



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**MANEJO INTEGRAL SUSTENTABLE EN LA PRODUCCIÓN DE  
TRUCHA (*Oncorhynchus mykiss*) EN LA COMUNIDAD EL CARMELO,  
PARROQUIA AMBUQUÍ, CANTÓN IBARRA, PROVINCIA IMBABURA.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA LA OBTENCIÓN EL TÍTULO DE  
INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

## **AUTORAS:**

**ACERO LANCHIMBA JENNY PAOLA  
ANDRANGO ACHINA AMANDA SOFÍA**

## **DIRECTORA:**

**ING. ELEONORA MELISSA LAYANA BAJAÑA, MSc.**

**Ibarra - Ecuador  
2019**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**“MANEJO INTEGRAL SUSTENTABLE EN LA PRODUCCIÓN DE  
TRUCHA (*Oncorhynchus mykiss*) EN LA COMUNIDAD EL CARMELO,  
PARROQUIA AMBUQUI, CANTÓN IBARRA, PROVINCIA IMBABURA”**

Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, previa a la obtención  
del Título de:

**INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

## APROBADO:

Ing. Melissa Layana, MSc.  
**DIRECTORA**

  
.....  
**FIRMA**

Blgo. Renato Oquendo, MSc.  
**ASESOR**

  
.....  
**FIRMA**

Ing. Santiago Salazar, MSc.  
**ASESOR**

  
.....  
**FIRMA**

Ing. Miguel Aragón, MSc.  
**ASESOR**

  
.....  
**FIRMA**

Ibarra – Ecuador  
MAYO, 2019



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO 1		
CÉDULA DE IDENTIDAD	1726116013	
APELLIDOS Y NOMBRES	Acero Lanchimba Jenny Paola	
DIRECCIÓN:	Cayambe, San Luis de Guachalá	
EMAIL:	jenny_51@hotmail.es	
TELÉFONO FIJO:	TELÉFONO MÓVIL:	0987861781

DATOS DE CONTACTO 2		
CÉDULA DE IDENTIDAD	1003798491	
APELLIDOS Y NOMBRES	Andrango Achina Amanda Sofía	
DIRECCIÓN:	Atuntaquí	
EMAIL:	sofislk6@hotmail.com	
TELÉFONO FIJO:	TELÉFONO MÓVIL:	0990633855

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	MANEJO INTEGRAL SUSTENTABLE EN LA PRODUCCIÓN DE TRUCHA ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) EN LA COMUNIDAD EL CARMELO, PARROQUIA AMBUQUI, CANTÓN IBARRA, PROVINCIA IMBABURA
<b>AUTORAS:</b>	Acero Lanchimba Jenny Paola y Andrango Achina Amanda Sofia
<b>FECHA:</b>	28 de Mayo del 2019
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
<b>DIRECTOR:</b>	Ing. Melissa Layana Msc.

## 2. CONSTANCIAS

Las autoras manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 28 días del mes de mayo del 2019

### AUTORAS:



Jenny Paola Acero Lanchimba

**C.I. 172611601-3**



Amanda Sofia Andrango Achina

**C.I. 100379849-1**

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios, por habernos guiado durante el proceso de formación académica.*

*A la Universidad Técnica del Norte, en especial a la Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables a sus docentes quienes fueron parte de nuestra formación académica aportando en nuestro desarrollo profesional.*

*A la Unión de Organizaciones Campesinas de Cochapamba, Comunidad El Carmelo y en especial al Técnico Fidel Castro, quién nos brindó su apoyo incondicional para desarrollo ésta investigación.*

*A la Ing. Melissa Layana, tutora por su paciencia, apoyo, confianza y amistad en el proceso de elaboración y redacción de este documento de investigación.*

*A los asesores Ing. Santiago Salazar, Blgo. Renato Oquendo e Ing. Miguel Aragón, quienes nos brindaron su paciencia y apoyo, compartiendo sus conocimientos en todo el proceso de investigación.*

*A Sofía Guachi, por su amistad y apoyo incondicional, por compartir momentos de alegría, tristeza y demostrar que un amigo está en las buenas y malas.*

*A nuestras padres, familias y amigos, por su apoyo y aliento en la culminación de esta meta tan anhelada.*

**Paola y Sofía**

## **DEDICATORIA**

*A Dios, por darme la fortaleza para continuar y culminar una meta más, por iluminar mi alma y mi corazón para culminar con una de mis metas tan anheladas.*

*A mis padres: Luis y Alicia por sus enseñanzas y valores inculcados desde mi infancia, enseñándome que todo sacrificio tiene su recompensa y por más duras que sean las pruebas nunca rendirme y dar siempre lo mejor de mí.*

*A mis hermanos: Alison, Heidi y Andrés, para que vean en mí un ejemplo a seguir, con esfuerzo, dedicación y perseverancia todo se puede.*

*A una persona muy especial. por haber llegado a mi vida y haberme enseñado a creer en mí, gran parte de este esfuerzo le debo a Ud., demostrándome que uno es capaz de muchas cosas siempre confiando en uno mismo, muchas gracias por sus consejos, regaños y haberme tendido su mano para culminar una de mis metas tan anheladas.*

**Paola**

## DEDICATORIA

*Con mucho cariño a mis padres por darme la oportunidad de seguir estudiando y formarme como profesional. Ustedes son el pilar fundamental en todo lo que soy y me han enseñado a luchar y nunca rendirme. No tengo palabras para agradecerles su apoyo en cada una de las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida unas buenas, otras malas, otras locas. Gracias por darme la libertad de desenvolverme libre y sin ataduras.*

*Sobre todo, quiero dedicar este trabajo a mi hijo Kaled, el ser de luz que hace que mis días sean maravillosos, y que aun en su corta edad me ha enseñado que la vida es bella a pesar de los momentos difíciles que hemos pasado. Tú eres ese motor para continuar en la lucha continua de buscar un mejor futuro para nosotros y por todos esos momentos en los que no has tenido una mamá a tiempo completo.*

**Sofía**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido.....	Páginas
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>1</b>
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema de investigación y Justificación.....	1
1.2. Preguntas directrices de la investigación.....	4
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivo general .....	4
1.3.2. Objetivos específicos .....	4
1.4. Marco legal .....	4
1.4.1. Constitución de la República del Ecuador 2008.....	5
1.4.2. Tratados y Convenios Internacionales.....	6
1.4.3. Plan Nacional del Desarrollo 2017-2021.....	7
1.4.4. Código Orgánico Ambiental (COA). .....	7
1.4.5. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. ....	8
1.4.6. Acuerdo Ministerial 097-A.....	8
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>10</b>
2. METODOLOGÍA.....	10
2.1. Descripción del área de estudio.....	10
2.2. Métodos .....	13
2.2.1. Fase 1.- Análisis de la calidad del agua en el proceso de producción de trucha .....	13



2.2.2.	Fase 2.- Evaluación de los impactos socio ambientales el manejo de la trucha .....	16
2.2.3.	Fase 3.- Estrategias de conservación en la producción de trucha.....	19
2.2.4.	Guía de manejo sustentable en la producción de trucha.....	19
2.3.	Materiales y equipos .....	19
<b>CAPITULO III.....</b>		<b>21</b>
3.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>21</b>
3.1.	Análisis de la calidad de agua en la producción de trucha de la comunidad El Carmelo. ....	21
3.1.1.	Análisis de parámetros físicos del agua.....	21
3.1.2.	Análisis de parámetros químicos del agua .....	22
3.1.3.	Análisis químico de dióxido de carbono y oxígeno disuelto.....	25
3.1.4.	Análisis microbiológicos .....	26
3.2.	Evaluación de impactos socioambientales de la producción de trucha.	27
3.2.1.	Análisis de impactos ambientales- Matriz de Leopold.....	27
3.2.2.	Análisis de impactos ambientales - Matriz de Conesa Fernández.....	28
3.2.3.	Análisis de la matriz FODA .....	30
3.3.	Estrategias para la conservación de recursos naturales en la producción de trucha en la Comunidad El Carmelo.....	31
<b>CAPITULO IV .....</b>		<b>55</b>
4.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>55</b>
4.1.	Conclusiones.....	55
4.2.	Recomendaciones .....	56
<b>REFERENCIAS .....</b>		<b>57</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>62</b>
Anexo 1: Análisis de producción de trucha en la Comunidad el Carmelo. ....		62
Anexo 2: Criterios para la calificación de Importancia .....		63
Anexo 3: Matriz de Leopold .....		64
Anexo 4: Matriz CONESA FERNÁNDEZ .....		65
Anexo 5: Matriz FODO - FADA .....		66

Anexo 6: Resultados de análisis LABOLAB – Entrada a las piscinas. ....	67
Anexo 7: Resultados de análisis LABOLAB – Fuente de agua.....	68
Anexo 8: Resultados de análisis Laboratorio EUROFINS .....	69
Anexo 9: Resultados de análisis EMAPA-I – Ingreso de agua.....	70
Anexo 10: Registro fotográfico.....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Contenido .....	Páginas
<b>Tabla 1.</b> Principales productos agrícolas de la Comunidad El Carmelo. ....	12
<b>Tabla 2.</b> Principales especies pecuarias producidas .....	12
<b>Tabla 3.</b> Ubicación geográfica de la toma de muestras en la zona de estudio. ....	14
<b>Tabla 4.</b> Método de análisis químicos del agua de las piscinas. ....	14
<b>Tabla 5.</b> Temperatura de los puntos de muestreo de la zona de estudio. ....	15
<b>Tabla 6.</b> Matriz de importancia para la valoración de impactos. ....	17
<b>Tabla 7.</b> Rangos de jerarquización del impacto .....	18
<b>Tabla 8.</b> Materiales y equipos .....	20
<b>Tabla 9.</b> Parámetros físicos. ....	21
<b>Tabla 10.</b> Parámetros químicos - criterio de preservación de flora y fauna.....	22
<b>Tabla 11.</b> Parámetros químicos - criterio de uso pecuario .....	24
<b>Tabla 12.</b> Parámetros químicos - oxígeno.....	25
<b>Tabla 13.</b> Parámetros microbiológicos.....	26
<b>Tabla 14.</b> Condiciones óptimas para la producción de trucha.....	27
<b>Tabla 15.</b> Impactos ambientales – Matriz Leopold .....	28
<b>Tabla 16.</b> Impactos ambientales en la producción de trucha.....	29
<b>Tabla 17.</b> Factores internos: Fortalezas y Debilidades.....	30
<b>Tabla 18.</b> Aspectos externos: Amenazas y Oportunidades. ....	31
<b>Tabla 19.</b> Programa de capacitación a la comunidad el Carmelo .....	32
<b>Tabla 20.</b> Programa de manejo de desechos sólidos .....	33
<b>Tabla 21.</b> Programa de Ecoturismo comunitario.....	34
<b>Tabla 22.</b> Clasificación taxonómica de la trucha arcoíris .....	37
<b>Tabla 23.</b> Aspectos a considerar para compra de alevines.....	41
<b>Tabla 24.</b> Proceso de crianza de la trucha arcoíris .....	42
<b>Tabla 25.</b> Componentes básicos del alimento de las truchas .....	43
<b>Tabla 26.</b> Alimentación recomendada para la trucha.....	44
<b>Tabla 27.</b> Condiciones óptimas para la producción de trucha.....	45
<b>Tabla 28.</b> Datos de producción y peso promedio de la trucha .....	46
<b>Tabla 29.</b> Enfermedades comunes de la trucha arcoíris .....	49
<b>Tabla 30.</b> Proceso para preparación de ensilado biológico .....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido.....	Páginas
<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación del área de estudio .....	10
<b>Figura 2.</b> Mapa de cobertura vegetal de la zona de estudio .....	11
<b>Figura 3.</b> Thompson et,al. (1998). Carácter de la matriz FODA.....	18
<b>Figura 4.</b> Criadero de truchas Comunidad El Carmelo .....	36
<b>Figura 5.</b> Trucha arcoíris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ).....	37
<b>Figura 6.</b> Esquema de la anatomía externa de la trucha arcoíris .....	38
<b>Figura 7.</b> Diagrama del ciclo de vida de la trucha arcoíris.....	40
<b>Figura 8.</b> Sistema “raceway” para cultivo de trucha. ....	40
<b>Figura 9.</b> Alevín de trucha arcoíris.....	41
<b>Figura 10.</b> Esquema del diseño de un filtro lento de arena. Urdiales (2013) .	53

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Contenido.....	Páginas
<b>Ecuación (1)</b> .....	17
<b>Ecuación (2)</b> .....	46
<b>Ecuación (3)</b> .....	47

**“MANEJO INTEGRAL SUSTENTABLE EN LA PRODUCCIÓN DE  
TRUCHA (*Oncorhynchus mykiss*) EN LA COMUNIDAD EL CARMELO,  
PARROQUIA AMBUQUI, CANTÓN IBARRA, PROVINCIA IMBABURA”**

*Acero Lanchimba Jenny Paola y Andrango Achina Amanda Sofía*

**RESUMEN**

La piscicultura se ha convertido en una de las actividades de producción de alimentos de origen animal con mayor crecimiento, por este motivo en el año 2014 en la comunidad El Carmelo, parroquia Ambuquí, se ejecutó el proyecto “Implementación de alternativas productivas y de generación de fuentes de trabajo”, con el fin de mejorar los ingresos económicos mediante la producción y comercialización de trucha arcoíris. Sin embargo, se vio afectada por la frontera agrícola y monocultivos en la contaminación del río causando la muerte de las truchas, además del mal manejo en la siembra de alevines causando la sobrepoblación. Por ese motivo se planteó como objetivo evaluar los impactos socioambientales en la producción de trucha, mediante un análisis de calidad del agua, la aplicación de matrices de Leopold, y Conesa – Fernández y para abordar el aspecto social se realizó un análisis FODA. El principal impacto negativo es hacia el recurso hídrico; ya que el amonio y el molibdeno presentan valores que superan los límites permisibles según los criterios de calidad del agua debido a las malas prácticas agropecuarias en la parte alta de la Microcuenca. Por otra parte, en la valoración de los impactos que inciden negativamente en la calidad de agua y vertidos de agua residuales con una categoría severa; mientras que, la generación de desechos sólidos como moderado. Finalmente se elaboró un Manual de Manejo Sustentable y estrategias para la conservación de los recursos naturales en la comunidad.

