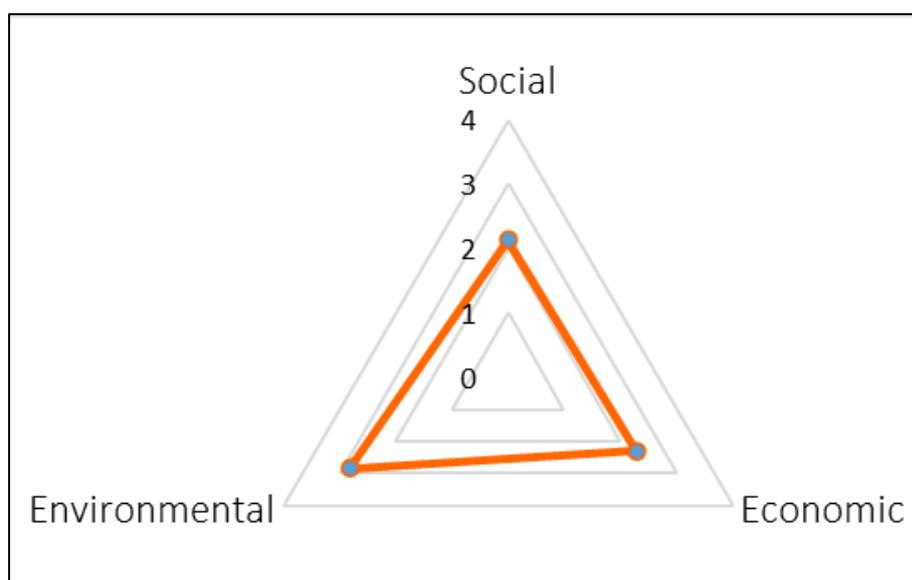
En base a los resultados obtenidos por cada dimensión, en la tabla 05 se aprecian los valores de índices de sostenibilidad social, económica y ambiental según indicadores máximos y mínimos, resultando un índice general promedio para la dimensión social de 1.9, dimensión económica 2.1 y dimensión ambiental 2.7 respectivamente.

**Tabla 06.**

*Valores de índices de sostenibilidad social, económica y ambiental, según indicadores.*

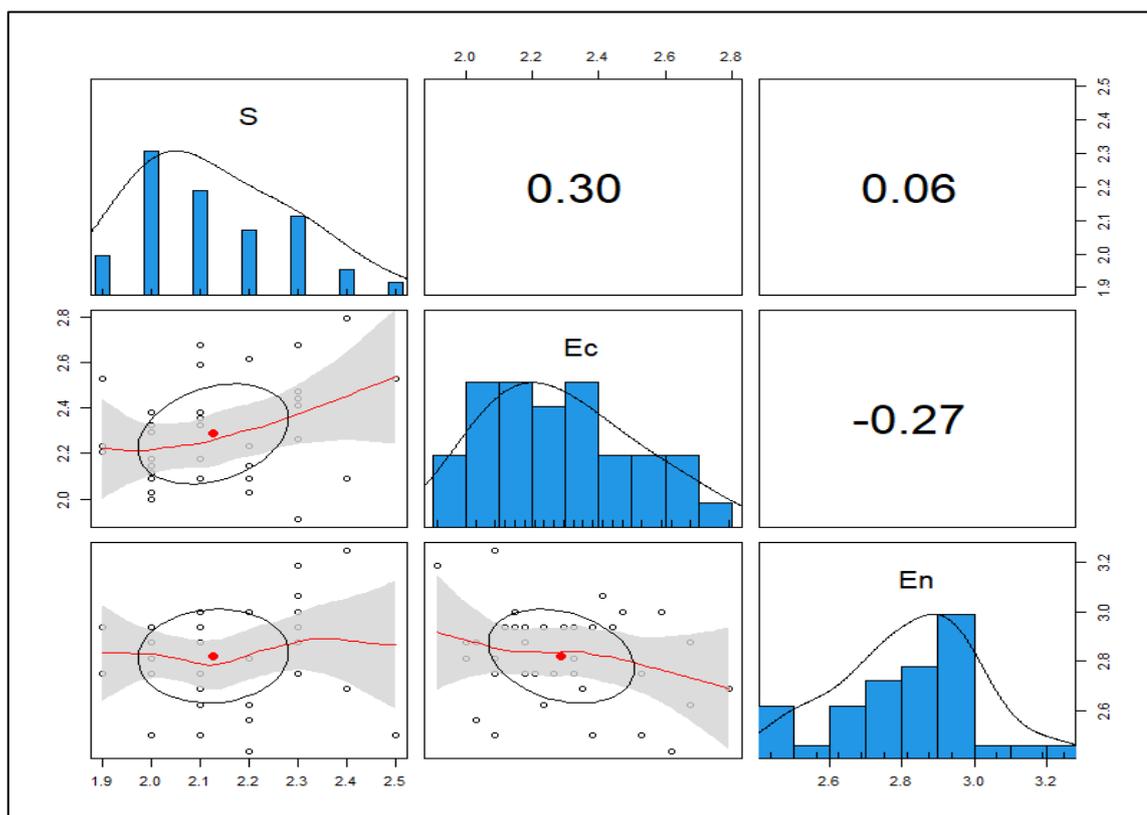
DIMENSIONES	INDICADORES	Valor	Índice general
SOCIAL	Recursos Humanos	2.1	1.9
	Condiciones Laborales	1.3	
	Responsabilidad Social	2.5	
ECONOMIC	Nivel de Rendimiento Economico	2.6	2.1
	Operaciones y Producción	2.3	
	Tec. Invest. y Desarrollo	1.4	
ENVIRONMENTAL	Marketing y Ventas	2.5	2.7
	Huella De Carbono	2.5	
	Huella Ecológica	2.3	
	Calidad de Agua	3.5	

En general, con todos los indicadores resultantes, se obtuvo un índice general de 2.3 correspondiente al nivel medio (Figure 8, Tabla 6).



**Figura 8.** Niveles de sostenibilidad para las dimensión ambiental, social y económica en las Unidades productoras de trucha en la región Amazonas.

Cuando correlacionamos a las dimensiones de sostenibilidad, resultó que, en ninguno de los casos (social con ambiental, social con económica y ambiental con económica) hay correlación moderada, alta ni muy alta entre ellas. Muy contrariamente, existe baja correlación positiva entre las dimensiones social con económica (0.30) y baja correlación negativa entre las dimensiones económica versus ambiental. Hay muy poca o casi nula relación entre las dimensiones: social con ambiental (figura 9).



**Figure 9.** Plot correlación para las dimensiones de sostenibilidad en las unidades productoras de truchas en la Región Amazonas.

### 3.3. Análisis de la Eficiencia Técnica

Según el índice de eficiencia a escala constante, de las 33 UPT 14 se encuentran en la frontera de la eficiencia (Tabla 7) y 19 son ineficientes de las cuales 2 UPT tienen más de 50% de ineficiencia. En general las unidades productoras de trucha de la región Amazonas operan con un 83.87% de eficiencia a escala constante.

Las metas para las UPT ineficientes tiene sentidos diferentes, por ejemplo, solo dos grupos (90-100 y 100) deben reducir el número de empleados (Empl.), así como

incrementar alimento en la etapa de crecimiento; el grupo cuyo índice se encuentra entre 70-90, corresponden a UPT pequeñas, las cuales deben reducir la cantidad de alevinos (Alev.) sembrados y debe incrementar sus campañas por año (de 3 a 4).

Las demás UPT que corresponden a la categoría de mini fundistas, las cuales deben incrementar o mantener las cantidades de estos factores utilizados. Por otro lado, la mayoría de las UPT ineficientes deben incrementar su área dedicada a la acuicultura (Área), lo que indica que su ineficiencia puede deberse al tamaño de su explotación (escala). Las cantidades de alimento empleado en las diferentes etapas también pueden ser optimizadas, gran parte de las UPT deben incrementar la cantidad de alimento con algunas excepciones.

**Tabla 7.**  
*Cumplimiento de metas por tramos (promedios).*

Efi.	F	Empl.	Alev.	Camp	Área	Al_prei	Al_i	Al_c	Al_e	Al_a	Agua	Meta
(%)		{I}	{I}	{I}	{I}	{I}	{I}	{I}	{I}	{I}	{I}	Producción
												{O}
100	14	2	27	4	234	73	92	671	1584	1814	92	3371
90-100	4	3	9	4	76	21	169	378	1525	1875	59	1325
70-90	5	3	34	3	94	107	100	756	1280	1540	84	1640
50-70	8	2	19	4	310	53	86	475	938	1225	75	1325
45-50	2	1	7	4	83	63	175	700	1100	1400	70	750

Conforme se puede apreciar en la Tabla 8, las UPT eficientes son muy dispersas, se tienen explotaciones que desde 60 hasta 600 m<sup>2</sup> de espejo de agua, que siembran desde 2 hasta 100 millares de alevinos.

Además del amplio rango en la cantidad de alimento balanceado empleado y la cantidad de agua, los volúmenes de producción están entre 1500 y 7000 kg de

pescado por campaña. Lo cual indica una gran heterogeneidad en las UPT acuícolas estudiadas.

**Tabla 8.**  
*Unidades productivas eficientes.*

<b>Criterio</b>	<b>Empl.</b>	<b>Alev.</b>	<b>Camp</b>	<b>Área</b>	<b>Al_prei</b>	<b>Al_i</b>	<b>Al_c</b>	<b>Al_e</b>	<b>Al_a</b>	<b>Agua</b>	<b>Meta</b>
	{I}	{I}	{I}	{I}	{I}	{I}	{I}	{I}	{I}	{I}	<b>Producción</b>
											{O}
Mínimo	1	2	2	60	3	40	100	680	1000	60	1500
Promedio	2	27	4	234	73	92	671	1584	1814	92	3371
Máximo	4	100	6	600	500	250	3000	4000	6000	261	7000
Desv. Est.	1	33	1	153	133	58	709	939	1280	52	1951

Las UPT que resultaron ser ineficientes por otro lado, son más pequeñas. Tal como se observa en la Tabla 9, el volumen máximo de producción es de 3000 kg de pescado por campaña; sin embargo, las instalaciones ocupan mayor área de las UPT eficientes (1000 8m<sup>2</sup> frente a 600 m<sup>2</sup>, como valores máximos de ambos grupos, Tablas 8 y 9). También de marea similar a las UPT eficientes, las explotaciones ineficientes son muy heterogéneas.

**Tabla 9.**  
*Unidades productivas ineficientes.*

<b>Criterio</b>	<b>Empl.</b>	<b>Alev.</b>	<b>Camp</b>	<b>Área</b>	<b>Al_prei</b>	<b>Al_i</b>	<b>Al_c</b>	<b>Al_e</b>	<b>Al_a</b>	<b>Agua</b>	<b>Meta</b>
	{I}	{I}	{I}	{I}	{I}	{I}	{I}	{I}	{I}	{I}	<b>Producción</b>
											{O}
Mímimo	1	3	2	46	5	25	250	600	1000	15	500
Promedio	2	19	4	194	59	113	543	1180	1465	74	1335
Máximo	4	150	5	1000	450	500	2300	3200	3600	120	3000
Desv. Est.	1	34	1	222	103	122	445	613	558	23	525

Cuando se analiza las metas para alcanzar a las UPT ineficientes (Tablas 10 y 11), los cambios que deben efectuar en las cantidades de recursos empleados para producir lo mismo, son heterogéneos. Con excepción del número de empleados y el número de campañas al año, todos los factores son susceptibles de ser ajustados para incrementar la eficiencia. Los ajustes que pueden realizarse en la cantidad de recursos empleados son superiores al 40% (Tabla 10).

**Tabla 10.**  
*Cumplimiento de metas*

<b>Criterio</b>	<b>Empl.</b> {I}	<b>Alev.</b> {I}	<b>Camp</b> {I}	<b>Área</b> {I}	<b>Al_prei</b> {I}	<b>Al_i</b> {I}	<b>Al_c</b> {I}	<b>Al_e</b> {I}	<b>Al_a</b> {I}	<b>Agua</b> {I}	<b>Meta</b> <b>Producción</b> {O}
Mínimo	0	1	0	22	3	15	90	297	365	11	500
Promedio	1	6	2	78	15	34	230	631	852	39	1335
Máximo	3	17	3	181	48	90	405	1501	1767	67	3000
Desv. Est.	1	4	1	36	11	17	91	249	318	15	525

Hay evidencia de que los sistemas están desperdiciando alimento en todas las etapas del proceso (desde 41.82% en alimento para acabado hasta 74.73% de alimento de pre inicio). Las 19 explotaciones ineficientes también pueden optimizar el uso del agua en un 46.54% y deben reducir el área destinada a su producción en 59.66%.

**Tabla 11.**  
*Diferencia UPTs ineficientes y metas*

<b>Criterio</b>	<b>Empl.</b> {I}	<b>Alev.</b> {I}	<b>Camp</b> {I}	<b>Área</b> {I}	<b>Al_prei</b> {I}	<b>Al_i</b> {I}	<b>Al_c</b> {I}	<b>Al_e</b> {I}	<b>Al_a</b> {I}	<b>Agua</b> {I}
Ineficiente	2	19	4	194	59	113	543	1180	1465	74
Meta	1	6	2	78	15	34	230	631	852	39
Mejora	47.26 %	69.26 %	55.45 %	59.66 %	74.73%	69.71 %	57.62 %	46.49 %	41.82 %	46.54 %

## IV. DISCUSIÓN.

### *4.1. Caracterización de la UPT*

La acuicultura está sufriendo un crecimiento bastante acelerado a nivel mundial, siendo el sector que constituye el 50 % del alimento y se distingue como la actividad con el mayor potencial para cubrir la demanda existente de alimentos (FAO, 2020), siendo uno de los sectores con potencial para el empleo a gran escala, dominado por pequeños productores y marginales que adoptan tecnologías tradicionales que tienen como resultado una baja productividad y un impacto nominal en sus medios de vida (Duarah & Mall, 2020). La acuicultura peruana ha crecido a una tasa promedio del 30% durante los últimos 20 años; la producción está dominada por especies marinas (vieiras y camarones, que representan respectivamente el 50% y el 23% de toda la producción), así como especies de agua dulce como la trucha (*Oncorhynchus mykiss* ; 22%), la tilapia roja (*Oreochromis spp.* ; 3%) y, más recientemente, pacu negro (Avadí et al., 2015). En la región Amazonas el cultivo de trucha es realizado por pequeños productores en comunidades rurales, con bajos niveles de producción y generación de empleo. La producción de trucha en el mundo se practica en diferentes sistemas de producción, incluido el sistema de flujo extensivo (ES), el sistema de flujo intensivo (IS) y los sistemas acuícolas de recirculación intensiva (RAS) (Samuel-Fitwi et al., 2013), caracterizándose por utilizar abundantes volúmenes de agua, los cuales necesariamente tienen que contar con estándares de calidad elevados para que esta actividad brinde una rentabilidad atractiva; sin embargo, este recurso en gran parte de los casos es restringida o con costo elevados y su calidad natural no brinda las garantías adecuadas para una piscicultura intensiva (Santa Cruz & Barrera, 2018). En Amazonas la producción se realiza en su totalidad bajo el sistema de flujo extensivo (ES). El cultivo de trucha aporta a la oferta de recursos acuícolas, que según (Jayasankar, 2018) se encuentra actualmente en una encrucijada con más del 70 % de los recursos explotados en la pesca y, por lo tanto, la acuicultura es la única opción para llenar el vacío de gran parte de la demanda futura de pescado.