**Palabras clave:** Análisis FODA, Impactos ambientales, Manejo sustentable, Recurso hídrico, Trucha arcoíris.

## ABSTRACT

Fish farming has become one of the fastest growing animal food production activities, for this reason in 2014 in El Carmelo community, Ambuquí town, the project "Alternative productives implementation and work generation sources", in order to improve the economic through the production and commercialization of rainbow trout. However, it was affected, due to monocultures and pollution of the river and agricultural frontier causing the death of the trout, in addition to the bad management in the sowing of fingerlings causing overpopulation. For this reason, the objective was to evaluate the socio-environmental impacts in the production of trout, through an analysis of water quality, the application of Leopold and Conesa-Fernández matrices, SWOT analysis is carried out to address the social aspect, the main negative impact is towards the water resource; because of ammonium and molybdenum have values that exceed the permissible limits according to water quality criteria because bad agricultural practices in the upper part of the Microbasin. On the other hand, in the evaluation of the negative impacts that affect the quality of water and waste sewage water with a severe category; while, generation of solid waste is moderate. Finally, a Sustainable Management Manual and strategies for the conservation of natural resources in the community were elaborated.

**Key words:** SWOT analysis. Rainbow trout, Environmental impacts, Water resource, Sustainable management,

## CAPITULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

#### 1.1. Problema de investigación y Justificación

La producción acuícola mundial sigue creciendo. Según las últimas estadísticas recopiladas por la FAO, la producción acuícola mundial alcanzó un máximo histórico de 90,4 millones de toneladas en el 2012, de los que 66,6 millones de toneladas correspondieron a peces comestibles (FAO, 2014). Pero como crece su producción, también crece el impacto ambiental que ésta actividad genera, puesto que la acuicultura impacta en el ambiente a través de tres procesos principales como: el consumo de recursos, el proceso de transformación y la generación del producto final (Buschmann, 2001).

La región interandina del Ecuador posee recursos hídricos ideales para desarrollar actividades productivas, permitiendo la diversificación de especies y mejorando los volúmenes de producción (Ortiz, 2015). Sánchez y Marcelino (2017), indican que el cultivo, procesamiento y comercialización de la trucha arociris (*Oncorhynchus mykiss*) se ha convertido en una de las alternativas de producción de la acuicultura en el país, generando fuentes de trabajo e incrementando los ingresos de la economía nacional. Actualmente el 90% de la producción de la trucha es destinada al consumo nacional y el 10% al mercado extranjero como países de Colombia, Perú y Venezuela. Según Sánchez (2013), en su estudio realizado sobre la producción y comercialización de truchas para el mercado de Ibarra determina que: la producción nacional de peces de cultivo pertenece principalmente, a especies de tilapia con el 49% y trucha con el 31%. Estos datos reflejan el aumento de esta actividad productiva en nuestro país.

Sin embargo, Maldonado, Carmona, Echeverría, y Riesgo (2005), indican que los impactos de la piscicultura son muy diversos, yendo desde los aspectos estéticos y paisajísticos a los problemas de contaminación directa. Entre los impactos más relevantes se incluyen la dispersión de la materia orgánica (restos de alimento y heces) y nutrientes. Así también lo afirma La Autoridad Nacional del Agua (2013), mencionando que la contaminación del agua se produce por el desperdicio de alimento, como de los metabolitos procedentes de la crianza de truchas.

La acuicultura es catalogada como una de las actividades agropecuarias más amigables con el ambiente; no obstante, se debe tomar en cuenta que toda actividad productiva ocasiona un impacto ambiental considerable, el cual es más significativo en el recurso agua. Según Bordehore (2005), el crecimiento de la acuicultura ha provocado serias preocupaciones por los posibles daños e impacto ambiental que estuviera generando sobre el medio. Al considerarse una actividad en proceso de expansión se debe tener cautela en su desarrollo, debido a que puede afectar directamente la calidad del agua y los sedimentos, lo cual resultaría en alteraciones sobre los ecosistemas de ríos, lagos y el mar a causa de los desechos de los cultivos.

Tejero (2009), encontró que la calidad del agua cambia debido a las descargas de las piscícolas en comparación a la que ingresa en estas. En un estudio realizado en lagunas andinas del Perú desde el 2002 al 2007 en donde se cultiva la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas, demuestra el deterioro de este ecosistema debido al aumento de fósforo total en las lagunas, además de la disminución del índice de diversidad biológica (Mariano et al, 2010). Al caracterizar los efluentes de tres piscícolas de trucha arcoíris localizados en Portugal se ha encontrado descensos significativos en la concentración de oxígeno disuelto, incremento en la alcalinidad, amonio, fósforo soluble y sólidos suspendidos. Todos estos cambios confirman el impacto que ocasiona la actividad acuícola en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del efluente (Boaventura, et al., 1997).

Las mancomunidades en el Ecuador se encuentran en territorios delimitados por una cuenca hidrográfica, donde se desarrollan diversas actividades económicas como la producción agropecuaria; sin embargo, en su mayoría las poblaciones que allí viven, no poseen una percepción real sobre los impactos ambientales que generan, los cuales aceleran la degradación del ecosistema fluvial, afectando su calidad y cantidad (Armijos, 2014). Tal es el caso en la comunidad El Carmelo perteneciente a la zona de Cochapamba, en la provincia de Imbabura, en donde sus habitantes desarrollan actividades agropecuarias en la parte alta de la Microcuenca del Río La Playa. Mismas que no se realizan con el debido cuidado ambiental, ya que se evidencia uso excesivo de fertilizantes – plaguicidas en monocultivos permanentes y la presencia de ganado bovino en las riberas del río. Actividades que están afectando directamente a la calidad del agua, recurso que en la parte baja se



utiliza para la producción de trucha. Este aspecto ha incidido en que la tasa de mortalidad de las truchas aumente en la fase de alevinaje como lo establece la Unión de Organizaciones Campesinas de Cochapamba (UOCC, 2010).

Es importante mencionar que la cantidad y calidad del agua determinan el éxito o fracaso de la actividad piscícola (Ministerio de la Producción, 2013). En el caso de la comunidad en estudio los pobladores tienen indicios que la calidad del agua no sea la más apropiada y que ésta sea la causa de la mortalidad de las truchas en las piscícolas, un problema que pone en riesgo la economía de los pobladores.

Según La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2014), un aspecto importante para un proyecto de truchas es el agua, pues esta tiene que tener ciertas condiciones de calidad y cantidad. En relación con la calidad, es muy importante buscar una fuente de agua limpia, sin contaminación y con poco sedimento.

Considerando que la actividad piscícola representa un impacto negativo en los cuerpos de agua receptores, así como las malas prácticas agrícolas que se desarrollan; en este sentido, Velasco, Calvario, Pulido, Acevedo, Castro, y Román (2012), recomienda buscar formas de reducirlos a través de la promulgación de leyes y normas ambientales que regulen la actividad, mediante la aplicación de herramientas básicas de gestión ambiental y de buenas prácticas de acuicultura y conservación del ambiente.

Por lo anterior, surge la necesidad de realizar el presente estudio sobre el impacto ambiental que ocasiona la producción de trucha arcoíris cultivada en criaderos en la comunidad El Carmelo, con el fin de brindar algunas bases para encontrar la manera de prevenir y mitigar impactos negativos. Además, al conocer la importancia del recurso agua para el funcionamiento de los ecosistemas y el desarrollo de actividades productivas; es necesario evaluar ambientalmente la calidad del agua, con el fin de proponer estrategias de conservación de éste recurso y fomentar un manejo sustentable en el proceso de producción de la trucha en la Comunidad El Carmelo, provincia Imbabura.

De ahí la importancia de llevar adelante esta investigación con el apoyo del Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Ibarra, y autoridades

comunitarias. Este trabajo viabiliza los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo, ya que uno de sus objetivos es: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones, territorial y global como lo menciona la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES, 2017). De igual manera, se fortalece en la tercera línea de investigación que establece la Universidad Técnica del Norte, cuyo enunciado es: “Biotecnología, energía y recursos naturales renovables”, estos dos aspectos ponen énfasis en los derechos de la naturaleza.

## **1.2. Preguntas directrices de la investigación**

- ¿Cuáles son las propiedades físico-químicas del agua en la producción de trucha en la Comunidad El Carmelo?
- ¿Podría generar impactos socioambientales la implementación de un criadero de truchas en la comunidad el Carmelo?
- ¿Se logrará una mejor producción después de la propuesta con estrategias en el manejo de truchas?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar los impactos socioambientales para el Manejo Integral Sustentable en la producción de trucha, en la Comunidad El Carmelo, Parroquia Ambuquí, Cantón Ibarra, Provincia Imbabura.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Analizar la calidad de agua en el proceso de producción de trucha en la zona de estudio.
- Evaluar los impactos socioambientales producidos en el manejo de la trucha.
- Proponer estrategias de conservación en la producción de trucha en la Comunidad El Carmelo.

## **1.4. Marco legal**

Esta investigación se sustenta en la normativa legal establecida a nivel nacional y a nivel local, como se muestra a continuación.

#### **1.4.1. Constitución de la República del Ecuador 2008.**

La Constitución Política del Estado promulga los deberes y derechos de los ciudadanos, con respecto al recurso hídrico; y le atribuye a las instituciones públicas las competencias correspondientes con respecto a este recurso; conforme a esto, la investigación se ampara en los siguientes artículos:

Art. 12. “El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”, está claro que el agua es el líquido vital para la vida, por lo cual el Estado debe garantizar su libre acceso. Además, en el Art. 318. Se indica que “El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos...”

De acuerdo al Art. 14. “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, SUMAK KAWSAY. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad...”, en este aspecto, queda claro que toda la ciudadanía tiene la obligación de cuidar el ambiente; de modo tal, que se contribuya a la conservación de los ambientes naturales.

En los Artículos 66 y 276. “Se reconocen y garantizan a las personas y colectividades el derecho al acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo y a una vida digna...”. El Estado ecuatoriano garantiza a la ciudadanía en libre acceso al agua y otros beneficios, mismos que deben ser de calidad y cuyo suministro debe ser equitativo.

De acuerdo al Art. 71. “La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza...”. Se debe respetar los derechos de la naturaleza; asimismo, es obligación de todos exigir a las autoridades correspondientes que estos derechos se cumplan.

En cuanto al Art. 74. “Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir...”. En este apartado se entiende que toda la ciudadanía tiene el derecho de beneficiarse del ambiente y por ende de sus recursos. Pero hay que precisar que cualquier actividad que se desarrolle debe prevenir impactos negativos, estas actividades serán reguladas por las entidades del Estado.

El Art. 281. Establece que, “la soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente. Para ello, dispone que sea responsabilidad estatal promover políticas redistributivas que permitan el acceso del campesinado a la tierra, al agua y a otros recursos productivos” Este artículo fundamenta esta investigación, puesto que explica la responsabilidad estatal de promover actividades que garanticen la soberanía alimentaria, en especial actividades impulsadas por campesinos. Esto se sustenta con el Art. 282. “El Estado regulará el uso y manejo del agua de riego para la producción de alimentos, bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental”

De acuerdo al Art. 411. “El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas...”. El recurso hídrico es de suma importancia, por lo cual, su conservación y adecuado manejo es responsabilidad de todos. Sin embargo, el encargado de regular y controlar actividades que lleguen a afectar éste recurso será el Estado.

#### **1.4.2. Tratados y Convenios Internacionales**

Ecuador ha suscrito y ratificado varios convenios internacionales, a continuación, se detallan aquellos que sustentan esta investigación:

El Tratado de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano, fue realizado el 16 de junio del 1972. Aquí se establecen 26 principios. De los cuales, en el principio 1 se explica que el ser humano tiene la obligación de proteger y mejorar el medio ambiente. Así mismo el principio 2 que establece que los recursos naturales deben

preservarse, de tal modo que perduren en el tiempo. Por su parte el principio 8 en donde se manifiesta que el desarrollo económico y social es indispensable para asegurar al hombre un ambiente de vida y de trabajo favorable.

En el informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y desarrollo, en su capítulo 6 se recalca que se debe elaborar mecanismos para controlar la distribución y el uso de plaguicidas para evitar afecciones a la salud y al ambiente. Por su parte en el capítulo 18 se detallan áreas programadas para el adecuado suministro de los recursos de agua dulce (ONU, 1992).

#### **1.4.3. Plan Nacional del Desarrollo 2017-2021**

Este proyecto de investigación se basa en el Eje 1: Derecho para todos durante toda la vida, enfocándose en el objetivo 3 que garantiza los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones. Se centra en las siguientes políticas ambientales:

Política 3.1. Conservar, recuperar y regular el aprovechamiento del patrimonio natural y social, rural, que asegure los derechos de las presentes y futuras generaciones. Por otra parte, la política 3.4. se refiere a promover buenas practicas que aporten a la recuperación y conservación del ambiente, ayudando a mitigar el cambio climático. Estas políticas se complementan con el desarrollo sustentable de las comunidades mediante la bio-economía como lo establece en la política 3.7.