El análisis de los componentes principales permitió seleccionar 23 de 39 variables y definir nueve nuevos componentes que explican el 72,8% de la varianza total

(Tabla 3). Estudios de tipificación en sistemas pecuarios tenemos al realizado por (Tovar-Paredes et al., 2015) en la tipificación de gallinas criollas en agroecosistemas campesinos, identificando nueve componentes principales a partir de 25 variables con mayor grado de discriminación y ausencia de correlación entre las mismas, que explican el 71% de la varianza total. En tanto, Pinedo-Taco et al. (2021) en la caracterización de fincas agropecuarias (crianza de ganado vacuno, cultivo de caña y mora) emplearon 43 variables para caracterizar las unidades agropecuarias.

La tipología de las UPT permite establecer y generar agrupamientos basados en las características registradas en el levantamiento de la información (Rocha-Rodríguez et al., 2016). Agrupar las unidades productoras son de suma importancia porque en cada grupo se pueden realizar acciones de forma conjunta y no de forma individualizada (Científico Criollo Escobar et al., 2016). El empleo del análisis de componentes principales y la rotación varimax con carga factorial mayor a 0,5 (Tabla 3) fue considerada para el análisis de las variables (Coaquira Incacari et al., 2019; Pinedo-Taco et al., 2021), permitiendo la generación de tres variables sintéticas mediante el análisis de componentes principales (Coronel de Renolfi & Ortuño Pérez, 2005; Rocha-Rodríguez et al., 2016): generación de ingresos de la UPT (I-10, I-11 y I-37), realidad socioambiental de la UPT (I-9, I-29, I-34 y I-35) y producción de la UPT (I-21 y I-28). El análisis de clúster (Figura 3) con una distancia euclidiana de 10 permitió identificar la presencia de tres grupos de UPT, donde el 83,4% de la UPT estuvo constituida por los pequeños y medianos productores de trucha.

Estos resultados son importantes porque las zonas altoandinas de la región Amazonas cuentan con un potencial hidrológico, principalmente cauces de los ríos donde se practica la truchicultura, es así, que en el distrito de Molinopampa áreas moderadamente aptas y marginalmente aptas representan el 93% del área total del distrito y que son recomendadas para el cultivo de la trucha (Yunis et al., 2020a), lo cual permitiría aumentar la producción de trucha en esta zona del país. Sin embargo, se debe tener en cuenta los criterios del esquema de sostenibilidad, el aumento constante en el volumen de producción de la trucha puede afectar la sustentabilidad, en particular la producción de alimento como en el caso del salmón

(Cadillo-Benalcazar et al., 2020). Pueden existir diferentes alternativas para la producción sostenible de la trucha, siendo la eficiencia en el uso cultural de la energía (dieta, administración general, transporte y maquinaria, equipo y construcción) un buen indicador de sostenibilidad, porque conforme aumenta la capacidad de producción anual proyectada disminuye la energía cultural gastada por kg de carcasa y filete de trucha comercializado (Diken & Koknaroglu, 2022), otra alternativa podrían ser los servicios ecosistémicos como en el caso de salmón (Rector et al., 2021), los que puedan ser adaptados gradualmente al cultivo de la trucha.

#### ***4.2. Evaluación del índice de sustentabilidad***

Es necesario comprender el concepto de sustentabilidad, entendido como el equilibrio que existe entre una comunidad y su medio para satisfacer sus necesidades de las generaciones actuales sin complicar la capacidad de las generaciones futuras (Castro et al., 2018). Por lo tanto, la acuicultura sostenible puede definirse como la producción de organismos acuáticos de una manera rentable con una relación positiva y continua con el ecosistema y las comunidades; además, los productos resultantes del proceso de producción deben ser aptos para el consumo y cumplir con los requisitos de seguridad alimentaria (Avadí et al., 2015). Gracias a la Comisión de Bruntland, se estableció una de las definiciones de sostenibilidad más conocidas Michael Redclift 2005, por lo que ahora es habitual establecer un enfoque multidimensional (Altintas et al., 2020; Valizadeh & Hayati, 2021). Es posible entonces, considerar criterios económicos, sociales y ambientales para estudiar la sostenibilidad de un territorio (Heredia-R et al., 2020; B. Torres et al., 2022), en este caso, a las unidades productivas de trucha en la región Amazonas del Perú.

Pese a los esfuerzos metodológicos, capturar la complejidad sistémica de la sostenibilidad a través de la evaluación es difícil (Pope et al., 2004; Purvis et al., 2019) y se ha convertido en un reto constante que busca integrar aspectos desde varios enfoques (por ejemplo en esta investigación; caracterizando, buscando índices así como evaluando eficiencia de la producción en piscicultura). Sin embargo, está justificada por la atención de los formuladores de políticas más allá

de la productividad, para incluir dimensiones del bienestar humano y la solidez ecológica (Heredia-R et al., 2020).

En este sentido se recalca que, las herramientas metodológicas integradas para obtener el índice de sostenibilidad en esta investigación, hicieron posible determinar problemas de una forma sencilla y al alcance de los piscicultores gracias al Principio-Criterio-Indicador (PCI) (Ruiz Cabello), al enfoque SMART: Specific, Measurable, Achievable, Relevant and Time-bound (Hughes et al., 2021; Kubina et al., 2021), escalas de sostenibilidad (Sarandón) y análisis de correlaciones. En tanto que, nuevos enfoques pueden ser integrados con nuevas dimensiones como la ecológica, cultural y político institucional (Islahuddin et al., 2021). Así mismo, se pueden desarrollar nuevos indicadores y sub indicadores que representen con mayor precisión la realidad. (Santa Cruz & Barrera, 2018) asevera que los indicadores son datos (estadísticas) que ayudan a evaluar el estado del ambiente o también los cambios que se generan en un contexto específico. De la misma forma (Valizadeh & Hayati, 2021) manifiestan que los indicadores son instrumentos de información que se usa con el objetivo de medir y facilitar el estudio, generando que sea de fácil entendimiento ante una audiencia determinada; logrando convertirse en instrumentos de seguimiento, de evaluación, de previsión y de ayuda para la toma de decisiones (Osmundsen et al., 2020). A partir de los cuales se logrará potenciar nuevas investigaciones en piscicultura, respecto a indicadores comúnmente usados (d'Orbcastel et al., 2009; Martins et al., 2010). Pese a las bajas correlaciones entre las dimensiones de sostenibilidad, es posible mayores valores entre sub indicadores, puesto que en nuestra muestra de sujetos hay subgrupos, las relaciones que podemos encontrar pueden ser muy distintas si las calculamos en cada grupo o en todos los sujetos. En estos casos podemos probar a futuro calculando las correlaciones que nos interesen en cada subgrupo y en cada submuestra (Valenti et al., 2021).

#### ***4.3. Eficiencia técnica***

En las 33 unidades productoras de trucha evaluadas, se encontró un índice de eficiencia alto (83.87%) lo que indica que opera con niveles de eficiencia técnica superiores a operaciones acuícolas de Asia, África y Estados Unidos y, niveles comparables a las explotaciones acuícolas europeas, conforme se han reportado en estudios precedentes (Iliyasu et al., 2014). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que

la técnica empleada, al ser un método determinístico, tiende a presentar sobreestimaciones en los cálculos (Bravo-Ureta et al., 2007).

El tamaño de explotación es un factor determinante del nivel de eficiencia observado, lo que sugiere que como en otros estudios las unidades acuícolas podrían ser más eficientes cuando incrementen su tamaño (Arita & Leung, 2014). Aunque en para todos los recursos se encontraron holguras que las unidades ineficientes deberían solucionar, la subutilización del alimento requiere especial cuidado, debido a que el mayor costo de producción está en este factor (Iliyasu et al., 2016). Lo cual abre la posibilidad de que la industria local busque mejorar la eficiencia en el suministro de alimentos mediante modificaciones en el estanque o ajustes en las formulaciones alimenticias empleadas. Una alternativa podría ser la implementación de sistemas de policultivo que aprovechen con mayor eficiencia el alimento suministrado (Aung et al., 2021).

En este trabajo se hace un análisis de la eficiencia a escala constante, sin embargo conforme recomiendan otros investigadores (Iliyasu et al., 2014), estudios de la eficiencia asignativa y económica serían necesarios para una mayor comprensión en la toma de decisiones.

La DEA brinda información valiosa para apoyar los procesos de toma de decisiones sobre la asignación de recursos dentro de los sectores productivos y gubernamentales (Santa Cruz & Barrera, 2018). Se ha utilizado cada vez más para el análisis de sistemas agrícolas (Mónica et al., 2015), entre ellos la acuicultura (Rodrigues et al., 2019). Los principales objetivos de la DEA incluyen: mostrar las causas y el alcance de la ineficiencia relativa de cada unidad productiva comparada, generar un indicador de eficiencia y determinar nuevas metas de producción para maximizar la eficiencia de la DMU (Saikai et al., 2020). El análisis envolvente de datos es una de las herramientas más utilizadas hasta ahora para medir la eficiencia en unidades productoras acuícolas (See et al., 2021), por lo que los resultados encontrados podrían ser de gran utilidad para los tomadores de decisiones y hacedores de políticas orientadas a mejorar la competitividad y eficiencia en las unidades productivas de trucha estudiadas.

## V. CONCLUSIONES

- Se encontraron 3 grupos de unidades productivas de trucha en la región Amazonas, Perú, agrupadas según la producción anual total de pescado, divididas en mini productores, pequeños productores y medianos productores.
- Cuando se buscó calcular el índice de sustentabilidad en el que operan las unidades productivas de trucha de la región Amazonas, Perú, se obtuvo un índice general de nivel medio con un total de 60 subindicadores, repartidos en 4 indicadores sociales (con 10 subindicadores), 4 económicos (con 34 subindicadores) y 3 ambientales (sumando 16 subindicadores).
- Por otro lado, de 33 unidades productoras evaluadas, 14 se ubicaron en la frontera eficiente y en general los truchicultores de la región Amazonas operan al 83.87% de eficiencia técnica. Todos los recursos tuvieron holguras, en consecuencia, todos pueden ser ajustados y los recursos más subutilizados son el terreno (área), alimento y semilla (alevinos). Finalmente, se puede afirmar que las unidades truchicultoras del nororiente peruano se encuentran en 3 grupos diferenciados por el volumen de producción, operan en un nivel de sustentabilidad media y en su mayoría se encuentran en niveles de ineficiencia técnica.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Para el caso de las UPT del clúster de mini productor y pequeño productor, es necesario tomar acciones correctivas relacionadas con su producción, tipo de alimento que utiliza, infraestructura, volumen de producción, entre otros; los cuales van a permitir desarrollar de manera mas adecuada su producción, así como mejorar sus ingresos económicos.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, es necesario que los entes tomadores de decisiones puedan emplear políticas públicas de fortalecimiento de la producción de trucha en la región Amazonas, y así poder elevar los indices de sustentabilidad y eficiencia técnica de las UPT.
- Se recomienda realizar estudios de evaluación del índice de sustentabilidad y eficiencia técnica a especies de agua caliente que se tiene en la Región Amazonas tales como paco, gamitana y tilapia.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Altintas, K., Vayvay, O., Apak, S., & Cobanoglu, E. (2020). An extended GRA method integrated with fuzzy AHP to construct a multidimensional index for ranking overall energy sustainability performances. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(4). <https://doi.org/10.3390/su12041602>
- Alvarado, J. (2016). Desarrollo de Indicadores de Sostenibilidad para la Maricultura del Ecuador. *Revista Internacional de Investigación y Docencia (RIID)*, *13*. <https://doi.org/10.19239/riidv1n1p20>
- Arain, A. L., Pummill, R., Adu-Brimpong, J., Becker, S., Green, M., Ilardi, M., Van Dam, E., & Neitzel, R. L. (2020). Analysis of e-waste recycling behavior based on survey at a Midwestern US University. *Waste Management*, *105*, 119–127. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.02.002>
- Arita, S., & Leung, P. (2014). A Technical Efficiency Analysis of Hawaii's Aquaculture Industry. *Journal of the World Aquaculture Society*, *45*(3), 312–321. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jwas.12124>
- Aung, Y. M., Khor, L. Y., Tran, N., Shikuku, K. M., & Zeller, M. (2021). Technical efficiency of small-scale aquaculture in Myanmar: Does women's participation in decision-making matter? *Aquaculture Reports*, *21*, 100841. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100841>
- Avadí, A., Pelletier, N., Aubin, J., Ralite, S., Núñez, J., & Fréon, P. (2015). Comparative environmental performance of artisanal and commercial feed use in Peruvian freshwater aquaculture. *Aquaculture*, *435*, 52–66. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.08.001>
- Bastardo, A., Sierralta, V., León, J., Ravelo, C., & Romalde, J. L. (2011). Phenotypical and genetic characterization of *Yersinia ruckeri* strains isolated from recent outbreaks in farmed rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) in Peru. *Aquaculture*, *317*(1), 229–232. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.03.040>
- Boström, M. (2012). A missing pillar? Challenges in theorizing and practicing social sustainability: introduction to the special issue. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, *8*(1), 3–14. <https://doi.org/10.1080/15487733.2012.11908080>
- Bravo-Ureta, B. E., Solís, D., Moreira López, V. H., Maripani, J. F., Thiam, A., & Rivas, T. (2007). Technical efficiency in farming: a meta-regression analysis. *Journal of Productivity Analysis*, *27*(1), 57–72. <https://doi.org/10.1007/s11123-006-0025-3>
- Cadillo-Benalcazar, J. J., Giampietro, M., Bukkens, S. G. F., & Strand, R. (2020). Multi-scale integrated evaluation of the sustainability of large-scale use of alternative feeds in salmon aquaculture. *Journal of Cleaner Production*, *248*, 119210. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.119210>
- Carrera-Quintana, S. C., Gentile, P., & Girón-Hernández, J. (2022). An overview on the aquaculture development in Colombia: Current status, opportunities and challenges. *Aquaculture*, *561*, 738583.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738583>

- Castro, A. L., Pinto-Martínez, A. M., & Craz-Castillo, N. S. (2018). *Acciones prácticas en materia de sustentabilidad*. Universidad de Sonora.  
<https://doi.org/10.29410/QTP.18.08>
- César, V., Zacarías, A., Félix, ;, Mayta, C., Otiniano, A. J., Jiménez, J. E., Molina, L., & La Molina-Lima, P. (2018). Caracterización multivariada de fincas productoras de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) del Valle del Mantaro, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 9(2), 269–279.  
<https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2018.02.12>
- Chambers, J. M., Wyborn, C., Ryan, M. E., Reid, R. S., Riechers, M., Serban, A., Bennett, N. J., Cvitanovic, C., Fernández-Giménez, M. E., Galvin, K. A., Goldstein, B. E., Klenk, N. L., Tengö, M., Brennan, R., Cockburn, J. J., Hill, R., Munera, C., Nel, J. L., Österblom, H., ... Pickering, T. (2021). Six modes of co-production for sustainability. *Nature Sustainability*, 4(11), 983–996.  
<https://doi.org/10.1038/s41893-021-00755-x>
- Chanamé, F., Bedriñana, M., & Bedriñana, D. (2017). *Efecto de la crianza intensiva de truchas sobre la calidad del agua del río Chía en el distrito de Ingenio, Junín - Perú / Prospectiva Universitaria*. 66–71.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978a). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444.  
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978b). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444.  
[https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Chopin, P., Mubaya, C. P., Descheemaeker, K., Öborn, I., & Bergkvist, G. (2021). Avenues for improving farming sustainability assessment with upgraded tools, sustainability framing and indicators. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(2), 1–20. <https://doi.org/10.1007/S13593-021-00674-3/FIGURES/1>
- Choque, S. E. M. (2017). *Caracterización del crecimiento de truchas arcoiris (oncorhynchus mykiss) en el lago Titicaca mediante modelos no lineales*. 06(2), 109–124.
- Chung, S., Park, Y. W., & Cheong, T. (2020). A mathematical programming approach for integrated multiple linear regression subset selection and validation. *Pattern Recognition*, 108, 107565. <https://doi.org/10.1016/J.PATCOG.2020.107565>
- Científico Criollo Escobar, A., Burbano, L., Ibarra, B., Belalcazar, M., productivos café, S., Criollo Escobar, H., César Lagos Burbano, T., Bacca Ibarra, T., Alixa Muñoz Belalcazar, J., Agrónomo, I., & asociado, profesor. (2016). CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CAFÉ EN NARIÑO, COLOMBIA. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 19(1), 105–113.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-42262016000100012&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262016000100012&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Coaquira Incacari, R., Julca Otiniano, A., Coaquira Lastarria, R. J., Mendoza Cortez, J.

- W., Coaquira Incacari, R., Julca Otiniano, A., Coaquira Lastarria, R. J., & Mendoza Cortez, J. W. (2019). Caracterización de las unidades productoras de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la provincia de Jauja, Junín, Perú. *Idesia (Arica)*, 37(4), 101–108. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292019000400101>
- Coronel de Renolfi, M., & Ortuño Pérez, S. F. (2005). Tipificación de los sistemas productivos agropecuarios en el área de riego de Santiago del Estero, Argentina. *Problemas Del Desarrollo*, 36(140), 64–88. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-70362005000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362005000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Costa-Pierce, B., & Chopin, T. (2021). The hype, fantasies and realities of aquaculture development globally and in its new geographies. *World Aquaculture*, 52, 23–35.
- d'Orbcastel, E. R., Blancheton, J. P., & Aubin, J. (2009). Towards environmentally sustainable aquaculture: Comparison between two trout farming systems using Life Cycle Assessment. *Aquacultural Engineering*, 40(3), 113–119. <https://doi.org/10.1016/J.AQUAENG.2008.12.002>
- Diken, G., & Koknaroglu, H. (2022). Projected annual production capacity affects sustainability of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) reared in concrete ponds in terms of energy use efficiency. *Aquaculture*, 551, 737958. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2022.737958>
- Djordjević, B., Mane, A. S., & Krmac, E. (2021). Analysis of dependency and importance of key indicators for railway sustainability monitoring: A new integrated approach with DEA and Pearson correlation. *Research in Transportation Business & Management*, 41, 100650. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100650>
- Duarah, J. P., & Mall, M. (2020). Diversified fish farming for sustainable livelihood: A case-based study on small and marginal fish farmers in Cachar district of Assam, India. *Aquaculture*, 529, 735569. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735569>
- FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. In *Fao*. <https://doi.org/https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Freitas, J., Vaz-Pires, P., & Câmara, J. S. (2020). From aquaculture production to consumption: Freshness, safety, traceability and authentication, the four pillars of quality. *Aquaculture*, 518, 734857. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734857>
- Fuentes-Pérez, J. F., & Sanz-Ronda, F. J. (2021). A Custom Sensor Network for Autonomous Water Quality Assessment in Fish Farms. *Electronics*, 10(18). <https://doi.org/10.3390/electronics10182192>
- Gallego-Alarcón, I., Fonseca, C. R., García-Pulido, D., & Díaz-Delgado, C. (2019). Proposal and assessment of an aquaculture recirculation system for trout fed with harvested rainwater. *Aquacultural Engineering*, 87, 102021. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2019.102021>
- Heredia-R, M., Torres, B., Cayambe, J., Ramos, N., Luna, M., & Diaz-Ambrona, C. G. H. (2020). Sustainability Assessment of Smallholder Agroforestry Indigenous Farming in the Amazon: A Case Study of Ecuadorian Kichwas. *Agronomy*, 10(12).

<https://doi.org/10.3390/agronomy10121973>

- Hughes, A. C., Qiao, H., & Orr, M. C. (2021). Extinction Targets Are Not SMART (Specific, Measurable, Ambitious, Realistic, and Time Bound). In *BioScience* (Vol. 71, Issue 2, pp. 115–118). Oxford University Press.  
<https://doi.org/10.1093/biosci/biaa148>
- Idenyi, J. N., Eya, J. C., Nwankwegu, A. S., & Nwoba, E. G. (2022). Aquaculture sustainability through alternative dietary ingredients: Microalgal value-added products. *Engineering Microbiology*, 100049.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.engmic.2022.100049>
- Iliyasu, A., Mohamed, Z. A., Ismail, M. M., Abdullah, A. M., Kamarudin, S. M., & Mazuki, H. (2014). A REVIEW OF PRODUCTION FRONTIER RESEARCH IN AQUACULTURE (2001–2011). *Aquaculture Economics & Management*, 18(3), 221–247. <https://doi.org/10.1080/13657305.2014.926464>
- Iliyasu, A., Mohamed, Z. A., & Terano, R. (2016). Comparative analysis of technical efficiency for different production culture systems and species of freshwater aquaculture in Peninsular Malaysia. *Aquaculture Reports*, 3, 51–57.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2015.12.001>
- Islahuddin, I. ., Akib, H. ., Eppang, B. M. ., Salim, M. A. M. ., & Darmayasa, D. (2021). View of Reconstruction of the actor collaboration model in the development of marine tourism destinations in the new normal local economy. *Linguistics and Culture Review*, 5(52), 1505–1520.  
<http://www.lingcure.org/index.php/journal/article/view/2013/821>
- Jayasankar, P. (2018). Present status of freshwater aquaculture in india - A review. *Indian Journal of Fisheries*, 65(4), 157–165.  
<https://doi.org/10.21077/ijf.2018.65.4.81300-20>
- Kause, A., Nousiainen, A., & Koskinen, H. (2022). Improvement in feed efficiency and reduction in nutrient loading from rainbow trout farms: the role of selective breeding. *Journal of Animal Science*, 100(8). <https://doi.org/10.1093/jas/skac214>
- Kubina, M., Šulyová, D., & Vodák, J. (2021). Comparison of Smart City Standards, Implementation and Cluster Models of Cities in North America and Europe. *Sustainability*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/su13063120>
- Lores, A., Leyva, A., & Varela, M. (2008). Los Dominios de Recomendaciones: Establecimiento e importancia para el análisis científico de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, 29(3), 5–10.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362008000300001&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362008000300001&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Machado, M., Nicholls, I., Márquez, S., & Turbay, S. (2015). Caracterización de nueve agroecosistemas de café de la cuenca del río Porce, Colombia, con un enfoque agroecológico. *IDESIA (Chile)*, 33.
- Martins, C. I. M., Eding, E. H., Verdegem, M. C. J., Heinsbroek, L. T. N., Schneider, O., Blancheton, J. P., d'Orbcastel, E. R., & Verreth, J. A. J. (2010). New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural Engineering*, 43(3), 83–93.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2010.09.002>

- Milewski, I., & Smith, R. E. (2019). Sustainable aquaculture in Canada: Lost in translation. *Marine Policy*, *107*, 103571. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103571>
- Mónica, M., Nicholls, C. I., Márquez, S. M., & Turbay, S. (2015). Caracterización de nueve agroecosistemas de café de la cuenca del río Porce, Colombia, con un enfoque agroecológico. *Idesia (Arica)*, *33*(1), 69–83. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292015000100008>
- Ogasawara, Y., & Kon, M. (2021). Two clustering methods based on the Ward's method and dendrograms with interval-valued dissimilarities for interval-valued data. *International Journal of Approximate Reasoning*, *129*, 103–121. <https://doi.org/10.1016/J.IJAR.2020.11.001>
- Osmundsen, T. C., Amundsen, V. S., Alexander, K. A., Asche, F., Bailey, J., Finstad, B., Olsen, M. S., Hernández, K., & Salgado, H. (2020). The operationalisation of sustainability: Sustainable aquaculture production as defined by certification schemes. *Global Environmental Change*, *60*, 102025. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.102025>
- Pinedo-Taco, R., Pinedo-Taco, R. E., Gómez-Pando, L. R., & Julca-Otiniano, A. M. (2021). QUINOA (Chenopodium quinoa Willd.) FARMERS TYPOLOGY IN AGROECOSYSTEMS OF INTER-ANDEAN VALLEYS FROM PERU. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *24*(3). <https://doi.org/10.56369/tsaes.3658>
- Pope, J., Annandale, D., & Morrison-Saunders, A. (2004). Conceptualising sustainability assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, *24*(6), 595–616. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eiar.2004.03.001>
- Priya, R., & Ramesh, D. (2020). ML based sustainable precision agriculture: A future generation perspective. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, *28*(July), 100439. <https://doi.org/10.1016/j.suscom.2020.100439>
- Purvis, B., Mao, Y., & Robinson, D. (2019). Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. *Sustainability Science*, *14*(3), 681–695. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0627-5>
- Rector, M. E., Filgueira, R., & Grant, J. (2021). Ecosystem services in salmon aquaculture sustainability schemes. *Ecosystem Services*, *52*, 101379. <https://doi.org/10.1016/J.ECOSER.2021.101379>
- Rocha-Rodríguez, C., Mora-Delgado, J., & Romero-Vargas, J. C. (2016). Tipología de sistemas de producción en la zona rural del municipio de Ibagué, Colombia. *Agronomy Mesoamerican*, *27*(2), 253–264. <https://doi.org/10.15517/AM.V27I2.24360>
- Rodrigues, W. S., Mauad, J. R. C., Vogel, E., Sabbag, O. J., & Ruviaro, C. F. (2019). Sustainability and technical efficiency of fish hatcheries in the STATE of MATO GROSSO do SUL, Brazil. *Aquaculture*, *500*(October 2017), 228–236. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.10.024>
- Saikai, Y., Patel, V., & Mitchell, P. D. (2020). Machine learning for optimizing complex site-specific management. *Computers and Electronics in Agriculture*, *174*(March), 105381. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105381>

- Samuel-Fitwi, B., Nagel, F., Meyer, S., Schroeder, J. P., & Schulz, C. (2013). Comparative life cycle assessment (LCA) of raising rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in different production systems. *Aquacultural Engineering*, *54*, 85–92. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2012.12.002>
- Sanchez-Matos, J., Regueiro, L., González-García, S., & Vázquez-Rowe, I. (2022). Environmental performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) production in Galicia-Spain: A Life Cycle Assessment approach. *Science of The Total Environment*, *159049*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159049>
- Sanchez-Matos, J., Regueiro, L., González-García, S., & Vázquez-Rowe, I. (2023). Environmental performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) production in Galicia-Spain: A Life Cycle Assessment approach. *Science of The Total Environment*, *856*, 159049. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159049>
- Santa Cruz, G., & Barrera, C. G. A. (2018). *Análisis de factibilidad técnica y financiera de una granja productora de trucha arco iris (oncorhynchus mykiss), utilizando sistema de recirculación, en Madrid, Cundinamarca*. 136.
- Sarandón, S., & Flores, C. (2014). *Agroecología*. D - Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.
- See, K. F., Ibrahim, R. A., & Goh, K. H. (2021). Aquaculture efficiency and productivity: A comprehensive review and bibliometric analysis. *Aquaculture*, *544*, 736881. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736881>
- Torres-Barrera, N. H., & Grandas-Rincón, I. A. (2017). Estimación de los desperdicios generados por la producción de trucha arcoíris en el lago de Tota, Colombia. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, *18*(2), 247–255. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol18\\_num2\\_art:631](https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num2_art:631)
- Torres, B., Cayambe, J., Paz, S., Ayerve, K., Heredia-R, M., Torres, E., Luna, M., Toulkeridis, T., & García, A. (2022). Livelihood Capitals, Income Inequality, and the Perception of Climate Change: A Case Study of Small-Scale Cattle Farmers in the Ecuadorian Andes. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(9). <https://doi.org/10.3390/su14095028>
- Torres, S. M., Pereira, F. de A. R., de Souza, C. C., & Ferreira, M. B. (2017). Análise da eficiência da produção da piscicultura na região de Dourados - MS. *Espacios*, *38*(52).
- Tovar-Paredes, J. L., Narváez-Solarte, W., & Agudelo-Giraldo, L. (2015). TIPIFICACIÓN DE LA GALLINA CRIOLLA EN LOS AGROECOSISTEMAS CAMPESINOS DE PRODUCCIÓN EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA SELVA DE FLORENCIA (CALDAS). *Luna Azul*, *41*, 57–72. <https://doi.org/10.17151/LUAZ.2015.41.4>
- Valenti, W. C., Barros, H. P., Moraes-Valenti, P., Bueno, G. W., & Cavalli, R. O. (2021). Aquaculture in Brazil: past, present and future. *Aquaculture Reports*, *19*, 100611. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100611>
- Valizadeh, N., & Hayati, D. (2021). Development and validation of an index to measure agricultural sustainability. *Journal of Cleaner Production*, *280*, 123797. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123797>

- Velmurugan, P., Kannagi, A., & Varsha, M. (2021). *Algoritmo superior de predicción de cultivos por enumeración difusa para aplicaciones agrícolas de big data*. 1–17.
- Wadood, S. A., Nie, J., Li, C., Rogers, K. M., Khan, A., Khan, W. A., Qamar, A., Zhang, Y., & Yuwei, Y. (2022). Rice authentication: An overview of different analytical techniques combined with multivariate analysis. *Journal of Food Composition and Analysis*, *112*, 104677. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2022.104677>
- Wilfart, A., Garcia-Launay, F., Terrier, F., Soudé, E., Aguirre, P., & Skiba-Cassy, S. (2023). A step towards sustainable aquaculture: Multiobjective feed formulation reduces environmental impacts at feed and farm levels for rainbow trout. *Aquaculture*, *562*, 738826. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738826>
- Yu, T. K., Lin, F. Y., Kao, K. Y., Chao, C. M., & Yu, T. Y. (2019). An innovative environmental citizen behavior model: Recycling intention as climate change mitigation strategies. *Journal of Environmental Management*, *247*(February), 499–508. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.101>
- Yunis, C. R. C., López, R. S., Cruz, S. M. O., Castillo, E. B., López, J. O. S., Trigos, D. I., & Briceño, N. B. R. (2020a). Land suitability for sustainable aquaculture of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in molinopampa (Peru) based on RS, GIS, and AHP. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *9*(1). <https://doi.org/10.3390/ijgi9010028>
- Yunis, C. R. C., López, R. S., Cruz, S. M. O., Castillo, E. B., López, J. O. S., Trigos, D. I., & Briceño, N. B. R. (2020b). Land Suitability for Sustainable Aquaculture of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Molinopampa (Peru) Based on RS, GIS, and AHP. *ISPRS International Journal of Geo-Information 2020*, *Vol. 9*, Page 28, *9*(1), 28. <https://doi.org/10.3390/IJGI9010028>
- Zepeda, I. C. (2019). *Evaluación de la sustentabilidad de la actividad acuícola en México*. *1*, 55.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1: CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES  
PRODUCTORAS DE TRUCHA**

## Anexo 1.1: ENCUESTA DE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS UPT



### ENCUESTA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS DE TRUCHA EN LA REGIÓN AMAZONAS

#### Datos generales del productor

Apellidos y nombres : \_\_\_\_\_  
 Lugar de producción : \_\_\_\_\_  
 - Sector/anexo/localidad : \_\_\_\_\_ Distrito : \_\_\_\_\_ Provincia: \_\_\_\_\_  
 - Fecha : \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

#### Aspectos sociales del productor

- Sexo:  
 Masculino ( ) Femenino ( )
- Nivel de instrucción:
 

Ninguno	
Inicial	
Primaria	
Secundaria	
Técnico	
Universitario	
- En su distrito/pueblo/caserío cuenta con Puestos de salud:  
 SI ( ) NO ( )
- Número de personas en su hogar
 

De 1 a 2	
De 3 a 4	
De 4 a 6	
De 6 a más	
- Cual servicio básico le falta:
 

Agua potable	
Luz	
Desagüe	
Más de uno	
- La vivienda en la que vive es propia  
 SI ( ) NO ( )
- Tipo de Vivienda en la que vive:
 

Casa de caña o carrizo	
Casa de madera	
Casa de adobe	
Casa de material noble	
Casa mixta	
- El distrito/pueblo/caserío cuenta con transporte público:  
 SI ( ) NO ( )
- Participa o pertenece a una asociación productiva:  
 SI ( ) NO ( )  
 Si su respuesta es SI ¿cómo se denomina?: \_\_\_\_\_
- Su ingreso económico mensual oscila entre:
 

500 y 1000 soles	
1001 y 1500 soles	
1501 y 2000 soles	
2001 y 2500 soles	
2501 y 3000 soles	
Más de 3000 soles	
- Cuenta con acceso a crédito para su producción:  
 SI ( ) NO ( )
- ¿Ha recibido capacitaciones en truchicultura?  
 SI ( ) NO ( )

#### Aspectos económicos del productor

- ¿Cuántas cosechas por año realiza?
 