#### **1.4.4. Código Orgánico Ambiental (COA).**

Conforme al Art. 5. El cual menciona que es derecho de la población vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que comprende aspectos como la conservación y recuperación del patrimonio natural. Además del manejo sostenible de los ecosistemas frágiles y amenazados como páramos, humedales, etc. La conservación, preservación y recuperación de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico.

En cuanto al desarrollo sostenible se explica que es el proceso mediante el cual, de manera dinámica, se articulan el ámbito económico, social, cultural y ambiental para satisfacer las necesidades de las actuales generaciones, sin poner en riesgo la satisfacción de necesidades de las generaciones futuras.

#### **1.4.5. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.**

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua promueve el cumplimiento de la Constitución Política del Estado en los deberes y derechos de los ciudadanos; con respecto al recurso hídrico. Los artículos que sustentan esta investigación son los siguientes:

Art.12. “Protección, recuperación y conservación de fuentes...” Entidades gubernamentales y ciudadanía son los encargados de proteger las fuentes de agua, con el fin de conservarlas a través del tiempo. En cuanto a las formas de conservación y protección de fuentes de agua, en el Art. 13 se establecen una serie de estrategias encaminadas a la conservación de este recurso. En tanto que en el Art. 32. Se enfatiza en la gestión pública o comunitaria del agua.

De acuerdo al Art. 64. Sobre la conservación del agua, se pone en claro que la naturaleza tiene derecho a la conservación y por ende del recurso agua. Se mencionan algunas estrategias que focalizan lo anteriormente mencionado.

En el Art. 71. Sobre los derechos colectivos sobre el agua: Las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, pueblos afro ecuatoriano y montubio desde su propia cosmovisión, gozan de algunos derechos colectivos sobre el agua y por ende también tienen obligaciones en cuanto a la conservación como se establece en el Art. 72. Del mismo modo en el Art. 74. Se instituye que las prácticas de manejo del agua de comunidades, pueblos y nacionalidades sean conservadas.

En el Art. 79. Se plantean los objetivos de prevención y control de la contaminación del agua, para lo cual la Autoridad Ambiental Nacional y los Gobiernos Autónomos Descentralizados deberán trabajar para cumplir con dichos objetivos.

#### **1.4.6. Acuerdo Ministerial 097-A**

En el apartado 5.1.2. Se especifican los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios. Entendiéndose por uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la

reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.

Por otra parte, en el apartado 5.1.4. Se establecen los criterios de calidad para aguas de uso pecuario, entendiendo como aguas para uso pecuario a aquellas empleadas para el abrevadero de animales, así como otras actividades conexas y complementarias que establezcan los organismos competentes. Las aguas destinadas a uso pecuario deberán cumplir con los siguientes criterios de calidad establecidos por la normativa.

#### **1.4.7. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2014**

La norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de estos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional (INEN, 2014).

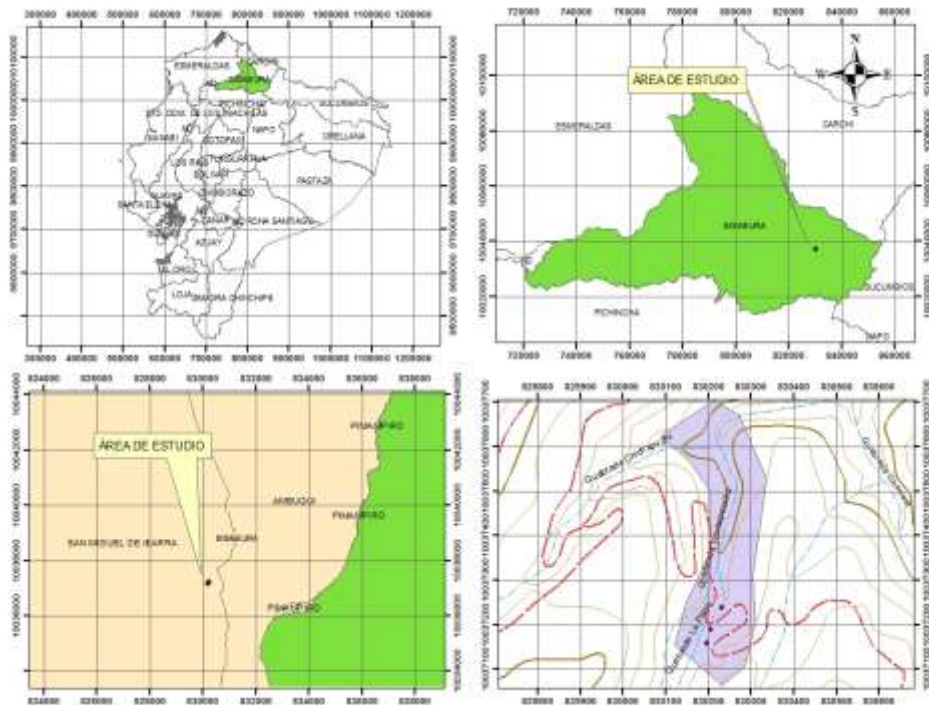
Esta norma establece los requisitos específicos físicos, químicos y microbiológicos que debe cumplir el recurso hídrico para que sea apto para el consumo humano y se aplica a todos los sistemas de abastecimiento de agua potable. (Anexo).

## CAPITULO II

### 2. METODOLOGÍA

#### 2.1. Descripción del área de estudio

La presente investigación se realizó en la comunidad El Carmelo, perteneciente a la parroquia urbana Ambuquí, cantón Ibarra. Esta comunidad forma parte de la Unión de Organizaciones Campesinas de Cochapamba (UOCC). Sus límites son al norte Comunidad de Manzano Guarangui, al sur por carretera a la parroquia Mariano Acosta del cantón Pimampiro, al este La Comunidad Rancho Chico; y al oeste con la Quebrada de Jatunhuayco Figura 1.

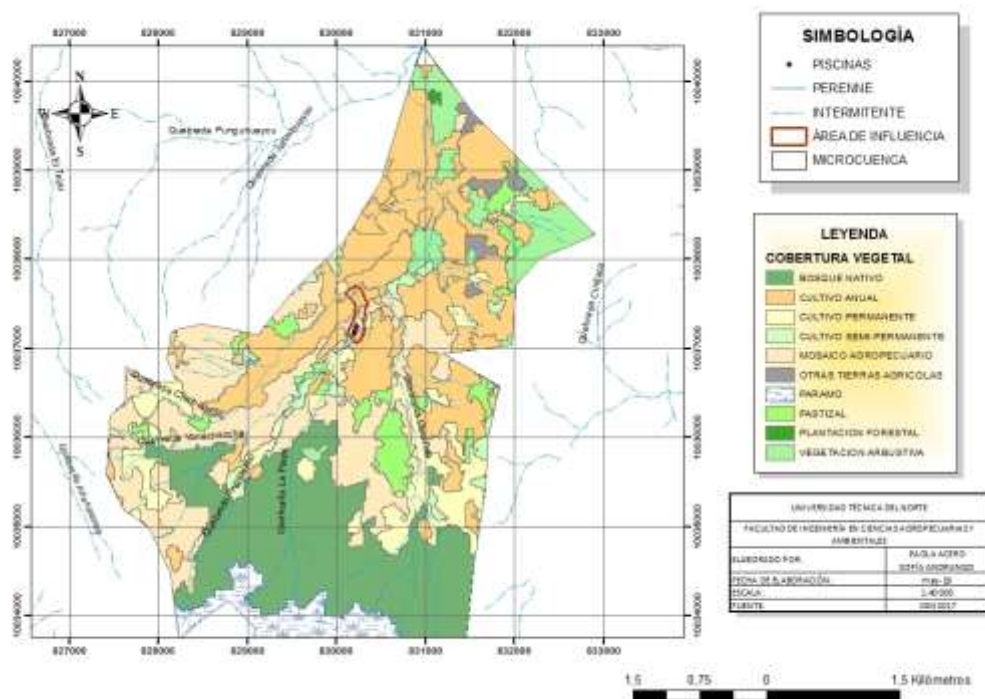


**Figura 1.** Mapa de ubicación del área de estudio

El Carmelo, es un área de la cordillera oriental, a la altura 2 673 msnm, forma parte de las quince comunidades que integra la zona de Cochapamba, la que tramita ante el CONALI (Comisión Nacional de Límites Internos de la Asamblea Nacional), su proceso de constitución como la cuarta parroquia Rural de Ibarra (Asociación Zaray Tarpuy, 2012). Posee una extensión de 491,27 ha. que se encuentra distribuida en: zona de bosque y páramos 293 ha, zona ganadera 48,95 ha. zona agrícola 108 ha, zona de suelos erosionados, quebradas y chaparro 52,35 ha (UOCC, 2010).



La Comunidad El Carmelo pertenece hidrológicamente a la Cuenca del Río Mira y Microcuenca de Ambuquí, se encuentra en una zona geográfica accidentada con flujos de agua variables a lo largo de todo el año, cuenta con una temporada seca y una lluviosa, la primera corresponde a los meses de junio a septiembre, mientras que la segunda en los demás meses, con picos de precipitaciones, octubre - noviembre y marzo - abril, las precipitaciones se encuentran en 1.100 mm en promedio, con temperaturas entre 14 y 20°C (MAE,2015). Por consiguiente, es un área favorecida por la presencia de fuentes de agua, la quebrada el Angahuasi con un caudal de 8 l/s y La Playa con 15 l/s, son captadas mediante tuberías para la producción de trucha (UOCC, 2010).



**Figura 2.** Mapa de cobertura vegetal de la zona de estudio

La microcuenca de Ambuquí, se encuentra distribuida en: zona de bosque nativo en 40,44%, paramo con un área del 8,47%, vegetación arbustivas con un área de 1,05% plantación forestal, cultivo anual con un área del 50% , cultivo permanente como cítricos, cultivos semipermanente de ciclo corto como cereales, hortalizas, raizales y tubérculos,

El promedio de tamaño de los predios es de 4,78 ha por familia. La tierra efectivamente utilizable es del 28%, la producción obtenidas repartida entre el auto

consumo y la venta del excedente. Los principales productos agrícolas que se cultivan en la zona se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Principales productos agrícolas de la Comunidad El Carmelo.

<b>Producto</b>	<b>Área [ha]</b>	<b>Porcentaje [%]</b>
Maíz	30,00	28%
Papa	30,00	28%
Arveja	15,00	14%
Fréjol	12,00	11%
Trigo	8,50	8%
Habas	5,00	5%
Hortalizas	4,50	4%
Tomate De Árbol	3,00	3%
<b>TOTAL</b>	<b>108,00</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** (UOCC, 2010)

Los cultivos que presentan mayor complicación son la arveja y papa, puesto que son más sensibles a los cambios del clima, por lo cual los agricultores con el fin de mantener sus cultivos emplean productos químicos de manera excesiva. Éste es un tema preocupante en las comunidades, puesto que se está ejerciendo presión sobre el suelo, debido a que la agricultura que se desarrolla en esta zona en su mayoría es de forma intensiva, lo cual genera desgaste en los suelos. Estos problemas también inciden en la presión sobre los páramos y los bosques.

En cuanto a la producción pecuaria, esta no se desarrolla con las debidas condiciones técnicas. Las principales especies pecuarias producidas se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Principales especies pecuarias producidas

<b>Especie</b>	<b>N° de Animales</b>	<b>Porcentaje</b>
Bovinos Leche	104	8,9%
Bovinos Otros	51	4,3%
Aves	400	34,3%
Cerdos	30	2,5%
Cuyes	280	24%
Ovinos	300	25,75%
<b>TOTAL</b>	<b>1165</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** UOCC. (2010)

En el año 2014, la comunidad mediante un convenio con la UOCC realiza la construcción de las piscinas para producción de trucha, sus instalaciones se realizaron de hormigón con dimensiones de 11 x 3 x 1,5 m, su producción inicial fue de 5 000 unidades, que representó 3 899 unidades que fueron vendidos dentro de la localidad y en mercados de Ibarra, a pesar de que se compraron 5 000 alevines, hubo una mortalidad en todo el proceso de crianza de 1 111 individuos que fue representada un 22,2 %. Como se lo detalla en el Anexo 1.

## **2.2. Métodos**

La metodología empleada fue de tipo mixta, ya que consto de métodos cualitativos y cuantitativos. Esta investigación se estructuro por fases y de acuerdo a los objetivos específicos, se detalla a continuación:

### **2.2.1. Fase 1.- Análisis de la calidad del agua en el proceso de producción de trucha**

En la fase 1. Se efectuó una reunión antes de aplicar muestreo en las instalaciones del criadero de truchas, con el fin de dar a conocer el área, informar el estudio y actividades que se ejecutaran dentro del área. Esta reunión se hizo con la promotora de la comunidad Sra. Diana Salazar y el técnico Fidel Castro presidente de la UOCC quienes colaboraron con la ejecución de este estudio.

Para el análisis del agua se aplicó la metodología realizada por Collas (2010), en donde establece los puntos de muestreo que deben realizarse aguas arriba y aguas abajo tomando en cuenta que los mismo dispongan de accesibilidad, representatividad y seguridad, y se determinaron tres puntos de muestreo, mismos que fueron georreferenciados con un GPS.

Los puntos fueron en: 1) Fuente de agua, 2) Afluente y 3) Efluente

- Toma de muestras

Para los análisis físicos – químicos del agua, en la recolección de muestras se utilizaron botellas plásticas esterilizadas de un litro, mismas que fueron llenadas y posteriormente etiquetadas. En las etiquetas constataban datos georreferenciados del lugar donde se tomó la muestra. (Collas, 2010).