De 1 a 2	
De 2 a 3	
De 3 a 4	
Más de 4	
- ¿Cuánto es el volumen de producción por cosecha en toneladas?
 

De 0 a 1	
De 1 a 3	
De 3 a 5	
De 5 a 7	
De 7 a más	
- ¿Cuál es su ingreso económico promedio por campaña en soles?
 

De 0 a 1000	
De 1001 a 2000	
De 2001 a 3000	
De 3001 a 4000	
De 4001 a 5000	
De 5001 a más	
- ¿Cómo adquiere las ovas y/o alevinos de trucha?
 

La produce	
Compra a otro productor	
Compra a la DIREPRO	
Compra directa con importadoras	
- ¿Qué tipo de alimento suministra a su producción?
 

Pre fabricado	
Extruido	
Peletizado	
Pre fabricado y peletizado	
Otro	
- Aparte del cultivo de trucha a que otra actividad se dedica
 

Sólo cultivo de trucha	
Agro Pecuaria	
Forestal	
Turismo	
Comercio	
Otros	
- Posee título de propiedad de su piscigranja  
 SI ( ) NO ( )



20. ¿Cuántos metros cuadrados de espejo de agua posee?

De 1 a 50	
De 51 a 100	
De 101 a 200	
De 201 a más	

21. ¿Cuánto es su densidad promedio por metro cuadrado de trucha en la etapa de engorde?

De 50 a 60	
De 61 a 70	
De 71 a 80	
De 81 a 90	
De 90 a más	

22. Realiza muestreos biométricos periódicos de su producción  
SI ( ) NO ( )

23. ¿Hacia dónde desemboca el agua que utiliza?

Va hacia algún cultivo	
Va a reciclado	
Vuelve a su cauce natural	
Otro (especifique)	

24. ¿En qué presentación vende su trucha?

Fresco	
Eviscerado	
Empacado al vacío	
Fresco - eviscerado	
Fresco - eviscerado - empacado al vacío	

25. Precio de venta por kilo de trucha en soles

De 12 a 14	
De 14 a 16	
De 16 a 18	
De 18 a más	

26. ¿Cuánto es su costo de producción aproximado en soles por kilo de trucha producido?

De 1 a 5	
De 5 a 10	
De 10 a 15	
De 15 a más	

27. ¿A quiénes vende su producción?

Consumidor final	
Intermediario	
Empresa y/o asociación	
Consumidor final - intermediario	
Consumidor final - intermediario - Empresa	

28. ¿Dónde vende su producción?

En el centro de producción	
Mercado local y distrital	
Mercado provincial y regional	
centro de producción - Mercado local y distrital	
centro de producción - Mercado local y distrital - Mercado provincial y regional	
Otros	

29. ¿Cuántas personas trabajan en su centro productivo (incluido usted)?

De 1 a 2	
De 2 a 4	
De 4 a 6	
De 6 a más	

30. Experiencia en piscicultura (años)

De 1 a 3	
De 3 a 5	
De 5 a 10	
Más de 10	

**Factores Ambientales**

31. ¿Cuál es la fuente de abastecimiento del agua de su piscigranja?

Nacientes de agua	
Quebradas	
Río	
Canales de riego	
Otros	

32. El caudal de agua es constante todo el año  
SI ( ) NO ( )

33. La calidad del agua es

Óptima	
Buena	
Regular	
Mala	

34. Cuenta con disposición final de sus residuos  
SI ( ) NO ( )

35. Aparte de la autorización de la DIREPRO cuenta con otro tipo de autorización:  
SI ( ) NO ( )

36. En su producción utiliza antibióticos  
SI ( ) NO ( )

37. ¿Cuál es el principal problema que se presenta en su unidad productiva?

Depredadores y/o enfermedades	
Manejo del cultivo (disponibilidad de semilla y alimento, control técnico)	
Falta de Agua	
Disponibilidad económica	
Otro (especifique)	

38. ¿Está usted satisfecho con su producción?

Muy satisfecho	
Satisfecho	
Medianamente satisfecho	
Poco satisfecho	
No satisfecho	

39. Cuenta con un manejo adecuado de residuos sólidos ordinarios (peces muertos, residuos de alimentos, heces, desperdicios de empaques, etc.)

SI ( ) NO ( )

## Anexo 1.2: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉZ DE JUICIO DE EXPERTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

ESCUELA DE POSGRADO

Doctorado en ciencias para el desarrollo sustentable

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Quien suscribe, Percy Zuta Castillo, identificado con DNI N° 40125457, de Grado académico Maestro con mención en Gestión Pública mediante la presente dejo constancia, que el Instrumento para la Recolección de Datos (encuesta) del Trabajo de pos Grado Titulado: “Evaluación del índice de sustentabilidad y eficiencia relativa de la producción de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en la región Amazonas”, presentado por el doctorando: Roberto Carlos Mori Zababurú, ha sido analizado con respecto a su COHERENCIA, PERTINENCIA, INDEPENDENCIA E IMPACTO, cumpliendo satisfactoriamente con el propósito para el cual ha sido diseñado y reúne los requisitos necesarios para ser válido y por ende, cumple con los objetivos que se plantean en la investigación.

Por tal razón, se extiende la siguiente constancia en señal de APROBACIÓN del instrumento de estudio.

Chachapoyas, 18 de mayo del 2022

Nombre: Percy Zuta Castillo  
DNI. 40125457



### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Quien suscribe, RAFAEL AUGUSTO ARAUJO RIVEIRO, identificado con DNI N° 05343313, de Grado académico INGENIERO PESQUERO con mención en PESQUERÍA mediante la presente dejo constancia, que el Instrumento para la Recolección de Datos (encuesta) del Trabajo de pos Grado Titulado: "Evaluación del índice de sustentabilidad y eficiencia relativa de la producción de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en la región Amazonas", presentado por el doctorando: Roberto Carlos Mori Zabarburú, ha sido analizado con respecto a su COHERENCIA, PERTINENCIA, INDEPENDENCIA E IMPACTO, cumpliendo satisfactoriamente con el propósito para el cual ha sido diseñado y reúne los requisitos necesarios para ser válido y por ende, cumple con los objetivos que se plantean en la investigación.

Por tal razón, se extiende la siguiente constancia en señal de APROBACIÓN del instrumento de estudio.

Chachapoyas, 16 de Mayo del 2022

Nombre: RAFAEL AUGUSTO ARAUJO RIVEIRO  
DNI. 05343313

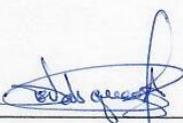


### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Quien suscribe, DELIA ROSA VÁSQUEZ ACUÑA, identificado con DNI N° 27391733, de Grado académico BIOLOGO con mención en RESQUERIA mediante la presente dejo constancia, que el Instrumento para la Recolección de Datos (encuesta) del Trabajo de pos Grado Titulado: **“Evaluación del índice de sustentabilidad y eficiencia relativa de la producción de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en la región Amazonas”**, presentado por el doctorando: Roberto Carlos Mori Zababurú, ha sido analizado con respecto a su COHERENCIA, PERTINENCIA, INDEPENDENCIA E IMPACTO, cumpliendo satisfactoriamente con el propósito para el cual ha sido diseñado y reúne los requisitos necesarios para ser válido y por ende, cumple con los objetivos que se plantean en la investigación.

Por tal razón, se extiende la siguiente constancia en señal de APROBACIÓN del instrumento de estudio.

Chachapoyas, 21 de MAYO del 2022

  
Nombre: Delia Rosa Vásquez Acuña  
DNI. 27391733

### Anexo 1.3: ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

**Tabla 1: parámetros para el cálculo del alfa de Cronbach**

<b>k=</b>	39
<b>V<sub>i</sub>=</b>	34.83
<b>V<sub>t</sub>=</b>	228.89
<b>α=</b>	<b>0.870</b>

Fuente: encuesta piloto, según análisis estadístico en Spss V26.0

Según la tabla 2 y tabla 3, El instrumento tiene con coeficiente de confiabilidad  $\alpha > 0.80$ , así como en todos los ítems, Lo cual se infiere estadísticamente que el instrumento es bueno y tiene una buena consistencia interna entre ítems, y mide lo que debe medir de la caracterización de las unidades productivas de trucha.

#### Fórmula de cálculo

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum s^2}{ST^2} \right]$$

Donde,

k = El número de ítems

$\sum s^2$  = Sumatoria de varianzas de los ítems.

$sT^2$  = Varianza de la suma de los ítems.

α = Coeficiente de alfa de Cronbach

**Tabla 2: confiabilidad general del instrumento**

<b>Estadísticas de fiabilidad</b>		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
<b>0.870</b>	0.857	39

Fuente: encuesta piloto, según análisis estadístico en Spss V26.0

**Tabla 3: confiabilidad por ítems del instrumento**

<b>Estadísticas de total de elemento</b>				
Items	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
VAR00001	79.5000	246.722	0.452	0.867
VAR00002	76.9000	227.656	0.727	0.858
VAR00003	80.1000	253.433	0.053	0.861

VAR00004	78.6000	252.711	0.024	0.863
VAR00005	79.1000	256.989	-0.113	0.867
VAR00006	80.3000	246.678	0.455	0.867
VAR00007	77.5000	239.389	0.468	0.865
VAR00008	80.1000	252.767	0.103	0.861
VAR00009	80.1000	233.656	0.706	0.861
VAR00010	76.7000	203.789	0.949	0.847
VAR00011	80.4000	247.378	0.402	0.868
VAR00012	80.4000	246.711	0.443	0.867
VAR00013	78.7000	237.122	0.507	0.864
VAR00014	77.9000	212.544	0.910	0.851
VAR00015	76.9000	218.989	0.750	0.856
VAR00016	77.7000	253.344	-0.003	0.864
VAR00017	79.0000	250.222	0.400	0.869
VAR00018	77.8000	218.844	0.475	0.868
VAR00019	80.5000	259.611	-0.334	0.865
VAR00020	77.4000	242.044	0.732	0.864
VAR00021	77.9000	195.211	0.928	0.847
VAR00022	79.2000	247.733	0.418	0.868
VAR00023	78.1000	217.656	0.750	0.856
VAR00024	79.1000	255.433	-0.069	0.864
VAR00025	78.4000	253.156	0.053	0.861
VAR00026	77.8000	254.622	-0.045	0.867
VAR00027	77.4000	228.044	0.498	0.864
VAR00028	79.4000	238.711	0.942	0.862
VAR00029	77.8000	227.733	0.764	0.858
VAR00030	78.5000	253.389	0.041	0.861
VAR00031	80.2000	250.622	0.227	0.869
VAR00032	77.7000	261.567	-0.272	0.868
VAR00033	78.6000	267.156	-0.502	0.861
VAR00034	78.5000	253.389	0.020	0.862
VAR00035	80.4000	243.378	0.649	0.865
VAR00036	80.6000	249.822	0.279	0.869
VAR00037	80.6000	261.378	-0.467	0.856
VAR00038	80.2000	246.400	0.507	0.867
VAR00039	78.2000	242.622	0.762	0.864

Fuente: encuesta piloto, según análisis estadístico en Spss V26.0

Encuesta Piloto para la confiabilidad del instrumento

CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS DE TRUCHA																																								
U.P	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20	I21	I22	I23	I24	I25	I26	I27	I28	I29	I30	I31	I32	I33	I34	I35	I36	I37	I38	I39	Total
1	1	4	1	2	1	1	2	1	0	3	1	0	2	2	3	4	2	4	1	4	1	1	1	2	2	4	4	1	3	3	0	4	2	3	0	0	1	0	3	74
2	2	2	1	3	1	1	4	1	1	3	0	0	3	2	2	2	2	1	1	3	1	1	1	2	3	4	5	1	4	2	1	2	2	2	0	0	1	0	3	70
3	2	5	1	2	1	0	4	1	3	6	1	1	3	5	6	4	2	6	0	4	5	2	4	1	2	4	4	2	4	2	1	2	1	3	1	0	0	1	3	99
4	1	5	0	1	1	1	4	0	1	6	1	0	4	5	6	4	2	1	0	4	5	2	4	3	2	5	5	2	4	3	1	2	3	1	1	1	0	1	3	95
5	1	4	0	1	1	0	3	1	0	3	0	0	2	2	4	4	1	2	0	3	1	2	1	1	2	4	2	1	2	2	0	4	3	3	0	0	0	0	2	62
6	2	5	1	2	3	1	3	1	1	6	1	1	3	5	4	4	2	6	0	4	5	2	4	1	3	2	5	2	4	2	1	4	2	3	1	1	0	1	3	101
7	2	5	1	3	1	1	4	1	1	5	0	1	1	3	5	2	2	6	1	3	5	2	4	1	3	2	5	2	4	2	0	3	1	3	0	0	0	1	3	89
8	1	2	1	2	3	0	3	0	0	2	0	1	1	1	2	4	2	2	0	3	1	2	1	2	3	2	2	1	1	2	1	3	3	2	0	0	0	1	2	59
9	1	4	1	3	3	0	2	1	0	2	1	0	1	2	3	2	2	1	1	3	1	1	4	2	2	2	1	1	2	3	1	4	3	2	1	1	1	1	2	68
10	1	4	1	4	3	1	5	1	1	6	0	1	2	3	5	2	2	2	0	4	5	2	4	3	3	2	2	2	3	3	1	4	3	2	1	0	0	1	3	92
Varianzas	0.24	1.20	0.16	0.81	0.96	0.24	0.84	0.16	0.76	2.76	0.25	0.25	0.96	2.00	2.00	0.96	0.09	4.29	0.24	0.25	4.00	0.21	2.16	0.56	0.25	1.29	2.25	0.25	1.09	0.24	0.21	0.76	0.61	0.44	0.25	0.21	0.21	0.21	0.21	