El transporte de las muestras hacia el laboratorio se realizó con la debida cadena de custodia, a fin de evitar pérdidas o contaminación de las mismas. Se utilizó un envase hermético que eludía la exposición a la luz. Las muestras se mantuvieron refrigeradas a una temperatura entre 1°C y 3°C, como sugiere la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2176:2013 (NTE INEN, 2013).

Para el análisis se enviaron las muestras a los siguientes laboratorios acreditados bajo normas que variaron dependiendo del lugar:

- Parámetros químicos

El análisis de los parámetros químicos se realizó en Laboratorios EUROFINS ubicados en Holanda. Se tomaron tres muestras, de un litro cada una, en los puntos ya establecidos como establece el Protocolo de muestreo de Laboratorio (ICP-MS) En la tabla 3 se muestran la ubicación geográfica y la altitud de los puntos.

**Tabla 3.** Ubicación geográfica de la toma de muestras en la zona de estudio.

N°	Punto de muestreo	Ubicación geográfica UTM Datum WGS 1984 Zona 17 Sur		Altitud [msnm]
		X	Y	
		1	Fuente de agua	
2	Afluente	830212	10037146	2 706
3	Efluente	830257	10037182	2 673

- Parámetros químicos específicos

El análisis químico se realizó en Laboratorios LABOLAB QUITO. En este caso se tomaron dos muestras de agua de un litro, en el afluente y en la piscina, los parámetros a evaluar fueron dióxido de carbono y oxígeno disuelto, los métodos usados por el laboratorio se detallan en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Método de análisis químicos del agua de las piscinas.

Análisis químico	Unidad	Método
Dióxido de carbono	mg/l	APHA 4500 CO <sub>2</sub> – D
Oxígeno disuelto	mg/l	APHA 4500 O – B

- Análisis microbiológicos

Los análisis microbiológicos fueron realizados en los Laboratorios EMAPA-I, en la ciudad de Ibarra. Para lo cual se enviaron dos muestras de un litro, en la entrada y salida del agua de las piscinas. Los protocolos de laboratorio se realizan bajo la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1108 (NTE INEN, 2013).

- Calidad de agua mediante el multiparámetro de mano YSI

Una de las características físicas importantes en la crianza de truchas es la temperatura, es por ello que se usó el multiparámetro de mano YSI Professional Plus, que es un medidor de calidad de agua, el cual mide parámetros como: pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, Potencial de Oxido Reducción (ORP) con sensores digitales. En este caso se utilizó para medir la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, datos que fueron expresados en % y mg/l. Estas mediciones se las realizó in situ en las piscinas. Los datos tomados en campo se muestran en la tabla 5.

**Tabla 5.** Temperatura de los puntos de muestreo de la zona de estudio.

<b>Punto – Sitio</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Altura</b>	<b>Temperatura</b>
<b>Piscina 1</b>	0830218	2682 msnm.	12°C
	0037164		
<b>Cercado piscinas</b>	0830251	2684 msnm.	12°C
	0037193		
<b>Captación agua</b>	0830218	2695 msnm.	12°C
	0087141		
<b>Desarenador</b>	0830057	2737 msnm.	12°C
	0036894		

Los resultados obtenidos de cada análisis fueron comparados con límites permisibles de los criterios de calidad para aguas de uso pecuario que se establecen, Anexo I de Calidad de agua. En el caso de los análisis microbiológicos se compararon con la norma INEN 1108:2014 Agua Potable. Requisitos.

### **2.2.2. Fase 2.- Evaluación de los impactos socio ambientales el manejo de la trucha**

Una vez tomada las muestras de agua para determinar su calidad en el proceso de producción de trucha se continua con la fase 2 donde se procedió a evaluar los impactos ambientales mismos que fueron determinados mediante la aplicación de la Matriz de Interacciones de Leopold y la matriz para la determinación de la importancia Conesa Fernández. Además, se aplicó la Matriz FODA como una estrategia para impactos sociales con la participación de los habitantes de la comunidad.

- **Matriz de Leopold**

Es una matriz de doble entrada tiene como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones que pueden causar impactos. Cada cuadro se divide en diagonal. En la parte superior se coloca la magnitud (extensión del impacto), precedida del signo “+” o “-”, según el impacto sea positivo o negativo. La escala empleada incluye valores del 1 al 10, siendo 1 la alteración mínima y 10 la alteración máxima. En el triángulo inferior se coloca la importancia (Intensidad), también en escala del 1 al 10. La ponderación de estos aspectos la realizó el equipo investigador. La suma por filas indica las incidencias del conjunto de acciones sobre cada factor, es decir su grado de fragilidad. La suma por columnas provee la valoración relativa del efecto que cada acción producirá (Coria, 2008).

En este estudio se tomó cuenta las siguientes etapas: el proceso de producción de la trucha, el cierre y abandono de la actividad, no se tomó en cuenta la etapa de construcción porque las piscinas ya se encontraban construidas.

- **Matriz de Importancia Conesa Fernández 2010**

Esta matriz permite valorar la agresividad de las acciones como los factores ambientales que sufrirán en mayor o menor grado las consecuencias de la actividad.

**Tabla 6.** Matriz de importancia para la valoración de impactos.

<b>Código</b>	<b>Aspectos Ambientales</b>	<b>Actividad</b>			
A	Consumo de recurso agua del Río La Playa.	A1	A2	A3	A4
B	Consumo de energía	B1	B2	B3	B4
C	Consumo de diesel	C1	C2	C3	C4
D	Uso de sustancias químicas para alta de la Microcuenca	D1	D2	D3	D4
E	Generación de gases	E1	E2	E3	E4
F	Generación de material particulado	F1	F2	F3	F4
G	Generación de vertidos líquidos	G1	G2	G3	G4
H	Generación de desechos sólidos	H1	H2	H3	H4
I	Generación desechos No Peligrosos	I1	I2	I3	I4
J	Generación de desechos especiales	J1	J2	J3	J4
K	Generación de Ruido	K1	K2	K3	K4

**Fuente:** (Conesa, 2010)

Como se observa en la Tabla 7 la calificación de la importancia depende de ciertas variables, para las cuales su valoración se basa en los criterios del Anexo 4.

- Ecuación para diagnosticar la importancia del impacto

Para evaluar la importancia del impacto (I) se utilizó el siguiente algoritmo:

$$I = \pm N (3IN + 2EX + MO + PE + RE + SI + AC + EF + PR + RC)$$

(1)

La importancia del impacto será la relación mediante la cual se mide el impacto ambiental en función del grado de incidencia o intensidad. La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100 (Conesa, 2010). La calificación de la importancia se muestra en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Rangos de jerarquización del impacto

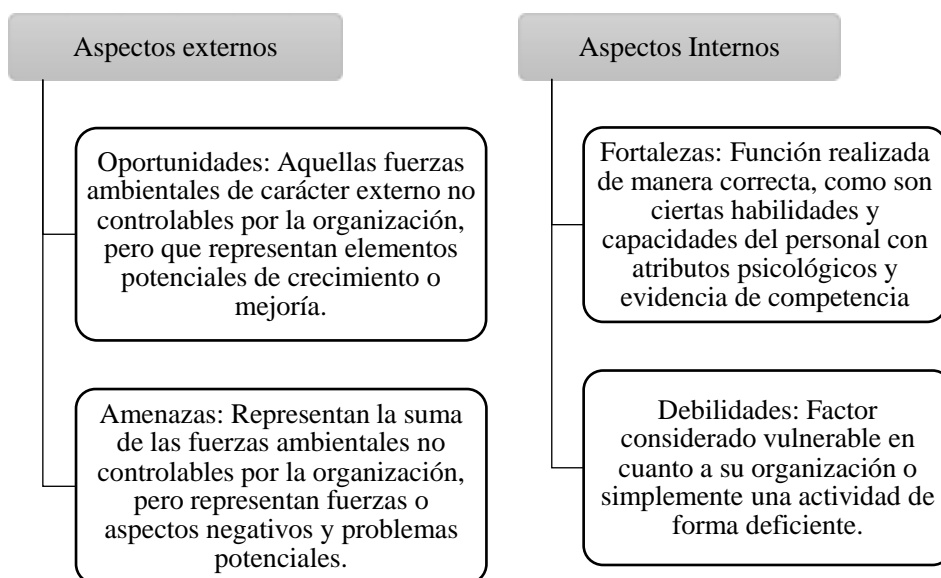
Clase de efecto	Rango de importancia	Trama
Crítico	$I > 75$	Rojo
Severo	$75 \leq I \leq 50$	Naranja
Moderado	$50 \leq I \leq 25$	Amarillo
Compatible	$I < 25$	Verde

**Fuente:** (Conesa, 2010)

- Evaluación de Impacto social

Se determinó la evaluación mediante un estudio realizado por Thompson et,al. (1998), en donde construye una base para la elaboración de estrategias y establecer el análisis FODA (Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) como una herramienta viable para un análisis organizacional, logrando un equilibrio entre la capacidad interna de la organización y su situación de carácter externo que determinen el cumplimiento de metas.

El análisis se realizó con pobladores de la comunidad El Carmelo, analizando los aspectos fuertes y débiles de la organización, teniendo en cuenta los siguientes aspectos-



**Figura 3.** Thompson et,al. (1998). Carácter de la matriz FODA



### **2.2.3. Fase 3.- Estrategias de conservación en la producción de trucha**

Con los datos del análisis FODA se procedió a diseñar estrategias que permitan ayudar al desarrollo sustentable de la comunidad basándonos en Programas y subprogramas conjuntamente con actividades las cuales están acorde al medio biofísico. Dentro de este contexto se realizó una guía de manejo sustentable de producción de trucha que permita a los comuneros o personas que se dediquen a esta actividad, mejorar su calidad de vida y a su vez proteger el área utilizando técnicas amigables con el ambiente.

### **2.2.4. Guía de manejo sustentable en la producción de trucha.**

Una herramienta para el aprovechamiento de la trucha y conservación del área de influencia se elaboró la guía de manejo sustentable en su producción, por lo tanto, se realizó la revisión bibliográfica de manuales para tener referencias y aplicar lo que esté acorde a nuestra área de estudio. Estos manuales son: Principios Básicos del Cultivo de Trucha realizado por Poleo, (2010) y Manual Práctico para el cultivo de la trucha arcoíris por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014) de esta manera se plasma en un manual las buenas prácticas de manejo en fincas piscícolas de otras localidades. Además, se analizó desde el punto de vista técnico y económico esta información y los aspectos a incluirse en la guía de manejo.

### **2.3. Materiales y equipos**

Para el desarrollo de la investigación se emplearon equipos y materiales, tanto de oficina como aquellos empleados en salidas de campo, que se detallan a continuación en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Materiales y equipos

---

<b>Materiales y Equipos</b>
Software Arc Map 10.5
GPS
Computadora portátil
Cámara fotográfica digital
Memoria flash
Multiparámetro de mano YSI
Materiales de oficina
PDOT Ambuquí
Internet
Material de campo: Envases plásticos de 1litro, etiquetas, Cintas de pH, Libreta de campo, botas, protocolo de muestreo.

---

<b>Recursos Humanos</b>
Tesistas de la Universidad Técnica del Norte
Técnico Fidel Castro
Promotora de la Comunidad

---

## CAPITULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Análisis de la calidad de agua en la producción de trucha de la comunidad El Carmelo.

La Microcuenca de Ambuquí – Cochapamba, mediante la clasificación realizada por el ex INERHI, es un afluente de la subcuenta del Río Mira, perteneciente a la cuenca del Río Mira - Mataje, Vertiente del Océano Pacífico. En la zona de estudio existe la quebrada Angahuasi con un caudal de 8 l/s y La Playa con 15 l/s, son captadas mediante tuberías para la producción de truchas, que se originan en los páramos de la comunidad.

##### 3.1.1. Análisis de parámetros físicos del agua.

En la Tabla 9 se observan los resultados de los parámetros físicos, los cuales fueron emitidos por el laboratorio EMAPA-I y análisis in situ. Estos resultados se compararon con los límites máximos permisibles de los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidos, y en aguas marinas y estuarios. Que se describen en el Acuerdo Ministerial 097 A (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua).

**Tabla 9.** Parámetros físicos.

PARÁMETROS FÍSICOS				
Parámetro	Unidad	Afluente	Efluente	Límite máximo permisible
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	75	89	<400
Conductividad		0,30	0,20	
Temperatura		14,5°	14°	

Desde el punto de vista limnológico, las concentraciones de Sólidos Totales Disueltos (STD) guardan una correlación positiva con la productividad en lagos, sin embargo, estos afectan la penetración de luz en la columna de agua y la absorción selectiva de las diferentes longitudes de onda que integran el espectro visible (Quispesivana, Nuñez y Guevara, 2015).

Los Sólidos Totales Disueltos (SDT) de la entrada y salida del criadero presentan un valor menor a 100 mg/l, (Tabla 10) lo cual está dentro de los límites permisibles, pudiendo indicar que no existen problemas en el desarrollo de las truchas. No obstante, su concentración puede influir sobre otros procesos del sistema, constituyendo una fuente importante de demanda de oxígeno e incorporación de nutrientes al agua, pudiendo afectar la salud de los peces, perturbando el sistema branquial y aumentando su exposición a los patógenos Blanco (1995). Es notorio que en la salida del criadero los valores de SDT son mayores a los de la entrada, esto se debe a los desechos que producen las truchas. Por lo que es importante mantener una adecuada limpieza de las piscinas de cultivo.

### 3.1.2. Análisis de parámetros químicos del agua

**Tabla 10.** Parámetros químicos - criterio de preservación de flora y fauna.

PARÁMETROS QUÍMICOS						
Parámetro	Expresión	Fuente	Afluyente	Efluyente	Límite permisible	Unidad
Potencial Hidrógeno	upH	7,7	7,8	7,9	6-9	
Amoníaco	NH <sub>3</sub>	<1,8	<1,8	<1,8	0,715	mg/l
Nitratos	NO <sub>3</sub>	<7,3	<7,3	<7,3	0,2	mg/l
Hierro	Fe	0,128	0,056	0,073	0,3	mg/l
Manganeso	Mn	0,005	<0,005	<0,005	0,1	mg/l
Zinc	Zn	0,006	0,013	0,013	0,03	mg/l
Boro	B	<0,011	<0,011	<0,011	0,75	mg/l
Cobre	Cu	<0,006	<0,006	<0,006	0,005	mg/l
Dureza total	CaCO <sub>3</sub>		62,44	-	-	mg/l
Nitratos			0,9	0,3	10,0	mg/l
Nitritos			0,006	0,008	1,0	mg/l
Alcalinidad total			76	-	-	mg/l
Materia flotante					Ausencia	

**Fuente:** Laboratorios EUROFINS

En la tabla 10 se puede evidenciar que la mayoría de parámetros cumplen con la normativa establecida; sin embargo, el Amoníaco (NH<sub>3</sub>) sobrepasa el límite máximo permisible, esto podría ser a causa de la incidencia de actividad agrícola y ganadera, que se desarrolla en la parte alta del río. Al considerar que el amonio es el componente principal de aquellos fertilizantes que aportan con Nitrógeno (N) al

suelo, se tiene una alta concentración de este compuesto en el agua. Lo anterior mencionado concuerda con Schuurkes et al. (1988), quien afirma que se pueden encontrar altas concentraciones de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) en áreas donde se desarrolla la actividad agropecuaria.

El Potencial de Hidrogeno (pH) se encuentra en el rango del límite permisible. Corroborando que, si el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) es menor a 2ppm el comportamiento del pH no cambia y evita situaciones negativas en la crianza de truchas (FONDEPES, 2014).

Los Nitratos se encuentran en el rango de los límites permisibles, sin embargo, se tiene una variación notoria de los valores obtenidos en la entrada de las piscinas con los de la salida. Pues estos se reducen del 0,9 mg/l a 0,3 mg/l, por lo que se puede concluir que estos son absorbidos por las truchas. Lo cual se cuestiona con lo expresado por RAGASH (2009), quien manifiesta que estos parámetros son mucho más estables y sus variaciones son mínimas. Por otra parte, en la cantidad que se presentan en la piscícola se puede decir que son inofensivos para la supervivencia de las truchas. Esto concuerda con lo expuesto por Torres y Granda (2017), los nitratos son dañinos en concentraciones muy altas; son necesarios 1 300 miligramos por litro de agua para que una trucha muera.

Los Nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ) son otra forma de compuestos nitrogenados que resultan de la alimentación. Un incremento en el  $\text{CO}_2$  puede disminuir el pH a un valor por debajo de 6.5, lo que puede llevar a toxicidad de nitrito a través de la formación de ácido nitroso ( $\text{HNO}_2$ ). A 2 ppm (mg/l) y debajo, los nitritos son tóxicos para muchos peces y camarones (Timmons, Ebeling, Wheaton y Summerfelt, 2002).

Poleo (2010), sugiere que la dureza en aguas destinadas al cultivo de truchas, debe encontrarse en un rango de entre 80 – 300 mg/l; en el caso de El la piscícola El Carmelo la dureza es menor a los valores propuestos, teniendo 62,44 mg/l lo cual la como un agua blanda. La dureza tiene la habilidad de amortiguar los efectos de metales pesados tales como Zinc (Zn) o Cobre (Cu), los cuales son tóxicos para los peces y camarones (Amaya y Anzola, 1988). Por lo tanto, se puede deducir que el agua de las piscinas no tiene la capacidad de amortiguamiento y los metales pesados pueden resultar tóxicos para el cultivo de la trucha.

Por otro lado, la alcalinidad del agua debe encontrarse entre 10 – 400 mg/l (Poleo, 2010), en este caso con un valor de 76 mg/l, indica que se encuentra en un estado óptimo, sin afectar el potencial de productividad primaria y también el pH del agua. Valores de 50 – 100 mg/l son considerados moderados (López, Trujillo, Fonseca y Martínez, 2005). Generalmente, la alcalinidad varía de un sitio a otro. En el agua de mar, la alcalinidad es normalmente mayor a 100 ppm pero en áreas de agua dulce, la alcalinidad es a menudo baja, particularmente durante la temporada lluviosa (Buschmann, 2001).

**Tabla 11.** Parámetros químicos - criterio de uso pecuario

PARÁMETROS QUÍMICOS						
Parámetro	Expresión	Fuente	Afluyente	Efluyente	Límite permisible	Unidad
Amonio	NH <sub>4</sub>	<1,9	<1,9	<1,9	-	
Nitratos	NO <sub>3</sub>	<7,3	<7,3	<7,3	10,0	mg/l
Cloro	Cl	<3,6	<3,6	<3,6	0,01	mg/l
Hierro	Fe	0,128	0,056	0,073	1,0	mg/l
Manganeso	Mn	0,005	<0,005	<0,005	0,5	mg/l
Zinc	Zn	0,006	0,013	0,013	25,0	mg/l
Boro	B	<0,011	<0,011	<0,011	5,0	mg/l
Cobre	Cu	<0,006	<0,006	<0,006	0,5	mg/l
Molibdeno	Mo	<0,009	<0,009	<0,009	0,005	mg/l
Silicio	Si	29	30	30	-	mg/l
Materia orgánica					No visible	

**Fuente:** Laboratorios EUROFINS

En la tabla 11 se observa que el Molibdeno (Mo) mantiene un valor considerable según los criterios de calidad para uso pecuario, puesto que en los pesticidas que se usan en la actividad agrícola y ganadera existe una pequeña cantidad de éste metal, el cual se acumula en suelos que no están drenados correctamente y a consecuencia se filtra a los cursos de agua por medio de la escorrentía. Kubota et al, (1986), afirma que es probable que los valores de molibdeno promedio pueden ser doblados en una situación con suelos pobremente drenados. Por su parte el cloro (Cl) también presenta valores altos en comparación con el límite máximo permisible

La mayoría de los parámetros comparados se encuentran dentro de los límites máximos permisibles, tanto para criterios de conservación de flora y fauna como de

uso pecuario, se infiere que la calidad de agua en lo que a parámetros químicos es aceptable para el desarrollo de la actividad de piscícola en la comunidad.

### 3.1.3. Análisis químico de dióxido de carbono y oxígeno disuelto

Los resultados obtenidos sobre el Dióxido de carbono y Oxígeno disuelto, se compararon con las características físicas químicas propuestas por Poleo (2010), en su manual de principios básicos para el cultivo de trucha (Tabla 12).

**Tabla 12.** Parámetros químicos - oxígeno

PARÁMETROS QUÍMICOS DE OXÍGENO				
Parámetro	Unidad	Resultado		Límite máximo permisible
		Afluente	Piscina	
Dióxido de carbono	mg/l	1,86	1,81	< 2,0 mg/l
Oxígeno disuelto	mg/l	7,41	6,81	Cerca de la saturación ≥ 5mg/l

El oxígeno disuelto es un parámetro muy importante en el crecimiento de los peces. Los datos obtenidos indican que la calidad del agua es propicia para esta actividad piscícola. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2014), describe que el rango aceptable del oxígeno disuelto para la producción de truchas es entre 7 – 12 mg/l, siendo el rango óptimo 8,5 mg/l. Para lo cual los datos arrojados del análisis de agua que entra al criadero de truchas de la comunidad El Carmelo están dentro de este rango.

Con estos resultados se evidencia que el nivel de Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el agua se encuentra dentro del límite permisible, por otro lado, el oxígeno disuelto es óptimo para la crianza de las truchas ya que necesitan un mínimo de 5,5 mg/l para su desarrollo. Al contrastar los datos del oxígeno disuelto en la entrada de las piscinas (Tabla 12), se tiene un valor de 7,41 mg/l, mismo que se reduce a 6,81% en las piscinas de cultivo de truchas. Según Polit (2012), el descenso de la concentración de oxígeno disuelto en el agua de las piscícolas, constata el proceso de respiración que ocurre en un cuerpo de agua sometido a un cultivo bioacuático, demostrando que las truchas se están desarrollando favorablemente.

Según Camacho et al. (2000), con cifras menores a las mencionadas anteriormente, las truchas presentan dificultades para extraer oxígeno y transportarlo a través de

las branquias. Por lo que mantener estos valores es crucial para el desarrollo de los peces. Existen diversos factores físicos, químicos y biológicos que determinan la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, uno de ellos es la temperatura, ya que entre más alta sea, menor cantidad de oxígeno existirá en el agua y mayor la exigencia de las truchas.

El dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) es el producto de la respiración de los peces y plantas, así como de la descomposición de la materia orgánica; en la crianza de truchas, no es recomendable que la concentración de dióxido de carbono en el agua de cultivo exceda de 2 mg/l, de lo contrario mermaría la concentración de oxígeno disuelto (Fondo Nacional del Fondo Pesquero, 2014). En la tabla 12 se tiene que el CO<sub>2</sub> es menor a los 2 mg/l por lo tanto, el pH y la concentración de O<sub>2</sub> disuelto no se ven afectados.

### 3.1.4. Análisis microbiológicos

Los parámetros microbiológicos se muestran en la tabla 13 han sido comparados con los límites máximos permitidos de la Norma INEN 1108:2014 Agua Potable. Requisitos.

**Tabla 13.** Parámetros microbiológicos.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS				
Parámetro	Unidad	Afluente	Efluente	Límite máximo permisible
Coliformes totales	UFC/100 ml	1172	2110	< a 1000
E. Coli	UFC/100 ml	12	38	Promedio mensual < a 5000

**Fuente:** Laboratorio EMAPA-I

En cuanto a Coliformes totales, se obtuvo un valor de 1172 a la entrada y 2110 a la salida, ambos superiores al límite permisible de uso pecuario, demostrando que existe contaminación del agua que ingresa al criadero y al salir el valor es mayor, ya que se añade los desechos de las truchas.

En un estudio realizado por Valenzuela, Godoy, Almonacid, & Barrientos (2012), sobre la calidad microbiológica del agua de un área agrícola-ganadera del centro sur de Chile, también los valores de Coliformes fecales sobrepasaron la norma



chilena de calidad del agua, por lo que se concluyó que se debe regular el impacto ambiental de la actividad agrícola-ganadera. El agua de los criaderos de trucha no cumple con todos los parámetros requeridos de la calidad de agua de acuerdo a Ling (2011), esto pudiera ocasionar un déficit en la producción de truchas, así como un riesgo al consumidor al no presentar una calidad sanitaria idónea.

**Tabla 14.** Condiciones óptimas para la producción de trucha

<b>Características físico-químicas del agua</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Valores</b>
Temperatura	T	12°C
Oxígeno Disuelto	OD	6.5 – 9 mg/l
Potencial Hidrógeno	pH	6.5 – 8.5
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	<2.0 mg/l
Alcalinidad	CaCO <sub>3</sub>	10 – 400 mg/l
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	80 – 300 mg/l
Nitratos	N	9,0 mg/l
Nitritos	N-nitrito	1,0 mg/l

**Fuente:** Adaptado de Poleo (2010).

### **3.2. Evaluación de impactos socioambientales de la producción de trucha.**

La evaluación de los impactos socio-ambientales dentro de la comunidad El Carmelo se realizó mediante observación directa del problema y con la participación de 14 familias, quienes contribuyeron a identificar los impactos que ellos percibían.

#### **3.2.1. Análisis de impactos ambientales- Matriz de Leopold**

En la calificación de los componentes arrojó que los impactos ambientales negativos se dan especialmente a la calidad del recurso hídrico como se detalla en la tabla 15:

**Tabla 15.** Impactos ambientales – Matriz Leopold

<b>EVALUACIÓN IMPACTOS AMBIENTALES MATRIZ LEOPOLD</b>		
<b>Componente</b>	<b>Impacto Ambiental</b>	<b>Magnitud</b>
Agua /Fauna	Alteración de la calidad de agua	Negativo
	Generación de aguas residuales	Negativo
	Generación de desechos sólidos no peligrosos	Negativo
	Generación de desechos especiales	Negativo
Flora/Suelo	Sobrecarga de materia orgánica al suelo	Positivo
Social	Generación de empleo	Positivo

La alteración de la fauna ictiológica de la zona que ha ido desapareciendo con el pasar del tiempo debido a la introducción de especies exóticas alterando su ecosistema natural y la generación de desechos especiales en todo el proceso de producción de las truchas. Por otra parte, el principal impacto positivo es la generación de empleos durante todo el proceso de producción. Como se puede apreciar en el Anexo 3.

Valverde (2006) sugiere estrategias para la mitigación de los impactos en cada una de las etapas, se toma en cuenta a los alevines muertos, ya que se los puede usar como abono. Lo que actualmente se realiza es tomar los alevines muertos con un colador, juntarlos y tirarlos en los campos agrícolas. La generación de mal olor por descomposición de los alevines no es mayor molestia para los moradores. Otro factor determinante es la sangre y vísceras después de la cosecha, lo cual representaría un foco de enfermedades. Por ello los encargados de la actividad usan baldes para recoger este desecho no peligroso y lo utilizan como alimento de los perros, también lo suelen utilizar como abono; de esta manera, se evita que ingresen al cauce del río.

En la etapa de cierre y abandono el mayor impacto es socio-económico, pues el sustento económico de las familias se vería afectado si llegara a terminar la actividad. Por otro lado, un impacto positivo para la fauna, flora y agricultura sería la revegetación del lugar.