### Anexo 1.4. Datos recopilados en la caracterización de las UPT

Prov	Dist	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20	I21	I22	I23	I24	I25	I26	I27	I28	I29	I30	I31	I32	I33	I34	I35	I36	I37	I38	I39	
CHAC	Chet	2	2	1	2	4	1	3	1	1	1	0	1	2	2	6	2	1	2	0	4	5	1	3	1	1	2	2	5	4	1	2	1	2	0	0	0	2	2	0	
CHAC	Chon	1	2	1	2	3	1	5	1	0	3	0	1	2	2	4	4	2	2	0	4	2	1	3	1	2	2	4	2	1	2	2	1	2	1	1	0	3	3	0	
CHAC	Mb1	1	2	1	1	2	1	3	1	1	6	1	1	4	4	5	2	2	1	0	3	3	1	3	5	2	2	4	4	1	4	3	1	2	1	1	1	2	3	1	
CHAC	Mb2	1	2	1	2	1	1	3	1	0	6	1	0	4	3	6	1	2	2	1	4	2	1	3	1	1	2	2	3	2	2	2	1	2	1	1	1	2	3	1	
CHAC	Mb3	1	4	1	2	1	1	2	1	0	1	1	0	2	2	3	4	2	4	1	4	5	1	3	1	2	2	4	4	1	3	3	0	3	0	0	1	4	2	0	
CHAC	Mb4	2	2	1	3	1	1	4	1	0	3	0	0	3	2	2	2	2	1	1	4	5	1	3	1	2	3	4	5	1	4	2	0	2	0	1	1	2	2	0	
CHAC	Mb5	1	5	1	2	1	1	4	1	0	1	0	1	2	5	5	2	2	2	1	4	2	1	3	1	2	2	4	4	1	3	3	0	2	1	1	0	2	3	0	
CHAC	Mb6	1	4	1	2	2	0	3	1	1	3	0	1	4	2	4	4	2	2	1	4	3	1	3	4	2	2	4	4	2	3	2	1	3	1	1	0	4	3	1	
CHAC	Mb7	1	5	1	1	3	1	3	1	0	2	0	1	1	2	5	2	2	2	1	4	3	1	3	1	2	2	4	5	1	1	3	1	2	1	1	0	2	3	1	
CHAC	Mb8	2	5	1	2	1	0	4	1	0	6	1	1	3	5	6	4	2	6	0	4	1	1	3	1	1	2	2	4	2	4	3	1	2	0	1	0	1	1	1	
CHAC	Gonc	2	4	1	3	1	1	3	1	0	1	0	0	2	4	2	2	2	6	1	4	5	1	3	1	1	2	1	4	1	1	2	1	2	1	1	1	4	3	1	
RME	Oma	1	3	0	1	2	1	2	1	1	2	0	0	1	2	3	2	2	2	0	3	2	1	3	1	2	3	2	1	1	3	2	0	1	1	0	0	3	2	0	
CHAC	Timb	1	5	0	1	1	1	4	0	0	6	1	0	4	5	6	4	2	1	0	4	5	1	3	4	3	2	5	5	2	4	1	1	3	1	1	0	1	3	1	
CHAC	Jac	1	4	0	1	1	0	3	1	0	3	0	0	2	2	4	4	2	2	0	4	1	1	3	1	1	2	4	2	1	2	3	0	2	1	1	0	4	3	0	
LUY	ST1	1	3	1	2	3	1	3	1	1	1	1	1	3	2	4	4	2	6	0	4	1	1	3	1	1	3	2	2	1	4	3	0	2	1	1	0	4	2	1	
LUY	ST2	1	4	1	3	1	1	4	1	0	5	0	1	1	3	5	2	2	6	1	3	3	1	3	4	1	3	2	1	1	3	3	0	2	1	0	0	1	1	1	
LUY	ST3	2	5	1	1	3	1	3	1	0	6	0	1	3	2	2	4	2	1	0	3	5	1	3	1	1	3	4	2	1	3	3	1	3	1	1	1	3	3	0	
LUY	ST4	2	2	1	2	3	1	1	1	0	1	0	1	4	2	2	4	2	2	1	4	5	1	3	4	2	3	2	4	1	4	3	1	2	1	0	0	4	3	0	
LUY	Sea	2	4	1	3	1	1	3	1	0	6	0	1	4	2	6	4	2	6	0	4	5	1	3	1	1	2	1	5	1	4	3	0	1	1	1	0	4	3	0	
LUY	Ouil	1	3	1	2	1	1	3	1	0	3	0	0	2	3	6	2	2	2	1	4	4	0	3	4	1	2	4	3	1	4	3	0	1	1	1	0	0	3	3	1
LUY	ST5	1	3	1	2	3	1	5	1	0	3	0	1	1	3	3	2	2	6	1	4	2	1	3	1	2	2	1	2	1	2	3	1	2	1	1	0	4	3	1	
CHAC	Mb1	1	4	1	2	1	1	4	0	0	6	1	1	1	4	6	4	2	1	1	4	5	1	3	1	2	2	2	4	2	3	1	1	2	1	1	0	2	3	1	
CHAC	Mb2	1	4	1	2	3	1	4	0	0	6	1	0	4	4	5	4	2	2	1	4	5	1	3	4	1	2	2	5	2	3	2	1	2	1	1	0	2	3	0	
LUY	Ing	1	5	1	1	1	1	2	1	0	6	1	1	1	2	6	1	2	6	0	3	2	1	4	1	3	2	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	3	3	1	
LUY	Ora	1	4	1	2	3	0	4	0	0	6	1	1	1	5	6	2	2	6	0	4	1	1	3	4	1	2	4	3	2	1	3	0	2	1	0	0	2	3	0	
LUY	Hui	1	3	1	4	1	1	4	0	1	5	0	1	2	2	5	2	2	2	0	4	1	1	3	1	2	2	2	2	1	4	3	1	3	1	0	1	1	3	1	
BONG	Slo	1	2	0	3	2	1	4	0	0	6	1	1	3	3	6	4	2	2	0	4	4	1	3	4	3	3	4	3	2	4	3	1	2	1	1	0	1	3	0	
BONG	Ting	1	3	0	2	1	1	4	1	0	1	0	0	2	2	6	4	2	5	0	4	1	0	3	2	2	2	1	4	1	4	2	1	3	1	1	0	1	3	0	
BONG	Beir	1	3	1	3	1	1	2	1	0	6	1	0	4	1	4	2	2	1	1	3	5	1	3	1	2	2	2	1	1	1	3	0	3	1	1	0	1	3	0	
UTC	Lo1	1	3	1	3	1	1	5	1	1	6	0	1	1	1	6	4	2	2	0	3	3	1	3	1	3	2	1	2	1	1	2	1	1	1	0	1	3	3	1	
UTC	Lo2	1	2	1	2	3	1	3	0	0	2	0	1	1	1	2	4	2	2	0	4	1	1	3	1	2	3	2	2	1	1	2	0	2	1	1	0	3	3	1	
UTC	Orc	1	4	1	3	3	1	2	1	0	2	1	0	1	3	3	2	2	1	1	4	1	1	3	4	2	2	2	1	1	2	1	3	1	1	1	4	3	1		
UTC	Yor	1	4	1	4	1	0	5	0	0	3	0	1	1	1	5	4	2	2	1	4	1	1	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	3	1	
UTC	Lo3	1	2	1	2	1	1	3	1	1	2	0	1	1	1	2	2	2	2	1	4	2	1	3	4	3	2	2	2	1	2	2	1	2	1	1	0	4	3	0	
UTC	Pr1	1	4	1	1	3	1	2	1	1	6	0	1	1	4	6	4	2	2	0	4	5	1	3	1	4	3	1	2	1	3	1	0	2	0	0	1	4	3	0	
UTC	Pr2	1	5	1	3	3	1	2	1	1	4	0	1	3	2	4	4	2	2	0	4	1	1	3	4	3	3	1	2	2	3	1	0	3	1	0	1	1	3	1	
BAG	Ara	1	3	1	4	3	1	5	1	1	3	0	1	2	2	5	2	2	2	0	4	1	1	3	4	3	3	2	2	2	3	2	1	3	0	1	0	4	3	1	
	Media	1.19	3.46	0.86	2.19	1.89	0.86	3.32	0.78	0.30	3.76	0.35	0.68	2.24	2.62	4.49	2.97	1.97	2.81	0.46	3.81	2.92	0.95	3.03	2.11	1.89	2.32	2.49	2.92	1.35	2.65	2.32	0.65	2.19	0.84	0.73	0.35	2.65	2.76	0.54	
	Desvta	0.40	1.07	0.35	0.88	0.99	0.35	1.03	0.42	0.46	2.02	0.48	0.47	1.16	1.21	1.48	1.09	0.16	1.85	0.51	0.40	1.67	0.23	0.16	1.49	0.81	0.47	1.26	1.38	0.63	1.16	0.71	0.48	0.62	0.37	0.45	0.48	1.16	0.55	0.51	
	CV	33.39	30.92	40.07	40.05	52.54	40.07	30.95	53.25	155.86	53.75	137.75	70.24	51.91	46.15	33.07	36.75	8.33	65.94	109.96	10.42	57.31	24.23	5.43	70.52	42.77	20.42	50.71	47.35	46.85	43.79	30.51	74.61	28.15	44.60	61.70	137.75	43.79	19.88	99.47	

### Anexo 1.5. Análisis de componentes principales de la caracterización de las UPT

print(pc)

Standard deviations (1, ..., p=23):

[1] 1.7791533 1.6107990 1.5431881 1.3432126 1.2953713 1.2366118 1.2005774 1.0737849 0.9984197 0.9918695 0.9632642  
 [12] 0.8663886 0.8094763 0.7278717 0.6873651 0.6607741 0.6105291 0.5934336 0.5175633 0.3945346 0.3834896 0.3377570  
 [23] 0.2996933

Rotation (n x k) = (23 x 23):

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9
I5	-0.09667975	0.32120208	-0.11519786	0.358177759	-0.03671719	0.07468587	-0.180580187	0.075245108	-0.25169618
I8	-0.06189210	-0.12541608	-0.33731702	0.007803367	0.06080689	-0.31449465	0.309014859	0.048345070	-0.07810626
I9	-0.28619086	0.35211044	-0.16553065	-0.017657024	0.18264519	-0.11158727	0.132642218	0.030819106	0.18613070
I10	0.09842113	0.20238310	0.33123721	-0.409388919	0.07304196	0.02154256	-0.028451610	-0.177711428	-0.17833021
I11	0.23437790	0.08833308	0.33512392	-0.144121041	0.04942741	-0.11581563	-0.078968249	0.165341023	-0.31135551
I12	-0.20523587	0.31932001	0.13778179	0.172092652	-0.05411245	0.02686643	0.078010356	-0.162959907	-0.16292397
I13	0.34385082	0.13115546	-0.07261830	-0.021367067	0.29257137	-0.15193660	0.196800881	-0.310915747	0.11971330
I14	0.28077386	0.13870123	0.19072961	-0.031704943	-0.21645434	-0.07325962	0.125545382	0.438279648	-0.23275754
I18	-0.01441449	-0.09999004	0.18622275	0.069793191	-0.48869265	-0.24399578	0.393553587	0.058070576	-0.04942065
I19	0.19200333	-0.31906877	-0.03641823	0.111346834	0.18806316	-0.09280545	-0.252294520	0.396648139	0.24338605
I21	0.27852514	0.01825475	-0.27942324	-0.180251980	0.03870796	-0.16091275	-0.275126912	-0.068994720	-0.03822980
I24	0.08806186	0.22924355	0.05576284	0.158255626	0.34263005	0.20516207	0.196909969	0.469327447	0.12577338
I25	-0.27830334	0.18096194	-0.12292752	-0.218388135	0.24389144	0.03870941	-0.031905541	0.118222704	-0.25864603
I27	0.27015230	0.02247833	-0.13847556	0.100620352	0.14608186	0.35424591	-0.007174446	0.091582232	-0.30385945
I28	0.38529261	0.12129878	-0.17404208	0.155563538	-0.09599135	-0.22469388	-0.039152808	-0.061656542	0.10344870
I29	0.13177116	0.41832931	0.02318005	0.177742855	-0.18099435	-0.13575863	-0.291854811	0.001298886	0.23711437
I30	0.21798237	0.16311536	-0.11371681	-0.101267167	0.17464322	-0.01367805	0.553546111	-0.019289733	0.06470764
I32	-0.04340576	0.11548841	0.22420547	0.323622709	0.26322267	-0.39227597	-0.137741656	-0.176989675	-0.04486823
I34	-0.03947385	-0.21217794	0.30327010	0.154692952	0.23731312	0.31356692	0.084849548	-0.136406624	0.16364275
I35	0.17161982	-0.24357552	0.18296648	0.268407680	0.25464350	-0.10513865	0.034794483	-0.268739836	-0.32503119
I36	-0.13302718	-0.04263364	0.03023666	-0.431260309	0.22130534	-0.32512503	-0.165154923	0.127102353	-0.05538624
I37	-0.17476049	-0.18696475	-0.25095929	0.233597003	0.07832008	-0.20235275	0.035821295	0.126106764	-0.42485588
I39	-0.18386336	-0.03509085	0.35781918	0.109365138	0.16279673	-0.31285183	0.059505805	0.224360651	0.21166219
	PC10	PC11	PC12	PC13	PC14	PC15	PC16	PC17	PC1

8

I5 6	0.08291176	-0.298097540	0.21465845	-0.083785666	0.196075825	-0.439531019	-0.290588643	-0.183947499	-0.1274486
I8 4	0.18003406	-0.088904834	0.01118414	0.607788823	0.361679151	0.008122803	0.006369021	-0.110346579	0.1243563
I9 9	0.11151894	0.002474588	0.02063491	0.007469862	-0.191506444	0.223172482	0.451314661	-0.250864197	-0.1338107
I10 2	-0.17999409	-0.156783159	0.06870220	0.315187891	-0.184903691	-0.122576809	0.135744433	0.097553987	0.2365750
I11 1	0.29983087	-0.241521696	-0.22406611	-0.087808377	-0.056134637	0.378095754	-0.168162547	-0.312209184	-0.2504640
I12 5	-0.48267572	0.198862142	0.19172172	0.226654108	-0.077420528	0.180399571	-0.255482443	-0.063671395	-0.0443193
I13 1	0.11122025	-0.291123228	0.10861362	0.078753098	-0.061787814	-0.073612540	-0.136970509	0.008528452	-0.2696172
I14 7	-0.10888342	0.137882733	0.10649694	-0.002597083	0.210813129	-0.283952752	0.456458733	-0.199354033	0.0524325
I18 8	-0.13127071	-0.217254359	-0.03642424	0.003529062	0.055569817	0.246829682	-0.159497706	0.232613265	-0.0949106
I19 2	-0.26506500	0.022394218	-0.12258724	0.135679307	-0.080110615	0.047739732	-0.177105825	-0.240214641	0.0418598
I21 0	-0.45713937	-0.230490780	0.04380141	0.077189168	-0.053889329	0.036884499	-0.010469802	-0.135341685	0.0879285
I24 4	-0.07010689	-0.254544967	-0.10036284	0.056361041	-0.007231739	0.024363020	-0.067220556	0.526534490	0.1454864
I25 7	-0.21819943	0.160892822	-0.51387265	0.043917827	0.221996158	-0.010792347	-0.034807898	0.073426318	-0.3393294
I27 5	0.19156365	0.341495676	0.37229183	0.178005377	-0.014512207	0.418050760	-0.060952642	0.023269017	0.0459880
I28 6	-0.20351210	0.244882363	0.05351934	-0.117364649	0.130139019	0.080778144	0.160109637	0.252775999	-0.4626242
I29 9	0.22187119	-0.031110220	-0.12837663	0.184027389	-0.142613626	0.015904082	0.137951895	0.141107587	0.1027620
I30 3	-0.09995294	0.167442192	-0.04902587	-0.394219237	-0.104197539	-0.141023076	-0.182166106	-0.255472423	0.2268804
I32 5	-0.05237448	0.063012568	-0.07949519	-0.234153258	0.365394048	0.260656258	0.031612020	-0.032094704	0.4545176

```

I34 -0.20769781 -0.307840203 0.19196312 -0.001767708 0.313756664 0.091905389 0.339171933 -0.137959394 -0.2382096
1
I35 0.10089379 0.221579560 -0.24852535 0.126533204 -0.146956276 -0.317424857 0.124444574 0.179498006 -0.0671609
8
I36 0.10632664 0.056205848 0.46166608 -0.224947836 0.204723376 -0.034801307 -0.071680758 0.317210147 -0.0605502
6
I37 -0.12222848 -0.274987806 0.12165727 -0.190846359 -0.463749051 0.085831359 0.256105571 0.095730649 0.0226153
1
I39 0.01215961 0.230855747 0.23004115 0.191824985 -0.286110941 -0.167139619 -0.162104542 -0.125502479 -0.2220097
9