### **3.2.2. Análisis de impactos ambientales - Matriz de Conesa Fernández.**

En la tabla 16, se muestra los impactos ambientales significativos por la actividad piscícola que se desarrolla en la zona. Teniendo que, en el subproceso de cosecha, es en donde se presenta el mayor número de impactos con importancia severa.

**Tabla 16.** Impactos ambientales en la producción de trucha.

<b>EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTE MATRIZ CONESA FERNÁNDEZ</b>			
Actividad	Impacto Ambiental	Calif.	Importancia
Adquisición Siembra De Alevines	Efecto uso de Sustancias Químicas	-52	SEVERO
	Eliminación de desechos sólidos	-26	MODERADO
Crianza: Fases Alevines, Juvenil, Engorde	Efecto uso de Sustancias Químicas	-52	SEVERO
	Eliminación de desechos especiales (truchas muertas).	-26	MODERADO
	Alteración de la calidad del agua (vísceras y escamas)	-62	SEVERO
Cosecha, Faenamiento Y Empaquetado	Efecto uso de Sustancias Químicas	-52	SEVERO
	Vertido de aguas residuales (sangre)	-62	SEVERO
	Eliminación de desechos especiales	-52	SEVERO

En el subproceso de adquisición y siembra de alevines, se asigna una importancia moderada a la eliminación de desechos, entre ellos las fundas plásticas que llegan mediante la adquisición de materia prima. Con importancia compatible se tiene el transporte de los alevines, desde centro de reproducción en Papallacta, lo cual genera alteraciones en la calidad del aire, por la emisión de gases contaminantes por los vehículos por el uso de combustible. Adicionalmente, con una importancia severa esta la alteración de la calidad del agua; puesto que tiene presencia de amoníaco y molibdeno, dato que fue corroborado en los análisis de calidad de agua.

En el subproceso de crianza de la trucha, con una importancia severa está la generación de desechos sólidos, a causa de la eliminación de costales de alimento de las truchas. En la desinfección de las piscinas que se realiza cada 15 días, se utiliza Cloruro de sodio (NaCl), lo cual genera vertidos de aguas residuales, este impacto adquiere una importancia compatible, con un control y prevención es reversible a corto plazo. Por su parte la eliminación de desechos especiales (truchas muertas) tiene una importancia moderada. La mortalidad de la trucha, puede darse debido al arrastre de sedimentos, falta de oxígeno o enfermedades.

En el subproceso de cosecha y faenamiento, el impacto ambiental con importancia severa es en el recurso agua, por varias causas como: la generación de desechos especiales y vertido de aguas con vísceras, sangre y escamas. Lo cual altera la calidad del agua en su funcionalidad con el ecosistema. El agua también se ve alterada por el uso de sustancias químicas en la parte alta de la microcuenca. Además, con una importancia severa se tiene la eliminación de desechos especiales que son resultado del faenamiento de las truchas.

Para el empaquetado y comercialización de la trucha, se utilizan bandejas plásticas, con el fin de mejorar la presentación del producto para venderlo en ferias planificadas por la Dirección Provincial de Agricultura, por lo que la eliminación de desechos sólidos es un impacto con importancia moderada.

### 3.2.3. Análisis de la matriz FODA

En la Tabla 17 y 18, se indican las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. Toda esta información fue recabada en una reunión con los beneficiarios del proyecto.

**Tabla 17.** Factores internos: Fortalezas y Debilidades

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
*Potencial de investigaciones dentro del área.	*Capacitación al personal no es permanente.
*Mantenimiento de estanques y alimentación.	*Disminución en la producción y comercialización de truchas, por falta de capacitación.
*Recurso financiero suficiente.	*Falta de tecnología.
*El agua del río es apropiada para la crianza de truchas	*Falta de personal técnicamente capacitado o mano de obra calificada.
	*Producción es reducida.
	*La infraestructura no es adecuada para la producción de truchas.

**Tabla 18.** Aspectos externos: Amenazas y Oportunidades.

<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
*Adquisición de alimentos a menor precio.	*Calidad nutritiva y preparación de la trucha.
*Producción y comercialización de truchas a nivel nacional.	*Destrucción de hábitats naturales por la expansión de actividades agrícolas y pecuarias.
*Posicionamiento en El mercado interno y externo.	*Conflictos de límites por tenencia de tierras en áreas destinadas para conservación.
*Ampliar su infraestructura con la finalidad de incrementar la producción de truchas.	*Riesgo de desastres naturales por el aumento del caudal de los ríos.

Los pobladores beneficiados del proyecto aportaron con estas ideas, las cuales sirvieron para plantear las estrategias de conservación para la producción de trucha en la comunidad.

### **3.3. Estrategias para la conservación de recursos naturales en la producción de trucha en la Comunidad El Carmelo**

Los resultados obtenidos permitieron plantear estrategias para el manejo en la producción de trucha, partiendo que en la localidad se posee una buena calidad de agua. Pese a mantener un impacto ambiental volátil y por escorrentía hacia los recursos hídrico y suelo, dichos resultados aportaron al planteamiento de estrategias para el mejoramiento de la calidad del agua; es decir, aumentar la demanda de oxígeno y disminución de sedimentos en la fase de alevines y juvenil, con lo cual se busca disminuir la tasa de mortalidad en los alevines, puesto que esta es la fase más vulnerable.

Como parte de las estrategias planteadas se realizó un plan de capacitación para la comunidad sobre el manejo correcto de los recursos Tabla 19, 20 y 21.

**Tabla 19.** Programa de capacitación a la comunidad el Carmelo

<b>PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y MANEJO DE LA TRUCHA</b>				
<b>Objetivo:</b> Capacitar al personal involucrado sobre las condiciones óptimas para el cultivo de trucha.				
<b>Meta:</b> Disminuir la tasa de mortalidad.				
<b>Subprogramas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo/ meses</b>	<b>Presupuesto</b>	<b>Responsables</b>
Capacitación en conocimientos básicos para el cultivo de trucha	Cálculo de densidad poblacional.	3	200,00 USD	Socios del proyecto. Técnico Fidel Castro Universidad Técnica del Norte
	Técnicas de cuidado y alimentación de trucha.			
Monitoreo de calidad de agua para el cultivo de trucha	Análisis de parámetros físico-químicos indispensables para el cultivo de trucha	6	300,00 USD	
Bioseguridad sanitaria	Implementación de señalética de información	4	800,00 USD	
	Capacitación sobre normas y protocolos sanitarios del manejo de la trucha			
	Uso de EPP en el personal de manejo de trucha			
	Desinfección de manos antes y después del contacto con los peces.			
Educación ambiental con enfoque a la conservación de los recursos naturales	Establecer convenios con entidades gubernamentales para la conservación de los recursos naturales de la comunidad	1	100,00 USD	
	Charlas sobre cuidado del recurso hídrico.			

**Tabla 20.** Programa de manejo de desechos sólidos

<b>PROGRAMA DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS</b>				
<b>Objetivo:</b> Manejar adecuadamente los desechos sólidos y especiales para alternativas de aprovechamiento.				
<b>Meta:</b> Disminuir los efectos negativos al ambiente por el mal manejo de los desechos sólidos.				
<b>Subprogramas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo/ meses</b>	<b>Presupuesto</b>	<b>Responsables</b>
Capacitación para el manejo de desechos especiales y ensilado biológico	Capacitar sobre temas relacionado con desechos sólidos y especiales.	1	800,00 USD	Socios del proyecto. Técnico Fidel Castro Universidad Técnica del Norte
	Señalización adecuada de recipientes para la separación en la fuente.			
Dotación de implementos para el manejo de desechos solidos	Adquirir los recipientes para un adecuado almacenamiento de los desechos sólidos	1	300,00 USD	
	Dotar al personal el EPP para el manejo de desechos especiales			
Manejo adecuado de desechos especiales (vísceras, escamas, huesos, sangre )	Almacenamiento adecuado de los desechos especiales, para proceder un ensilado biológico.	8	600,00 USD	

**Tabla 21.** Programa de Ecoturismo comunitario

<b>PROGRAMA DE ECOTURISMO COMUNITARIO</b>				
<b>Objetivo:</b> Potenciar la actividad turística de la comunidad mediante la conservación de los recursos naturales y culturales.				
<b>Meta:</b> Crear una red turística que fomente el desarrollo de la comunidad.				
<b>Subprogramas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo/ meses</b>	<b>Presupuesto</b>	<b>Responsables</b>
Diseño de senderos y rutas.	Levantamiento de línea base.	6	800,00 USD	Socios del proyecto Técnico Fidel Castro Universidad Técnica del Norte Ministerio del Ambiente
	Analizar los servicios ecosistémicos de la comunidad.			
	Dar a conocer el proyecto de truchas como una actividad de relajamiento en la comunidad .			
Capacitación de guías turísticos	Taller para formar guías turísticos comunitarios	3	500,00 USD	
	Adquirir apoyo de entidades gubernamentales dedicadas a la conservación y preservación de los recursos naturales y culturales.			



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES**

**MANUAL DE MANEJO SUSTENTABLE EN LA PRODUCCIÓN DE  
TRUCHA ARCOIRIS – COMUNIDAD EL CARMELO, CANTÓN  
IBARRA, PROVINCIA IMBABURA**



**¡Nuestro Desarrollo es Nuestra Responsabilidad!**

## INTRODUCCIÓN

En el país la producción de trucha ha tomado auge debido a las ventajas económicas que presenta, en la provincia de Imbabura ésta actividad se desarrolla especialmente en zonas rurales, como es el caso de la comunidad El Carmelo, parroquia Ambuquí, provincia de Imbabura.

En la comunidad El Carmelo, la producción de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) se ve afectada por varios motivos, principalmente los problemas de contaminación del agua a consecuencia de actividades agropecuarias que se desarrollan en la parte alta de la Microcuenca. Las instalaciones no son adecuadas para el proceso de crianza y no existe un programa con criterios técnicos sobre el mantenimiento e higiene de las mismas en su proceso productivo. Por lo que, en este manual aportara en dar propuestas a estos problemas y se busca mejorar la producción de trucha arcoíris a la vez de optimizar todos los recursos.

El presente “Manual de Manejo Sustentable en la producción de trucha en la Comunidad El Carmelo – provincia de Imbabura”, tiene como objetivo principal, brindar las recomendaciones técnicas necesarias que permitan optimizar la producción de trucha arcoíris, enfocándose en dar cumplimiento a las especificaciones requeridas de calidad sanitaria para los alimentos de consumo humano. Considerado el cuidado al ambiente en cada etapa de producción.



**Figura 4.** Criadero de truchas Comunidad El Carmelo

## BIOLOGÍA DE LA TRUCHA ARCOÍRIS

**Tabla 22.** Clasificación taxonómica de la trucha arcoíris

### CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino	Animal
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Superclase	Pisces
Clase	Osteichthyes
Subclase	Actinopterygii
Orden	Salmoniformes
Familia	Salmonidae
Género	Oncorhynchus
Especie	Mykiss
Nombre científico	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Nombre común	Trucha arcoíris

**Fuente:** (Camacho et al., 2000)

La trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) es un pez de agua dulce y templada, caracterizada por tener el cuerpo cubierto con finas escamas y de forma fusiforme, la coloración de la trucha varía de acuerdo al ambiente en que vive, edad, estado de maduración sexual y otros factores. Es originaria de los ríos y lagos de Norteamérica al oeste de las Montañas Rocosas, fue introducida en el Ecuador en 1920, para la pesca deportiva y fines comerciales. Ahora se la puede encontrar en la mayoría de los ríos y lagunas de los Andes ecuatorianos (Ragash, 2009).



**Figura 5.** Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)

## Anatomía

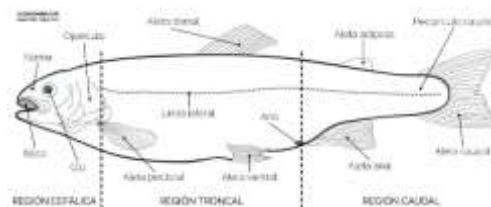
La trucha arcoíris tiene una forma aerodinámica fusiforme, con dos aletas pares, tres impares y la aleta caudal, que cumplen la función de estabilización, de timón y freno; al contrario, de la aleta adiposa que no tiene una función definida. Por lo general posee de 28 a 29 vértebras unidas por tejido conjuntivo, las primeras vértebras están unidas con la parte posterior del cráneo al igual que las aletas pectorales.

Su cuerpo está dividido en tres regiones:

**Región Cefálica** (cabeza): desde el extremo anterior hasta la parte posterior del opérculo. En esta región se encuentran la boca, un par de ojos, un par de narinas y los opérculos protegiendo las branquias. La trucha arcoíris tiene un hocico redondeado, con una boca terminal pequeña y la mandíbula inferior adelantada.

**Región Troncal** (tronco): desde la parte posterior del opérculo hasta el ano. En la superficie ventral del cuerpo, a unos dos tercios del hocico al extremo de la cola, se encuentra el **ano**. Detrás está la abertura anogenital, que lleva a un **seno urogenital**, donde descargan sus productos tanto los conductos urinarios como los reproductores.

**Región Caudal** (cola): desde el final de la región troncal hasta el extremo de la aleta caudal; comprende el pedúnculo caudal. La **aleta adiposa** es pequeña y gruesa, careciendo de soportes óseos, estudios le han asignado un papel sensorial, importante en la detección y la respuesta ante estímulos como el tacto, el sonido o los cambios de presión. Tienen una sola **aleta anal** sostenida por once radios, cuya función es estabilizar al pez durante la natación (Bioinnova, 2018).



**Figura 6.** Esquema de la anatomía externa de la trucha arcoíris

**Fuente:** (Bioinnova, 2018)

## Hábitat

La trucha arcoíris en su ambiente natural, es un pez que habita espacios acuáticos con aguas puras y cristalinas, que presentan marcados desniveles topográficos, los cuales, originan rápidos saltos y cascadas que son muy comunes en los ríos de alta montaña, siendo estos los más frecuentados por las truchas.