```

```

          PC19          PC20          PC21          PC22          PC23
I5  -0.132002136  0.136901041  0.1606560908  0.070571523  0.23542610
I8  -0.048182871 -0.137696953 -0.0601082584 -0.232425244  0.11287031
I9  -0.010636084  0.501737368  0.1216669395  0.051711596  0.11892456
I10 -0.095297459 -0.104611274  0.4307113241  0.010857041  0.31972218
I11 -0.036813298 -0.007255483 -0.1042593971 -0.321767605  0.03550649
I12 0.380173147  0.056812645 -0.2207820318 -0.275433713 -0.04038595
I13 0.391393410 -0.070216916  0.1178359396  0.298476966 -0.35134511
I14 0.219634839  0.014146647 -0.0526311915  0.095430717 -0.26804745
I18 -0.084916939  0.248619254  0.0113502053  0.415484527  0.17627278
I19 0.363523788  0.113807294  0.1933199485  0.135873959  0.34460668
I21 -0.428083785  0.232318335 -0.3353346626  0.075714880 -0.21541327
I24 -0.086773068  0.135631156 -0.0311750465 -0.212724387 -0.13606972
I25 -0.029784490 -0.215293666 -0.0177369739  0.354858437  0.00253824
I27 -0.148778277 -0.003380066  0.0346623088  0.344537272  0.05106503
I28 -0.158131283 -0.125337667  0.2876008719 -0.319703355  0.18955640
I29 0.092311969 -0.292574256 -0.4422397904  0.213093637  0.27779932
I30 -0.095730428 -0.153488666 -0.1960499328  0.010773992  0.33652062
I32 -0.059790595 -0.050753820  0.1997486238  0.111580494 -0.13367526
I34 -0.077767549 -0.176796034 -0.2577583359  0.054857439  0.22600543
I35 -0.007307043  0.402115290 -0.2335176513 -0.010667459  0.15068343
I36 0.190231589  0.127758323 -0.2525789275  0.004188648  0.21290915
I37 0.097736917 -0.349476024  0.0126924158  0.000477885  0.02934693
I39 -0.415292928 -0.197118429  0.0005269872  0.102870108 -0.18903012

```

```
> summary(pc)
```

```
Importance of components:
```

```

          PC1          PC2          PC3          PC4          PC5          PC6          PC7          PC8          PC9          PC10          PC11          PC12

```

Standard deviation	1.7792	1.6108	1.5432	1.34321	1.29537	1.23661	1.20058	1.07378	0.99842	0.99187	0.96326	0.86639
Proportion of Variance	0.1376	0.1128	0.1035	0.07844	0.07296	0.06649	0.06267	0.05013	0.04334	0.04277	0.04034	0.03264
Cumulative Proportion	0.1376	0.2504	0.3540	0.43242	0.50538	0.57187	0.63453	0.68467	0.72801	0.77078	0.81112	0.84376
	PC13	PC14	PC15	PC16	PC17	PC18	PC19	PC20	PC21	PC22	PC23	
Standard deviation	0.80948	0.72787	0.68737	0.66077	0.61053	0.59343	0.51756	0.39453	0.38349	0.33776	0.29969	
Proportion of Variance	0.02849	0.02303	0.02054	0.01898	0.01621	0.01531	0.01165	0.00677	0.00639	0.00496	0.00391	
Cumulative Proportion	0.87225	0.89528	0.91583	0.93481	0.95102	0.96633	0.97797	0.98474	0.99113	0.99609	1.00000	

### Anexo 1.6. Análisis de cargas factoriales (Varimax) de la caracterización de las UPT

```
factanal(x = ACP_UPT[, c(2:24)], factors = 9)
```

Call:

```
factanal(x = ACP_UPT[, c(2:24)], factors = 9)
```

Uniquenesses:

```
  I5  I8  I9  I10 I11 I12 I13 I14 I18 I19 I21 I24 I25 I27 I28 I29 I30 I32 I34 I35
0.662 0.675 0.243 0.005 0.613 0.189 0.005 0.392 0.005 0.409 0.005 0.802 0.548 0.555 0.362 0.005 0.415 0.650 0.616 0.584
  I36 I37 I39
0.621 0.676 0.290
```

Loadings:

	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Factor6	Factor7	Factor8	Factor9
I5	-0.108	0.263	0.275	-0.354	-0.192	0.130			
I8	-0.428	0.122	-0.118	0.160	0.156	0.108	0.216		
I9	-0.233	0.572	-0.254	0.375	0.235	-0.192	0.124	0.198	0.153
I10	0.814	0.131	0.342	0.397			0.163		
I11	0.528		-0.215	0.148	0.107	0.112			
I12		0.818	-0.165		0.301	-0.114			
I13	0.147	0.231	-0.107		0.431	0.839			
I14	0.467	0.145	-0.120	-0.120	0.258	0.432		-0.288	
I18			-0.121	0.984					
I19	-0.145	-0.283	0.411	-0.485	-0.118	0.217	-0.159		
I21	0.132	0.949			-0.199	0.153			
I24	0.127			-0.130	0.351	0.163			
I25	-0.155	0.219	0.386	0.352	-0.265		-0.163		
I27	-0.177		-0.283	-0.357	0.355	-0.225			
I28	0.136	0.500	-0.179	-0.405	0.393	0.118			
I29	0.425	0.641		-0.494	-0.107	0.326	0.171		

I30				0.708	-0.160	0.209			
I32		0.107				0.568			
I34	-0.577	-0.143				-0.111			
I35	-0.540		-0.213	-0.114				0.200	
I36			0.595						
I37	-0.534				-0.107				
I39	-0.119	-0.224		0.294	0.146		0.713	-0.163	

	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Factor6	Factor7	Factor8	Factor9
SS loadings	1.980	1.694	1.595	1.585	1.520	1.458	1.357	1.353	1.132
Proportion Var	0.086	0.074	0.069	0.069	0.066	0.063	0.059	0.059	0.049
Cumulative Var	0.086	0.160	0.229	0.298	0.364	0.428	0.486	0.545	0.595

Test of the hypothesis that 9 factors are sufficient.

The chi square statistic is 48.54 on 82 degrees of freedom.

The p-value is 0.999

```

factanal(x = ACP_UPT[, c(2:24)], factors = 9)

Uniquenesses:
  I5   I8   I9  I10  I11  I12  I13  I14  I18  I19  I21  I24  I25  I27  I28  I29  I30  I32  I34  I35
0.662 0.675 0.243 0.005 0.613 0.189 0.005 0.392 0.005 0.409 0.005 0.802 0.548 0.555 0.362 0.005 0.415 0.650 0.616 0.584
  I36  I37  I39
0.621 0.676 0.290

```

```

Loadings:
  Factor1 Factor2 Factor3 Factor4 Factor5 Factor6 Factor7 Factor8 Factor9
I5 -0.108  0.263          0.275 -0.354 -0.192          0.130
I8 -0.428  0.122          -0.118  0.160  0.156  0.108          0.216
I9 -0.233  0.572 -0.254  0.375  0.235 -0.192  0.124  0.198  0.153
I10 0.814          0.131  0.342  0.397
I11 0.528          -0.215  0.148  0.107          0.112
I12          0.818 -0.165          0.301 -0.114
I13 0.147          0.231 -0.107          0.431  0.839
I14 0.467          0.145 -0.120 -0.120  0.258  0.432          -0.288
I18          -0.121  0.984
I19 -0.145 -0.283  0.411 -0.485          -0.118          0.217 -0.159
I21          0.132  0.949          -0.199  0.153
I24 0.127          -0.130  0.351  0.163
I25 -0.155  0.219          0.386  0.352 -0.265          -0.163
I27          -0.177          -0.283 -0.357  0.355 -0.225
I28          0.136  0.500 -0.179 -0.405          0.393  0.118
I29 0.425  0.641          -0.494 -0.107          0.326  0.171
I30          0.708 -0.160  0.209
I32          0.107          0.568
I34          -0.577 -0.143          -0.111
I35          -0.540          -0.213 -0.114          0.200
I36          0.595
I37 -0.534          -0.107
I39          -0.119 -0.224          0.294  0.146          0.713 -0.163

```

```

          Factor1 Factor2 Factor3 Factor4 Factor5 Factor6 Factor7 Factor8 Factor9
ss loadings  1.980  1.694  1.595  1.585  1.520  1.458  1.357  1.353  1.132
Proportion var 0.086  0.074  0.069  0.069  0.066  0.063  0.059  0.059  0.049
Cumulative var 0.086  0.160  0.229  0.298  0.364  0.428  0.486  0.545  0.595

```

Test of the hypothesis that 9 factors are sufficient.  
The chi square statistic is 48.54 on 82 degrees of freedom.  
The p-value is 0.999

>

**ANEXO 2: EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE  
SUSTENTABILIDAD Y EFICIENCIA TÉCNICA DE  
LAS UPT**

## Anexo 2.1: ENCUESTA PARA LA EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD Y EFICIENCIA TÉCNICA



### ENCUESTA PARA LA EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD Y EFICIENCIA TÉCNICA DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS DE TRUCHA EN LA REGIÓN AMAZONAS

**Datos generales del productor**

Apellidos y nombres : \_\_\_\_\_  
 Lugar de producción : \_\_\_\_\_  
 - Sector/anexo/localidad: \_\_\_\_\_ Distrito : \_\_\_\_\_ Provincia: \_\_\_\_\_  
 - Fecha : \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**DIMENSIÓN SOCIAL**

**Recursos humanos**

1. De los empleados que contrata ¿cuántos son locales?  
\_\_\_\_\_
2. ¿Cuántos son hombres y cuántos son mujeres?  
\_\_\_\_\_
3. ¿Cuánto de mano de obra familiar utiliza por campaña?  
\_\_\_\_\_
4. ¿Cuántos son mano de obra calificada? ¿Qué actividades realiza?  
\_\_\_\_\_

**Condiciones laborales Seguridad en el trabajo**

5. ¿Cuántos empleados reciben formación en materia de seguridad y salud laboral?  
\_\_\_\_\_
6. ¿Cuántos trabajadores cuentan con seguro de salud?  
\_\_\_\_\_

**Responsabilidad social corporativa y transparencia**

7. ¿Cuántas acciones de Responsabilidad Social realiza por campaña? (ej. patrocinio, limpieza ríos, etc.)  
\_\_\_\_\_
8. ¿Cómo considera que su granja/empresa esta valorada en la comunidad local?  
Mala ( ) Regular ( ) Buena ( ) Excelente ( )
9. ¿Qué grado de satisfacción tiene de su piscigranja?  
No estoy satisfecho ( ) Poco satisfecho ( )  
Medianamente satisfecho ( ) Satisfecho ( )
10. ¿Cuántas alianzas realiza con los demás productores por campaña para adquirir insumos o vender su producción?  
\_\_\_\_\_
11. ¿Cuántas acciones de comunicación y transparencia de las actividades productivas de su piscigranja realiza por campaña? (ej. visitas instalaciones, folletos, charlas, participación en ferias, etc.)?  
\_\_\_\_\_

**DIMENSIÓN ECONÓMICA**

**Nivel de rendimiento económico**

12. Precio de venta de 01 kilo de trucha hace 3 años.  
\_\_\_\_\_
13. Costo de producción por kilogramos de trucha hace 3 años.  
\_\_\_\_\_
14. Precio de venta de 1 kilo de trucha actual.  
\_\_\_\_\_

15. Costo de producción de 1 kilo de trucha actual.  
\_\_\_\_\_
16. ¿Cómo financia su producción?  
Crédito ( ) Recursos propios – crédito ( ) Recursos propios ( )  
Recursos propios – fondos concursables ( )

**Operaciones y producción**

17. ¿A quién compra sus ovas y/o alevinos?  
Tercero – ova nacional ( ) tercero – ova importada ( )  
Las produzco ( ) Las importo ( )
18. Si adquiere ovas ¿cuánto es la tasa de mortalidad hasta llegar alevinos? (en %)  
\_\_\_\_\_
19. En la etapa de alevinos cuánto es la tasa de mortalidad hasta la etapa de acabado y/o cosecha? (en %).  
\_\_\_\_\_
20. ¿Cuánto es los costos para producir un millar de alevinos?  
\_\_\_\_\_
21. ¿Cuántos millares de alevinos siembra por campaña?  
\_\_\_\_\_
22. ¿A cuánto adquiere el millar de ovas y/o alevinos?  
\_\_\_\_\_
23. ¿Con qué peso promedio siembra sus alevinos?  
\_\_\_\_\_
24. ¿Cuánto es su rendimiento por metro cuadrado por campaña?  
\_\_\_\_\_
25. ¿Cuántas campañas produce al año?  
\_\_\_\_\_
26. ¿Cuánto es su producción por campaña en kilos?  
\_\_\_\_\_
27. ¿Cuántos metros cuadrados de área de producción en total posee?  
\_\_\_\_\_
28. Número de estanques para levante de alevinos.  
\_\_\_\_\_
29. Número de estanques para juveniles.  
\_\_\_\_\_
30. Número de estanques para engorde y acabado.  
\_\_\_\_\_
31. ¿Cuánto de alimento utiliza en la etapa pre inicio por campaña? (en kilos)  
\_\_\_\_\_
32. ¿Cuánto de alimento utiliza en la etapa inicio por campaña? (en kilos)  
\_\_\_\_\_
33. ¿Cuánto de alimento utiliza en la etapa crecimiento por campaña? (en kilos)  
\_\_\_\_\_



34. ¿Cuánto de alimento utiliza en la etapa engorde por campaña? (en kilos)  
\_\_\_\_\_
35. ¿Cuánto de alimento utiliza en la etapa acabado por campaña? (en kilos)  
\_\_\_\_\_
36. ¿Cuánto es el costo total de mano de obra que utiliza en su producción por campaña?  
\_\_\_\_\_
37. ¿Cuántos proveedores de semilla tiene y quiénes son?  
Importada: \_\_\_\_\_  
Nacional: \_\_\_\_\_
38. ¿Cuántos proveedores de alimento tiene y quiénes son?  
\_\_\_\_\_
39. ¿Cuántos muestreos biométricos realiza por campaña?  
\_\_\_\_\_
40. ¿Cuántas veces limpia sus estanques por campaña?  
\_\_\_\_\_
41. ¿Con qué frecuencia realiza el registro de datos de producción por campaña? (cuaderno de campo)  
\_\_\_\_\_

**Tecnología, investigación y desarrollo**

42. ¿Cuántos especialistas y/o estudiantes han recibido en su piscigranja para realizar alguna investigación hasta la fecha?  
\_\_\_\_\_
43. ¿Cuántos convenios con alguna institución de investigación tiene? ¿cuáles?  
\_\_\_\_\_
44. ¿Cuánto ha invertido en **IDI** hasta la fecha?  
\_\_\_\_\_
45. ¿Cuántas capacitaciones ha recibido hasta la fecha?  
\_\_\_\_\_
46. ¿Cuántas horas de asesoramiento externo han recibido hasta la fecha?  
\_\_\_\_\_

**Marketing y ventas:**

47. ¿A quiénes vende sus productos?  
\_\_\_\_\_
48. ¿Dónde vende sus productos?  
\_\_\_\_\_
49. ¿Cómo establece su precio de venta de 01 kilo de trucha por campaña?  
\_\_\_\_\_
50. ¿A quiénes considera como competencia?  
\_\_\_\_\_
51. ¿A dónde debería ampliar su mercado?  
\_\_\_\_\_