De tal modo, que las truchas son peces nativos de regiones elevadas y montañosas donde existen aguas frías y claras, siendo en general la Sierra Norte una región apropiada para el cultivo de este pez, ya que cuenta con aguas cristalinas y bien oxigenadas (Martínez, 2008).

## Reproducción y ciclo de vida

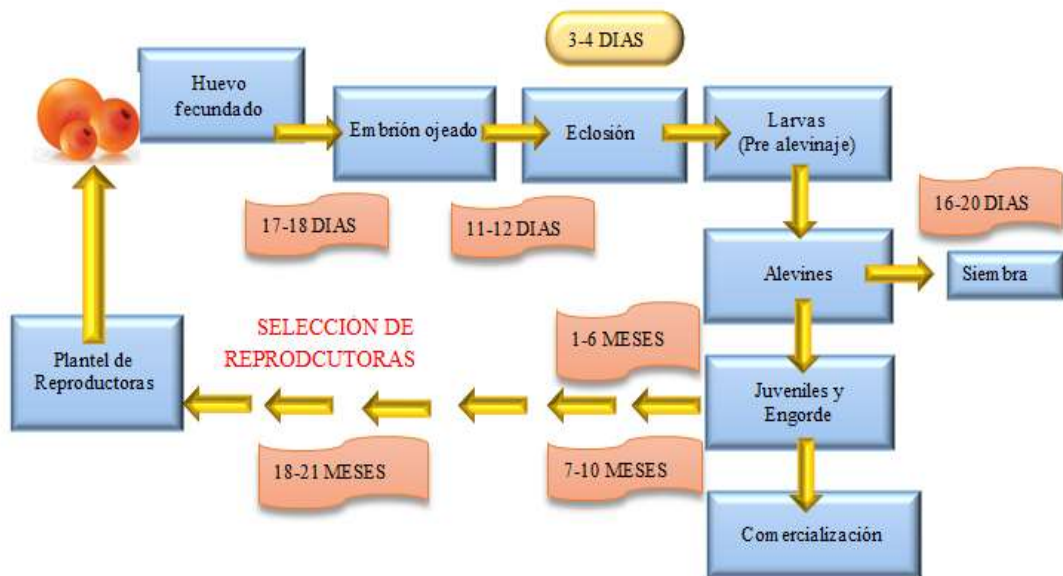
La trucha arcoíris se reproduce anualmente, una condición indispensable es que el macho y la hembra sean adultos y sexualmente maduros. Los machos adquieren madurez sexual a los 15 o 18 meses, mientras que las hembras necesitan un mínimo de dos años. Las truchas sufren una serie de cambios morfológicos en su aspecto, los cuales hacen que puedan distinguirse fácilmente los machos de las hembras (Ragash, 2009).

La reproducción de las truchas al igual que la de los demás salmónidos es sexual y externa, es decir, que la hembra como el macho, depositan libremente en el agua sus productos sexuales (espermatozoides y óvulos). Blanco (1994), menciona que el desove en la trucha arcoíris se da en el periodo comprendido entre los meses de noviembre a febrero.

En el ciclo de vida de la trucha arco iris se describen generalmente cinco etapas que son:

- **Huevo:** una vez que se ha llevado a cabo la fertilización de los huevos, estos son incubados en el nido construido por la hembra, la temperatura óptima del agua es entre los 8 y 12 °C.
- **Alevín:** al concluir el desarrollo embrionario, el alevín eclosiona y se alimenta de las reservas nutricionales contenidas en el saco vitelino durante dos o cuatro semanas dependiendo de la temperatura.

- **Cría:** en esta fase empiezan a nadar más libremente y abastecerse de alimento por sí mismos.
- **Juvenil:** los organismos tienen todas las características de los adultos. Su única diferencia es que aún no han madurado sexualmente.
- **Adulto:** dependiendo de las condiciones físicas del hábitat, alcanza su madurez entre los 15 y 18 meses de edad; posterior, los peces cambian de coloración adquiriendo las características típicas de la trucha adulta (Molina, 2007).

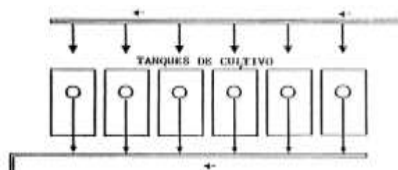


**Figura 7.** Diagrama del ciclo de vida de la trucha arcoíris

## PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOÍRIS

### Sistema de cultivo

El sistema de cultivo tradicional de la trucha es en piscinas largas de concreto conocidas como raceways (Figura 8). En estas piscinas el agua fluye continuamente, garantizando la constante incorporación de agua con suficiente oxígeno y la eliminación de los metabolitos tóxicos provenientes de la descomposición de la materia orgánica y del metabolismo de los peces.



**Figura 8.** Sistema "raceway" para cultivo de trucha.

## Descripción del proceso de producción de la trucha arcoíris

A continuación, se describen los procesos y/o procedimientos en el cultivo de trucha arcoíris:

- **Recepción de insumos y compra de alevines**

Para la adquisición de alevines se requiere de asistencia técnica para verificar el estado de crecimiento de los mismos.

**Tabla 23.** Aspectos a considerar para compra de alevines

Reacción	Color	Anormalidades en el cuerpo	Tamaño y estado nutricional	Homogeneidad	Sexo
Los alevines sanos tienen una reacción de huida.	Nunca comprar alevines oscuros o negros, ya que esto es posiblemente señal de enfermedad	Los alevines no tengan anomalías como ojos saltones, estén torcidos, no tengan hongos o puntos blancos.	El tamaño mínimo para la venta debe ser 3 cm. No estén con la cabeza grande y cuerpo flaco	Los alevines deben presentar tamaños similares	De adquirir alevines hembras ya que crecen más que los machos y son menos agresivos

- **Siembra de alevines**

La siembra se la realiza evitando el shock térmico, es decir, el cambio brusco de temperatura del agua en la jaula o tanque.



**Figura 9.** Alevín de trucha arcoíris

La cantidad de alevines por metro cúbico depende de su tamaño, el caudal, la temperatura del agua y el diseño del estanque.

- **Clasificación y traslado de alevines**

Cuando realizamos la siembra de un grupo de alevines, aunque su tamaño sea muy parecido, conforme van creciendo se da una diferencia en los tamaños y encontramos, al pasar el tiempo. Por lo tanto, si hay alevines de diferentes tamaños, muchos pequeños y medianos no pueden alimentarse bien, por la ventaja en tamaño y fuerza de los más grandes.

Por ser la trucha un pez carnívoro, si la diferencia de tamaño entre los alevines es muy grande, los alevines más grandes se comen a los más pequeños (canibalismo), perdiéndose una gran cantidad de peces.

Para evitar el canibalismo y tratar de que todos los alevines vayan creciendo lo más parejo posible, se realiza una práctica para seleccionar los alevines por tamaños y separarlos en diferentes estanques.

Uno de los aparatos más sencillos para realizar la clasificación es la caja clasificadora, que tiene en el fondo una serie de varillas fijas que dependiendo de su abertura, se comienza a clasificar de acuerdo al tamaño de los alevines (FAO, 2014).

- **Crianza de la trucha arcoíris**

La producción de trucha arcoíris debe cumplir con ciertas exigencias, éstas se explican en la Tabla 24.

**Tabla 24.** Proceso de crianza de la trucha arcoíris

FASES DE CRIANZA DE LA TRUCHA ARCOÍRIS		Fase Alevinaje	Fase juvenil	Fase de engorde y cosecha
		Tiempo estimado de cultivo 8 semanas.	Tiempo estimado de cultivo 8-10 semanas.	Tiempo estimado de cultivo 16 semanas.
ACTIVIDADES	Limpieza y desinfección de los tanques.	X	X	X
	Control de la calidad del agua.	X	X	X
	Atemperamiento de los alevines.	X		
	Suministro de alimento balanceado PISCIS S-400 de tipo inicio 1.	X	X	
	Suministro de alimento balanceado PISCIS S-400 crecimiento.		X	
	Suministro de alimento balanceado de tipo engorde			X
	Selección de las truchas para la cosecha			X



## Alimentación

La trucha es un pez carnívoro que en la naturaleza se alimenta de presas que captura vivas, siendo la mayoría de ellas organismos acuáticos y algunos terrestres. Las presas habituales son los moluscos, crustáceos, gusanos, renacuajos y peces pequeños.

El alimento proporcionado a las truchas en el criadero tiene que ser de alta calidad nutritiva; esto, con la finalidad de que satisfagan sus requerimientos y gocen de una buena salud. El alimento que se suministra es con relación al tamaño de los peces, por lo cual, en el mercado existen diversas marcas de alimentos con una amplia variedad de tamaños de los gránulos (Ragash, 2009).

Para la producción de Trucha arcoíris se utilizan alimentos artificiales debidamente balanceados, teniendo en cuenta los cinco componentes básicos descritos en la Tabla 25.

**Tabla 25.** Componentes básicos del alimento de las truchas

<b>PROTEINAS</b>	Importante para la formación de distintos órganos de cuerpo.
<b>CARBOHIDRATOS</b>	Necesarios como fuente de energía
<b>GRASAS</b>	Son vitales como fuente de energía
<b>VITAMINAS</b>	Para un buen crecimiento de la trucha y para evitar enfermedades
<b>MINERALES</b>	Importantes en la formación de los huesos

El alimento representa entre el 50 al 60% de los costos de producción en el cultivo de la trucha, por lo que un programa inadecuado de alimentación puede poner en riesgo la rentabilidad del proyecto de cultivo de trucha.

En la Tabla 26 se detalla la composición y la dosificación diaria del alimento que se debe suministrar a las truchas de acuerdo a su peso promedio, talla y T° del agua del estanque.

**Tabla 26.** Alimentación recomendada para la trucha

FILA	PESO		ALIMENTO	RAZÓN DIARIA (% DE LA BIOMASA)			NÚMERO DE VECES
	PROMEDIO (gramos)	TALLA (cm)		10°C	12°C	14°C	
				1	0,05 - 0,15	1,0 - 1,7	
2	0,16 - 0,30	1,7 - 2,80	N° 2	3,0%	5,5%	6,0%	6
3	0,31 - 1,50	2,80 - 5,0	N° 3	3,3%	5,0%	5,7%	4
4	1,51 - 4,50	5,0 - 7,3	N° 4	2,6%	4,0%	4,6%	4
5	4,51 - 8,00	7,3 - 8,90	N° 5	2,0%	3,2%	3,7%	4
6	8,01 - 80,00	8,90 - 14,1	TC	1,6%	2,5%	2,9%	4
7	81 - 120	14,1 - 22,80	1.8	1,4%	1,8%	2,0%	2
8	121 - 200	22,80 - 27,30	3.16	1,2%	1,5%	1,7%	2
9	201 - 200	22,80 - 27,30	3.16 PIG	1,1%	1,5%	1,7%	2
10	> a 300	> a 27,30	3.16	0,9%	1,5%	1,7%	2

**Fuente:** MAG. (2017)

- **Cálculo de la biomasa para la ración diaria de alimento**

Según la tabla 26 proporcionada por Dirección Provincial de Agricultura de Ibarra, se realiza un análisis para conocer la biomasa por piscinas de truchas. A continuación, se detalla:

En el estanque hay 2 500 truchas de 10 g con 12° temperatura del agua. Para saber la cantidad de carne de trucha que hay en el estanque, se multiplica 2 500 x 10g lo que da 25000 g.

A la totalidad de la biomasa de trucha en gramos que hay en el estanque (25000g) se debe sacar el 2,5% constante (tabla 26 de acuerdo a datos anteriores de T° y peso promedio), por lo que se realiza la siguiente operación:

$$\text{Cálculo cantidad alimento: } 25000 \times 10/100 = 625 \text{ gramos}$$

Los 625 gramos es la cantidad de alimento por día con que se debe alimentar a las truchas. Esta cantidad de alimento se divide en 4, ya que según la tabla 26, para truchas 11,2 centímetros (dato del ejemplo) se le deben dar cuatro comidas por día.

### Parámetros generales de calidad de agua.

El agua es el medio donde los peces se desarrollarán, por lo que, mantener su calidad es indispensable, los parámetros a considerar son: temperatura, oxígeno, turbidez, pH, nitritos y nitratos. En la Tabla 27 se muestran los valores óptimos para la producción de trucha arcoíris.

**Tabla 27.** Condiciones óptimas para la producción de trucha

Características físico-químicas del agua		
Parámetros	Símbolo	Valores
Temperatura	T	12°C
Oxígeno Disuelto	OD	6.5 – 9 mg/l
Potencial Hidrógeno	pH	6.5 – 8.5
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	<2.0 mg/l
Alcalinidad	CaCO <sub>3</sub>	10 – 400 mg/l
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	80 – 300 mg/l
Nitratos	N	9,0 mg/l
Nitritos	N-nitrito	1,0 mg/l

Los valores propuestos son resultado del proceso de investigación que se realizó.

La trucha tiene exigencias muy altas de oxígeno, si no hay una buena cantidad de oxígeno disuelto en el agua, las truchas pueden enfermarse o inclusive morir. La cantidad o el caudal de la fuente de agua que va a utilizar el proyecto de truchas, debe medirse en la época seca, para conocer cuál es el mínimo caudal disponible, ya que de este va a depender el número de truchas a cultivar (FAO,2014).