52. ¿Cuánto de presupuesto dispone para marketing?  
\_\_\_\_\_
53. ¿Cómo transporta sus productos?  
\_\_\_\_\_
54. ¿Cómo es su relación con los demás actores intervinientes en el subsector?  
Mala ( ) Regular ( ) Buena ( ) Excelente ( )

**DIMENSION AMBIENTAL**

**Nivel de huella de carbono**

55. ¿Cuánto es el consumo promedio de energía en soles (eléctrica, combustible) por mes de su piscigranja?  
\_\_\_\_\_
56. ¿Cuántas horas máquina utiliza en su piscigranja?  
\_\_\_\_\_
57. ¿Qué tipo de energía renovable produce en su piscigranja? (solar, eólica, biogás, etc.)  
\_\_\_\_\_
58. ¿Cuántos depredadores naturales se registran en su producción por campaña?  
\_\_\_\_\_
59. ¿Cuántas sustancias químicas utiliza para la limpieza de estanques? ¿cuál?  
\_\_\_\_\_
60. ¿Cuántos antibióticos usa para el control de enfermedades?  
\_\_\_\_\_
61. ¿Su terreno es vulnerable ante desastres naturales?  
Extremadamente vulnerable ( ) Vulnerable ( )  
Medianamente vulnerable ( ) No es vulnerable ( )

**Nivel de huella ecológica**

62. ¿Cuál es su índice de conversión de alimenticia? (cuanto de alimento se requiere para producir un Kilo de trucha)  
\_\_\_\_\_
63. ¿Qué hace con sus residuos sólidos de su piscigranja por campaña?  
\_\_\_\_\_
64. De su producción por campaña ¿qué porcentaje de peces se van al cauce natural de su fuente de agua?  
\_\_\_\_\_

**Calidad de agua**

65. ¿Cómo es el acceso a la fuente de agua para su piscigranja?  
\_\_\_\_\_
66. ¿Qué porcentaje de cantidad de agua utiliza de la fuente para su piscigranja?  
\_\_\_\_\_
67. La cantidad de agua que capta ¿en qué porcentaje cubre su necesidad requerida para su producción?  
\_\_\_\_\_
68. ¿Qué problemas tiene en su captación de agua?  
\_\_\_\_\_
69. ¿Cuánto en % es la disminución de agua durante la época de verano?  
\_\_\_\_\_
70. ¿Qué uso recibe el agua que utiliza una vez que sale de su piscigranja?  
\_\_\_\_\_

## Anexo 2.2: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉZ DE JUICIO DE EXPERTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

ESCUELA DE POSGRADO

Doctorado en ciencias para el desarrollo sustentable

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Quien suscribe, Ligia Magali García Roseo, identificado con DNI N° C.E.001691738, de Grado académico Doctoris Philosophiae con mención en Agricultura Sustentable mediante la presente dejo constancia, que el Instrumento de Recolección de Datos (encuesta) para la evaluación del índice de sustentabilidad y eficiencia técnica de las unidades productivas de trucha en la región Amazonas; del Trabajo de pos Grado Titulado: **“Evaluación del índice de sustentabilidad y eficiencia relativa de la producción de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en la región Amazonas”**, presentado por el doctorando: Roberto Carlos Mori Zababurú, ha sido analizado con respecto a su COHERENCIA, PERTINENCIA, INDEPENDENCIA E IMPACTO, cumpliendo satisfactoriamente con el propósito para el cual ha sido diseñado y reúne los requisitos necesarios para ser válido y por ende, cumple con los objetivos que se plantean en la investigación.

Por tal razón, se extiende la siguiente constancia en señal de APROBACIÓN del instrumento de estudio.

Chachapoyas, 25 de Julio del 2022

Nombre: Ligia Magali García Roseo  
DNI. C.E.001691738.



### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Quien suscribe, Segundo Brando Anzor Quimbura, identificado con DNI N° 44011631, de Grado académico Maestría - EAM con mención en Economía Agrícola y S.M.A. mediante la presente dejo constancia, que el Instrumento de Recolección de Datos (encuesta) para la evaluación del índice de sustentabilidad y eficiencia técnica de las unidades productivas de trucha en la región Amazonas; del Trabajo de pos Grado Titulado: **“Evaluación del índice de sustentabilidad y eficiencia relativa de la producción de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en la región Amazonas”**, presentado por el doctorando: Roberto Carlos Mori Zababurú, ha sido analizado con respecto a su COHERENCIA, PERTINENCIA, INDEPENDENCIA E IMPACTO, cumpliendo satisfactoriamente con el propósito para el cual ha sido diseñado y reúne los requisitos necesarios para ser válido y por ende, cumple con los objetivos que se plantean en la investigación.

Por tal razón, se extiende la siguiente constancia en señal de APROBACIÓN del instrumento de estudio.

Chachapoyas, 26 de julio del 2022

Nombre:  
DNI.

  
Segundo Brando Anzor Quimbura  
44011631



### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Quien suscribe, Robert Amado Guadalupe Chuqui, identificado con DNI N° 44143035, de Grado académico Magister con mención en Gestión de la Seguridad y Calidad mediante la presente dejo constancia, que el Instrumento de Recolección de Datos (encuesta) para la evaluación del índice de sustentabilidad y eficiencia técnica de las unidades productivas de trucha en la región Amazonas; del Trabajo de pos Grado Titulado: **“Evaluación del índice de sustentabilidad y eficiencia relativa de la producción de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en la región Amazonas”**, presentado por el doctorando: Roberto Carlos Mori Zababurú, ha sido analizado con respecto a su COHERENCIA, PERTINENCIA, INDEPENDENCIA E IMPACTO, cumpliendo satisfactoriamente con el propósito para el cual ha sido diseñado y reúne los requisitos necesarios para ser válido y por ende, cumple con los objetivos que se plantean en la investigación.

Por tal razón, se extiende la siguiente constancia en señal de APROBACIÓN del instrumento de estudio.

Chachapoyas, 26 de Julio del 2022

  
Nombre: Robert Amado Guadalupe Chuqui  
DNI. 44143035

## Anexo 2.3: ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

**Tabla 1: parámetros para el cálculo del alfa de Cronbach**

<b>k=</b>	60
<b>V<sub>i</sub>=</b>	23.20
<b>V<sub>t</sub>=</b>	178.60
<b>α=</b>	<b>0.885</b>

Fuente: encuesta piloto, según análisis estadístico en Spss V26.0

Según la tabla 2 y tabla 3, El instrumento tiene con coeficiente de confiabilidad alfa>0.80, así como en todos los ítems, Lo cual se infiere estadísticamente que el instrumento es bueno y tiene una buena consistencia interna entre ítems, y mide lo que debe medir del índice de sustentabilidad.

### Fórmula de cálculo

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum s^2}{S_T^2} \right]$$

Donde,

k = El número de ítems

$\sum s^2$  = Sumatoria de varianzas de los ítems.

$s_T^2$  = Varianza de la suma de los ítems.

α = Coeficiente de alfa de Cronbach

**Tabla 2: confiabilidad general del instrumento**

<b>Estadísticas de fiabilidad</b>		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
<b>0.885</b>	0.886	60

Fuente: encuesta piloto, según análisis estadístico en Spss V26.0

**Tabla 3: confiabilidad por ítems del instrumento**

<b>Estadísticas de total de elemento</b>				
Ítems	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
VAR00001	145.0000	188.444	0.416	0.882
VAR00002	143.9000	199.211	-0.062	0.884
VAR00003	145.5000	188.500	0.668	0.880
VAR00004	145.6000	188.711	0.481	0.881
VAR00005	145.6000	192.933	0.366	0.883

VAR00006	144.6000	193.600	0.319	0.883
VAR00007	144.3000	191.567	0.497	0.882
VAR00008	143.3000	190.456	0.582	0.881
VAR00009	145.6000	194.267	0.272	0.884
VAR00010	144.8000	196.178	0.074	0.883
VAR00011	144.1000	208.100	-0.479	0.885
VAR00012	143.9000	195.433	0.120	0.882
VAR00013	144.5000	202.278	-0.274	0.884
VAR00014	145.1000	191.211	0.267	0.884
VAR00015	144.3000	205.344	-0.515	0.881
VAR00016	143.7000	192.233	0.446	0.882
VAR00017	144.0000	180.444	0.676	0.877
VAR00018	143.1000	195.878	0.279	0.884
VAR00019	144.2000	190.622	0.331	0.883
VAR00020	144.5000	182.500	0.663	0.878
VAR00021	145.0000	199.333	-0.083	0.885
VAR00022	145.8000	195.733	0.215	0.884
VAR00023	145.4000	188.267	0.349	0.883
VAR00024	145.7000	193.122	0.379	0.883
VAR00025	145.7000	190.900	0.380	0.882
VAR00026	144.1000	191.656	0.411	0.882
VAR00027	145.6000	197.600	0.018	0.882
VAR00028	144.7000	193.122	0.379	0.883
VAR00029	145.4000	191.378	0.476	0.882
VAR00030	144.3000	179.122	0.725	0.876
VAR00031	143.1000	192.989	0.610	0.882
VAR00032	145.8000	195.067	0.272	0.884
VAR00033	145.9000	195.878	0.279	0.884
VAR00034	145.5000	190.278	0.543	0.881
VAR00035	145.4000	188.267	0.699	0.879
VAR00036	145.4000	195.822	0.109	0.883
VAR00037	143.9000	201.211	-0.320	0.881
VAR00038	144.7000	184.900	0.575	0.879
VAR00039	143.1000	200.100	-0.196	0.884
VAR00040	144.6000	184.489	0.360	0.884
VAR00041	145.6000	191.378	0.476	0.882
VAR00042	145.6000	192.711	0.381	0.883
VAR00043	143.9000	196.100	0.253	0.884
VAR00044	144.0000	194.444	0.287	0.884
VAR00045	143.5000	176.056	0.961	0.872
VAR00046	145.4000	193.378	0.334	0.883
VAR00047	145.0000	199.556	-0.077	0.883
VAR00048	144.5000	193.611	0.220	0.884
VAR00049	144.7000	200.678	-0.180	0.883
VAR00050	143.6000	191.378	0.476	0.882

VAR00051	143.2000	188.400	0.852	0.879
VAR00052	144.4000	194.267	0.272	0.884
VAR00053	144.8000	178.622	0.679	0.877
VAR00054	144.4000	180.044	0.540	0.879
VAR00055	143.1000	195.878	0.279	0.884
VAR00056	143.6000	189.156	0.458	0.881
VAR00057	143.4000	186.044	0.861	0.878
VAR00058	144.4000	207.378	-0.468	0.882
VAR00059	143.8000	183.289	0.680	0.878
VAR00060	143.4000	186.044	0.861	0.878

Fuente: encuesta piloto, según análisis estadístico en Spss V26.0

Encuesta Piloto para la confiabilidad del instrumento

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD																																																																		
COND. LABORALES					RESPONSABILIDAD SOCIAL					NIVEL DE RENDIMIENTO ECONOMICO					OPERACIONES Y PRODUCCIÓN										TEC. INVEST. Y DESARROLLO					MARKETING Y VENTAS							NIVEL DE HUELLA DE CARGONO					HUELLA ECOLÓGICA			CALIDAD DE AGUA					Total																
I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20	I21	I22	I23	I24	I25	I26	I27	I28	I29	I30	I31	I32	I33	I34	I35	I36	I37	I38	I39	I40	I41	I42	I43	I44	I45	I46	I47	I48	I49	I50	I51	I52	I53	I54	I55	I56	I57	I58	I59	I60	Total						
2CHCH	4	1	2	2	1	2	3	4	1	4	3	2	3	1	2	4	4	4	4	2	2	2	3	2	2	4	1	2	1	2	4	1	1	2	2	1	3	4	4	4	1	1	3	3	4	1	1	4	2	3	4	2	3	4	4	4	4	4	3	4	4	159				
11CHM	2	4	1	3	1	2	3	4	2	2	3	3	3	2	3	4	4	4	3	3	2	1	1	1	1	3	1	2	2	4	4	1	1	1	1	2	3	2	4	4	2	2	4	3	4	2	2	2	3	4	4	3	1	4	4	3	4	3	3	4	158					
20MO	2	4	2	2	2	2	3	4	2	1	3	3	2	2	2	3	3	4	3	3	1	1	3	2	3	3	3	2	3	4	1	2	2	2	1	3	2	4	4	1	1	3	3	4	2	1	3	2	4	4	3	3	3	4	4	4	2	3	4	159						
23CHJ	2	3	2	1	1	3	3	3	2	2	3	4	2	2	3	3	2	4	3	4	3	1	1	1	1	3	1	2	2	4	4	2	1	1	2	2	3	3	4	2	2	2	3	3	4	2	2	3	2	4	4	3	3	3	4	3	4	2	4	4	156					
30LSS	2	3	1	1	1	2	2	4	2	2	2	4	2	2	3	3	2	3	4	2	2	1	1	1	1	3	1	2	2	2	4	1	1	1	1	1	4	2	4	3	1	1	3	2	3	1	3	2	2	3	4	2	1	4	3	4	3	3	2	3	135					
40LHU	1	4	1	1	2	3	2	4	1	3	2	3	2	4	3	3	3	4	2	2	2	2	3	2	1	2	1	2	1	3	4	1	1	2	2	2	3	2	4	2	1	2	3	3	4	1	2	2	3	4	4	2	3	2	4	4	3	3	3	3	148					
41LOR	2	3	2	1	2	3	3	4	1	2	3	3	3	2	3	3	4	4	2	3	2	1	1	1	1	3	2	3	2	3	4	2	1	2	2	3	3	2	3	1	2	1	3	4	4	2	3	2	2	3	4	3	3	2	4	3	4	2	4	4	154					
47BSL	2	3	2	1	2	3	3	4	1	2	2	4	2	2	2	4	4	4	3	3	2	1	1	1	1	3	1	3	2	3	4	1	1	2	2	1	3	3	4	1	2	2	3	3	4	2	3	2	2	3	4	3	3	2	4	4	4	2	4	4	153					
52ULG	2	3	1	1	1	2	2	3	1	2	4	3	3	1	3	3	2	4	2	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	4	1	1	1	1	1	2	3	2	4	2	1	1	3	3	2	2	1	3	3	3	3	2	1	1	4	3	3	2	3	3	126				
53UPB	1	3	1	1	1	2	3	3	1	2	4	2	3	1	3	3	2	4	2	2	2	1	1	1	1	3	2	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	3	1	4	1	1	1	3	3	2	1	2	2	2	3	3	3	1	1	4	2	3	4	2	3	122				
Varianzas	0.60	0.69	0.25	0.44	0.24	0.24	0.21	0.21	0.24	0.56	0.49	0.49	0.25	0.69	0.21	0.21	0.80	0.09	0.56	0.65	0.20	0.16	0.84	0.21	0.41	0.29	0.44	0.21	0.24	0.81	0.09	0.16	0.09	0.25	0.24	0.44	0.09	0.61	0.09	1.44	0.24	0.24	0.09	0.20	0.65	0.24	0.60	0.45	0.21	0.24	0.16	0.24	0.96	1.24	0.09	0.44	0.24	0.44	0.56	0.24						

### Anexo 2.4. Datos recopilados para la evaluación del índice de sustentabilidad

SUJETO	AD SOCIAL																	EL DE RENDIMIENTO ECONOM																	OPERACIONES Y PRODUCCIÓN																	TEC. INVEST. Y DESARROLLO																	MARKETING Y VENTAS																	DIMENSIÓN AMBIENTAL																
	AD SOCIAL																	EL DE RENDIMIENTO ECONOM																	OPERACIONES Y PRODUCCIÓN																	TEC. INVEST. Y DESARROLLO																	MARKETING Y VENTAS																	NIVEL DE HUELLA DE CARGONO							HUELLA ECOLÓGIC					CALIDAD DE AGUA				
	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20	I22	I23	I24	I28	I29	I30	I36	I37	I38	I39	I40	I41	I42	I43	I44	I45	I46	I47	I48	I49	I50	I51	I52	I53	I54	I55	I56	I57	I58	I59	I60	I61	I62	I63	I64	I65	I66	I67	I68	I69	I70																																																		
2CHCH	1	2	3	3	3	2	3	3	1	4	2	3	2	1	1	1	1	3	2	2	2	3	4	1	1	1	1	3	3	2	3	1	2	1	3	3	4	1	1	2	2	3	4	3	1	1	4	4	4	2	4	4																																																		
4CHCHO	1	3	2	3	2	2	4	3	1	4	2	3	3	1	3	1	1	3	1	2	1	4	1	1	1	1	1	2	3	4	1	2	1	3	3	4	1	1	2	1	3	2	3	1	2	4	4	3	2	3	4																																																			
5CHM	1	2	4	3	2	2	3	4	3	4	3	4	2	1	3	2	1	3	2	3	2	3	4	2	2	2	1	1	3	2	4	4	2	1	3	3	4	1	2	1	3	3	4	3	1	3	4	4	4	3	4																																																			
6CHM	1	2	2	3	2	3	2	4	4	4	3	3	2	1	4	1	2	3	1	2	1	4	1	2	2	2	1	4	2	3	4	2	2	1	4	3	3	1	2	2	4	4	2	1	3	4	3	4	4	3	4																																																			
7CHM	1	2	3	3	3	4	3	4	3	4	3	2	4	1	1	1	2	2	1	3	1	2	4	1	1	1	1	1	3	2	3	3	2	1	3	3	4	1	1	1	3	4	3	3	1	3	4	4	4	3	4																																																			
8CHM	1	3	4	2	2	1	3	3	1	4	3	4	2	1	1	1	3	3	1	2	2	4	4	3	2	4	4	4	3	2	4	3	2	1	3	3	3	1	1	1	3	4	2	2	1	3	3	3	4	2	2	4																																																		
9CHM	1	2	2	3	2	2	3	3	1	4	3	3	2	1	1	1	2	3	3	2	2	4	3	1	2	1	1	2	2	3	4	3	2	1	4	3	4	1	2	2	3	1	4	3	1	3	4	4	2	3	3	4																																																		
10CHM	2	2	2	4	1	1	3	4	4	4	3	3	2	1	1	1	4	1	2	2	4	4	1	1	1	1	2	4	3	4	3	2	1	3	3	4	1	1	4	2	3	1	1	4	4	1	2	3	4																																																					
11CHM	1	2	3	4	2	2	3	3	1	4	3	4	3	1	1	1	1	3	1	2	2	4	4	1	1	1	1	3	3	4	2	2	1	3	3	4	1	1	3	2	4	4	3	1	3	4	4	4	2	3	4																																																			
13CHM	2	3	2	4	1	3	3	4	3	4	3	4	3	2	4	3	3	1	1	2	4	4	1	2	1	4	4	3	3	3	4	1	1	3	3	3	3	1	2	1	2	3	4	3	1	3	4	3	4	2	3	4																																																		
20MO	2	2	3	3	2	2	3	1	4	3	3	1	1	3	2	3	3	3	3	2	2	4	1	2	1	1	1	3	2	4	4	1	1	3	3	4	2	1	3	3	3	2	1	1	4	3	4	2	3	4																																																				
21CHJ	3	3	2	3	2	2	3	4	4	4	1	3	3	3	4	1	2	2	1	2	1	4	4	1	3	2	3	2	3	4	2	2	1	3	4	1	2	1	2	2	3	2	3	1	2	4	4	3	3	3	4																																																			
22CHJ	1	2	2	4	2	2	3	3	1	4	4	4	2	1	1	1	1	3	1	2	2	4	4	1	1	1	1	3	2	4	2	1	1	3	3	4	1	1	2	2	4	4	3	1	2	4	3	4	2	3	4																																																			
23CHJ	1	2	2	4	2	2	3	1	4	4	4	2	1	1	1	1	3	1	2	2	4	4	1	1	1	1	3	2	4	3	1	1	3	3	4	1	1	3	2	4	4	3	1	3	4	3	4	2	4	4																																																				
25LST	1	2	2	4	2	2	4	3	1	4	2	3	2	1	1	1	1	3	3	3	1	2	3	1	1	1	4	2	3	2	4	3	3	1	3	3	3	1	1	2	2	4	4	1	3	4	4	3	4	2	3	4																																																		
26LST	1	2	2	4	2	2	3	1	4	2	3	2	1	1	1	1	3	2	2	2	3	4	1	1	1	1	3	2	4	2	1	1	3	3	4	1	1	2	2	4	4	2	1	3	3	3	4	4	3	4																																																				
27LST	1	2	2	3	2	2	3	1	4	3	4	2	1	1	1	1	2	1	2	3	4	4	1	1	1	2	2	4	2	1	1	3	3	4	1	1	2	2	4	4	4	3	1	3	4	4	4	2	4	4																																																				
29LST	1	1	2	4	2	3	2	4	2	4	3	4	3	1	2	2	2	3	1	2	1	4	4	1	1	3	2	4	3	3	4	1	2	1	3	3	1	1	1	2	3	4	4	3	3	4	3	4	2	4	4																																																			
30LSS	2	2	2	3	2	4	3	3	4	4	2	2	2	2	3	2	1	2	1	2	1	2	4	1	1	1	1	2	3	2	4	2	1	1	3	3	4	1	2	2	2	3	3	3	1	4	2	4	4	2	4																																																			
31LST	1	3	2	4	2	2	2	3	1	4	3	2	1	1	1	1	4	1	2	2	4	4	1	1	1	1	3	3	4	1	1	1	3	3	4	1	1	3	3	4	1	1	3	4	3	1	3	4	3	4	3	4																																																		
33LST	1	2	2	4	2	2	3	1	4	3	3	2	1	1	1	1	3	1	2	2	3	4	1	1	1	1	3	1	4	3	1	1	3	3	4	1	1	2	2	4	4	3	3	3	4	3	3	2	4	4																																																				
36CHMA	2	2	2	3	2	2	3	4	4	4	2	3	3	3	4	2	3	1	1	2	1	4	3	1	2	4	1	2	3	3	4	3	2	3	3	4	3	2	2	1	1	3	2	3	3	3	4	4	4	4	3	4																																																		
37CHMA	1	3	2	3	2	2	4	4	4	4	3	2	2	4	2	4	3	1	2	2	4	4	2	1	3	1	3	2	4	3	2	1	3	3	1	1	1	2	1	2	1	3	4	3	1	3	4	4	3	3	4	4																																																		
40LHU	1	4	3	3	3	2	3	4	3	4	3	2	1	1	1	1	3	1	2	2	4	4	1	1	1	1	2	3	2	4	4	2	1	4	3	4	1	2	2	3	4	4	3	1	4	4	3	4	3	3	4																																																			
41LOR	1	3	2	4	2	2	2	4	4	4	3	3	2	1	1	1	1	3	1	2	2	4	1	1	1	1	1	3	3	4	1	2	1	3	3	4	1	1	2	3	4	4	2	1	2	4	4	4	3	3	4																																																			
47BSL	1	2	3	2	3	1	2	4	2	4	4	1	2	3	2	2	4	1	2	1	2	3	4	1	2	2	1	3	4	4	4	1	1	3	3	4	1	3	2	3	4	2	1	4	4	4	4	3	2	4	4																																																			
48BET	1	2	3	4	2	2	3	3	1	4	2	3	3	1	1	1	2	3	2	2	2	4	4	1	1	1	1	3	3	4	4	2	1	4	3	4	1	2	2	3	4	3	2	1	3	4	3	3	4	4	4																																																			
49BBE	1	2	3	4	2	4	2	3	1	4	1	2	3	1	2	1	1	4	2	2	2	1	1	1	1	1	1	3	4	3	4	2	1	3	3	4	1	1	2	2	3	4	4	1	3	4	4	4	3	3	4																																																			
51ULG	1	2	3	3	3	2	3	3	1	4	2	2	2	1	1	1	1	3	1	2	1	2	4	1	1	1	1	3	2	4	2	1	1	3	3	4	1	1	3	2	3	4	3	1	4	4	3	3	2	4	4																																																			
52ULG	1	2	4	3	3	1	3	3	1	4	2	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	4	1	1	1	1	2	3	2	4	2	1	1	3	3	4	1	1	2	2	3	4	3	3	2	4	3	4	2	4	4																																																		
53UPB	1	1	4	2	3	1	3	3	1	4	2	2	2	3	1	1	1	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3	1	4	1	1	1	3	3	4	1	1	4	2	3	4	2	3	4	4	4	4	3	4	4																																																			
55UNY	1	3	3	3	2	4	3	1	4	2	2	2	1	1	1	1	3	1	2	2	2	4	1	1	1	1	3	1	4	1	1	1	3	3	4	1	1	2	2	3	4	3	1	2	4	1	4	2	3	4	4																																																			
56ULG	1	4	4	2	3	1	4	3	1	1	3	2	3	1	1	1	1	3	1	2	1	4	4	1	1	1	1	3	3	1	4	1	2	1	3	3	4	1	1	4	3	3	4	3	3	4	4	4	2	4	4																																																			
57UP	1	3	3	2	3	2	3	3	1	4	2	2	2	1	1	1	1	2	1	2	2	3	4	1	1	1	1	3	2	4	1	1	1	3	3	4	1	1	3	2	4	4	2	1	2	4	4	3	2	4	4																																																			
58UP	1	2	4	3	4	3	2	3	2	4	4	2	2	2	4	1	1	2	2	3	1	1	1	1	1	3	1	3	3	1	4	1	1	1	3	3	4	1	2	2	2	4	4	3	3	3	3	2	2	4	4																																																			
59BA	1	2	4	3	3	2	3	3	1	3	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	2	1	2	2	4	3	2	4	1	1	3	3	4	1	1	2	2	2	4	2	3	3	4	3	4	2	3	4																																																			

### Anexo 2.5. Datos recopilados para la evaluación de eficiencia técnica

	1	21	25	26	27	31	32	33	34	35	71
	N° EMPLEADOS LOCALES	N° ALEVINOS SIEMBRA (MILLAR)	CAMPAÑAS POR AÑO	PRODUCCIÓN POR CAMPAÑA (KILOS)	ÁREA DE PRODUCCIÓN (m <sup>2</sup> )	ALIMENTO PRE INICIO (kg)	ALIMENTO INICIO (kg)	ALIMENTO CRECIMIENTO (kg)	ALIMENTO ENGORDE (kg)	ALIMENTO ACABADO (kg)	ACBA QUE INGRESA (kg/ha/año)
2CHCH	2	5	4	1500	90	25	50	250	1000	1500	60
4CHCHO	4	6	2	2500	60	50	180	500	1500	1000	60
5CHM	1	15	2	1000	80	5	25	400	1200	1000	60
6CHM	2	20	5	2000	300	90	150	800	1000	1500	100
7CHM	1	5	4	1000	400	10	90	300	900	1200	80
8CHM	1	12	3	2500	300	10	40	400	2000	2000	80
9CHM	2	5	4	1500	200	3	80	400	1500	1300	80
11CHM	2	6	4	1200	60	10	30	380	1100	1500	80
13CHM	2	100	2	4500	300	75	100	200	1500	1300	100
20MO	2	12	2	2000	180	25	50	100	800	1000	100
21CHJ	3	150	3	3000	150	450	300	2300	2500	2100	120
22CHJ	3	5	3	1200	80	25	50	300	600	1200	60
23CHJ	1	4	3	1200	80	25	500	300	900	1300	60
25LST	1	10	5	1000	120	100	300	500	1000	1300	80
26LST	4	6	4	1500	80	25	70	450	1000	1500	80
27LST	4	4	3	1300	100	25	50	350	1200	1400	80
29LST	2	30	6	3500	150	200	100	1000	1000	1300	60
30LSS	3	30	6	6000	300	20	80	600	2000	2500	261
31LST	3	5	4	1100	60	25	50	600	1000	1100	15
33LST	1	5	4	1100	100	25	50	600	900	1400	80
36CHMA	2	100	3	6000	400	500	250	3000	3000	2000	120
37CHMA	1	30	6	5000	600	5	100	400	1500	1600	60
40LHU	3	10	3	1600	80	5	50	600	1000	1000	60
41LOR	1	50	4	1500	250	25	70	450	1000	1200	80
47BSL	4	30	4	7000	350	25	75	500	4000	6000	80
48BET	3	50	4	2000	200	25	50	450	1100	1300	100
49BBE	1	6	5	1000	150	0	10	300	600	1000	80
51ULG	1	2	2	1600	100	30	50	800	1000	1600	60
52ULG	3	3	4	2000	200	50	80	600	680	1500	80
53UPB	3	4	2	1000	1000	200	200	400	600	1000	60
55UNY	1	4	3	1000	150	40	50	400	800	1200	40
56ULG	1	3	2	500	46	25	50	900	1200	1500	60
57UP	3	3	4	1500	60	25	50	300	700	1300	80
58UP	4	20	4	1500	75	10	75	360	3200	3600	100
59BA	2	5	4	1100	450	10	50	360	1400	1500	80

## **ANEXO 2: PANEL FOTOGRÁFICO**

### UPT DEL CLÚSTER 3 – MINI PRODUCTORES

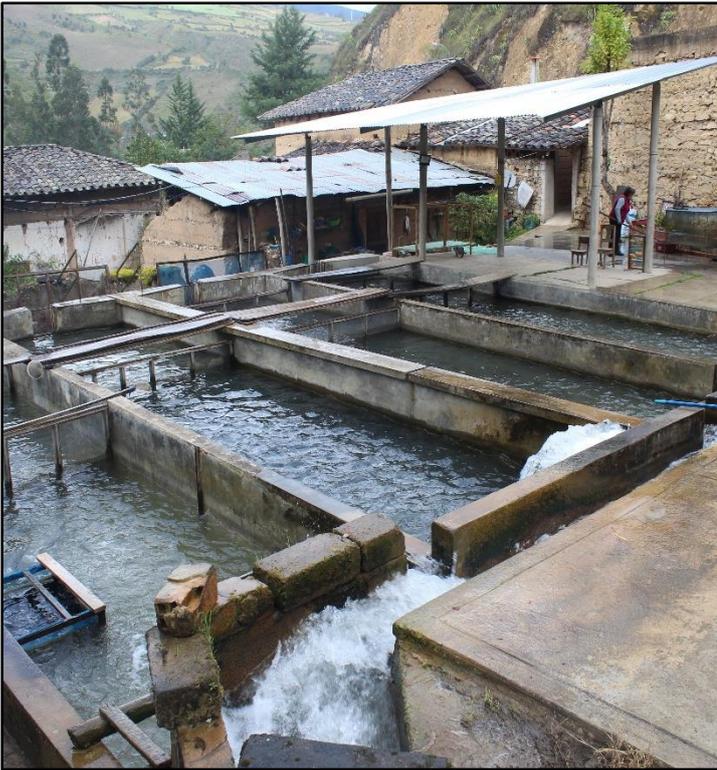


*UPT del señor Adner Mirano Mas – anexo Chontapampa*



*UPT del señor Celso Victor Huaman Lopez - Molinopampa*

## UPT DEL CLÚSTER 2 – PEQUEÑOS PRODUCTORES



*UPT de la señora Fanny B.Rojas Arana – Puente Santo Tomás*



*UPT del señor German Chuquicagua Quintos – Utcubamba / el Progreso*

## UPT DEL CLÚSTER 1 – MEDIANOS PRODUCTORES



*UPT del señor Secundino Rojas Vergaray – Bongará / La herradura*



*UPT del señor Jeremias Ramos Guelac - Luya*