### GENERACIÓN DE DESECHOS ESPECIALES

En el proceso de faenamiento se producen desechos especiales (vísceras, escamas y vertidos), los cuales producen un impacto al ambiente, para ello se toma en cuenta el rendimiento en canal para ver en qué cantidad de la trucha es aprovechable como alimento y cantidad de desechos produce, para poderlos dar un tratamiento adecuado, y mitigar el impacto.

El rendimiento en canal se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento en canal} = \frac{\text{peso eviscerado}}{\text{peso total}} * 100$$

Fuente: Hilario (2015). (2)

Tomando en cuenta que el peso promedio de las truchas es de 250 gramos y tomando como referencia otros estudios para tener el dato del rendimiento a la canal de la trucha en donde tenemos un aprovechamiento del 85 % del pez, lo que conlleva a que el porcentaje de las vísceras de cada individuo es de un 15%.

**Tabla 28.** Datos de producción y peso promedio de la trucha

<b>Variables</b>	<b>Cantidad</b>
Numero de truchas producidas al año	4644 truchas
Peso promedio de cada trucha	250 gramos
Peso promedio de vísceras	37.5 gramos

**Fuente:** Autores

Con los datos obtenidos, se realizó los respectivos cálculos para poder obtener la cantidad de vísceras que se producen en el año, en donde tenemos 174.15 kg de vísceras que son producidas al año mediante 1.5 cosechas.

## **COMERCIALIZACIÓN**

La comercialización es el último paso en la producción de trucha. El producto final se debe obtener al cabo de seis a ocho meses; etapa en la que la trucha presenta características requeridas para el mercado, debe luego ser clasificada de acuerdo a su tamaño y peso para proceder a la comercialización, ya sea venta directa o a los mercados de la ciudad de Ibarra.

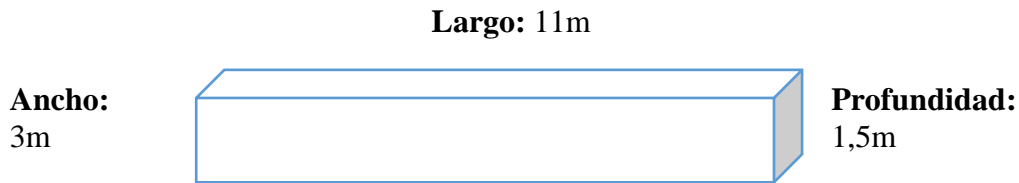
### **Normas de calidad sanitaria**

La trucha desde su captura hasta la comercialización y consumo, debe manipularse mediante condiciones sanitarias adecuadas; entre ellas: estar libres de tierra, arena y otras materias extrañas, ser sanas, libres de olores y colores extraños que evidencien descomposición. La presencia de alguna de estas anomalías genera la disminución en su calidad y rebaja en el valor real de venta.

## MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA

La toma de agua, las tuberías y los canales de alimentación del agua deben ser inspeccionados diariamente para detectar problemas de fugas, rupturas o bloqueo del paso del agua, que puedan comprometer la llegada del agua a los diferentes estanques. La falta de agua por unos pocos minutos, puede causar altas mortalidades o predisponer a los peces para la aparición de enfermedades.

### Cálculo del volumen del estanque



$$\text{Vol estanque} = L * A * P$$

$$\text{Vol estanque} = 11m * 3m * 1.5m$$

$$\text{Vol estanque} = 49.50 m^3$$

### Cálculo del volumen del agua



$$\text{Vol agua} = L * A * P$$

$$\text{Vol agua} = 11m * 3m * 0.60m$$

$$\text{Vol agua} = 19.80 m^3$$

### Calculo del recambio de agua al estanque

$$\text{Recambio: } \frac{\text{caudal diario}}{\text{volumen total estanque}}$$

$$\text{Recambio: } \frac{691,2 m^3 \times \text{día}}{49,50 m^3}$$

$$\text{Recambio: } 13,96 m^3$$

(3)

Con un caudal de 8 L/s se tiene un recambio de agua de 13,96 veces, esto quiere decir que el agua del estanque se renueva 13 veces en el día.

### **Desinfección de tanques**

Los estanques de concreto deben ser limpiados una vez a la semana, labor muy importante para mantener en buen estado de salud de los peces. La limpieza se hace bajando el nivel del agua a 50 cm, para que por medio del movimiento de los peces, y con la corriente del agua, salgan los desechos acumulados en el fondo de los estanques.

Una vez al año, después de las cosechas, se puede utilizar la cal viva como desinfectante a razón de 80 gramos por metro cuadrado. Este tratamiento con cal viva es muy bueno para controlar bacterias, hongos, insectos, huevos y larvas.

La acumulación de los restos de alimento y los desechos en el fondo de los estanques aumenta la concentración de sustancias nocivas en el agua, por lo que esta pierde calidad, comprometiendo la salud de los peces llegando a producir altas mortalidades. Al limpiar y desinfectar los estanques se logra mantener una buena salud en las truchas que se están cultivando.

## **MANEJO Y CONTROL DE ENFERMEDADES**

La mejor manera de evitar enfermedades es previniéndolas y para ello es importante considerar algunos aspectos, como: la calidad y cantidad de agua requerida para el cultivo, alimentación, desinfección de estanques y manipulación adecuada de los peces en su clasificación.

Muchas enfermedades que presentan las truchas son causadas por virus, bacterias y hongos. Éstas se describen en la Tabla 29.

**Tabla 29.** Enfermedades comunes de la trucha arcoíris

<b>Enfermedad</b>	<b>Causa</b>	<b>Síntomas</b>	<b>Posible tratamiento</b>
Respiratoria	Bacteria: <i>Flavobacterium branchiophila</i>	*Las branquias son el único órgano afectado. *Los peces se ponen lentos. *Opérculo ensanchado. *Branquias pálidas e inflamadas.	Baños rápidos en agua con sal (10 g/l) o prolongados de (5 mg/l).
Forunculosis	Bacteria: <i>Aeromonas Salmonicida</i>	*Tumores en la piel. *Parches hemorrágicos en el cuerpo. *Sangrado por el ano.	Antibióticos de alto espectro: Oxitetraciclina o Tetraciclina (50 ml/l)
Hongos	<i>Saprolegnia ssp</i>	*Parches grisáceos en la piel que bajo del agua parecen motas de algodón.	Baños rápidos en agua con sal (10 g/l) o prolongados de (5 g/l).
Mancha blanca	El Protozoario: <i>Ichthyophthyrus multifiliis</i>	*Los peces se comportan de manera lenta. *El color de la piel se oscurece. *Se rascan contra las paredes o el suelo. *Presentan pequeños puntos blancos en la piel y las branquias.	Baños en sal o baños en Formalina verde malaquita (0,1 mg/l)

**Nota:** Cuando se va a utilizar químicos, en este caso medicinas para los peces, se tiene que tomar precauciones en su manipulación, pues se debe utilizar equipos e insumos de protección (guantes y mascarillas) ya que suelen ser tóxicos y además este proceso debe realizarse por personas capacitadas

### **ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN EN EL MANEJO DE TRUCHA ARCOÍRIS**

La adopción de las medidas propuestas en el Manual de Manejo Sustentable de Producción de Trucha en la comunidad El Carmelo, tienen como objetivo la conservación de los recursos naturales manteniendo un equilibrio en los aspectos económicos, social y ambiental.

### **Tratamiento de desechos especiales**

Después de la evaluación de impactos ambientales en donde tenemos como impactos severos la generación de desechos especiales como vísceras, espinas, cabezas en el faenamiento de la trucha, se sugiere la implementación de un proceso artesanal de ensilado biológico con el objetivo de reducir los impactos negativos al medio ambiente dentro del ciclo de vida de un producto (Agudelo et., al. 2007).






### **Ensilado Biológico**





El ensilado biológico es una mezcla de los desperdicios del pescado como vísceras, espinas, cabezas mediante la técnica de fermentación, los cuales son transformados en productos de alimentación para aves, peces, cerdos ya que son fuente de calorías y proteínas necesarios para su desarrollo, crecimiento y reproducción (Ximenes, 2008). El producto final será un líquido pastoso que puede ser almacenado por varios meses y ser utilizado, es decir un producto ecoeficiente que recicla desechos y mejora las dietas alimenticias de los animales y a su vez la economía de la comunidad (Agudelo et., al. 2007).


A continuación, en la tabla 30, se presenta los materiales y procesos para realizar el ensilado biológico:



**Tabla 30.** Proceso para preparación de ensilado biológico

<b>ENSILADO BIOLÓGICO</b>		
<b>PROCESO</b>	<b>MATERIALES E INSUMOS</b>	<b>GRÁFICOS</b>
<p><b>Paso 1. Pesca y eviscerado</b> Se debe retirar los elementos internos del pescado y desechos (aletas, hígado, corazón, branquias, intestinos).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redes</li> <li>• Recipiente</li> <li>• Cuchillos</li> <li>• Agua</li> </ul>	
<p><b>Paso 2. Recolección y Almacenamiento.</b> Se debe recoger en un recipiente todos los desechos del pescado incluso aquellos que estén en inicio de descomposición, deben ser almacenados en baldes o canecas con sus respectivas tapas. Estos deben estar en refrigeración para evitar que se descomponga. Se debe retirar los desechos descompuestos y enterrarlos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baldes</li> <li>• Canecas</li> <li>• Tapas</li> <li>• Centro de Acopio</li> <li>• Pesa</li> <li>• Agua</li> <li>• Bolsas plásticas</li> <li>• Ligas</li> <li>• Banditas elásticas</li> <li>• Desechos de pescado</li> </ul>	
<p><b>Paso 3. Cocción.</b> Se coloca los desechos de pescado en una olla grande con agua limpia hasta el ras y se pone a hervir durante 20 a 40 minutos para ablandar los huesos, eliminar grasas y desinfectar. No dejar pasar el tiempo de cocción y mecer. Posteriormente se escurre los desechos y el agua restante se entierra</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olla grande</li> <li>• Desecho de pescado</li> <li>• Agua</li> <li>• Estufa</li> <li>• Andamio</li> <li>• Colador o malla delgada</li> <li>• Pala</li> </ul>	 
<p><b>Paso 4. Molienda</b> Los desechos son molidos con paciencia poco a poco y ubicados en un recipiente limpio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molino casero o convencional</li> <li>• Recipiente</li> </ul>	

<p><b>Paso 5. Mezclado</b></p> <p>Se mezcla los desechos con melaza o panela y para la fermentación utilizar yogurt casero con una duración de 12 días para que aumente la acidez e impida el crecimiento de microorganismos dañinos para la salud. La cantidad de fermento dependerá de la cantidad de desechos.</p> <p>Mezcla (20 minutos):</p> <p>10 kg de desechos</p> <p>1 taza pequeña de yogurt casero</p> <p>1 kg de melaza o panela</p> <p>2 cucharadas soperas de sal</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melaza o panela</li> <li>• Yogurt casero</li> <li>• Panela</li> <li>• Recipientes</li> <li>• Agua</li> <li>• Mandil</li> <li>• Sal</li> <li>• Taza</li> <li>• Balanza</li> </ul>	
<p><b>Paso 6. Envasado</b></p> <p>Se guardará la mezcla en recipientes seguros y limpios, se colocará en un lugar fresco y seco durante 12 días. Cada día revisar y destapar por unos segundos para que salgan los gases.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundas plásticas o recipientes de plástico con tapas.</li> <li>• Etiquetas</li> </ul>	
<p><b>Paso 7. Secado y Desmenuzado</b></p> <p>Sacar de las fundas el ensilado y colocar en bandejas o latas limpias en horas de la mañana (7-10) o tarde (4-6) durante 5 días o más si es necesario. Evite que el sol del mediodía pues dañara el ensilado. Una vez seco debe ser molido para obtener el polvo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Latas o bandejas</li> <li>• Molino</li> <li>• Recipientes</li> </ul>	 

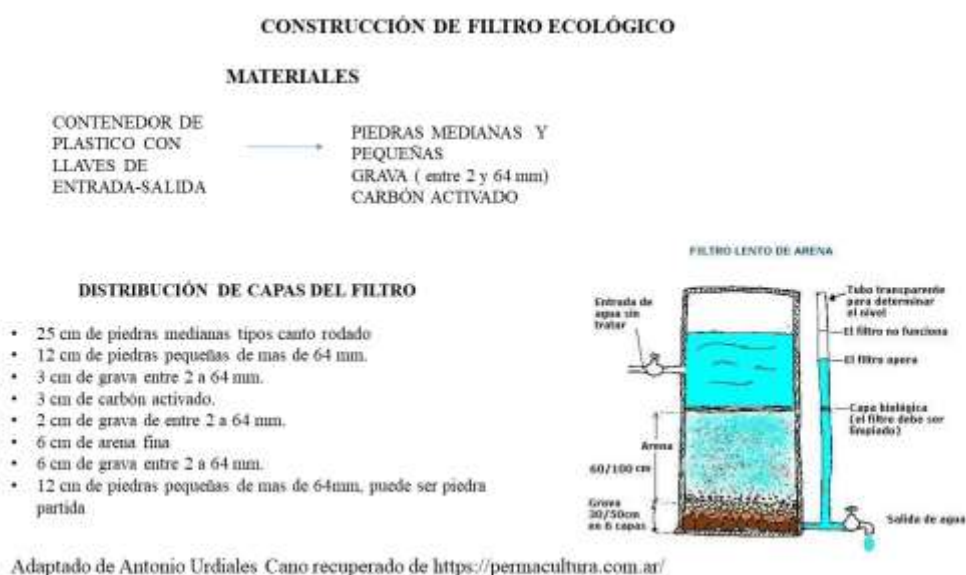
<p><b>Paso 8. Producto Final</b></p> <p>El producto final guardar en envases resistentes y estar selladas, etiquetadas con la fecha de elaboración y peso. Esta listo para ser utilizado como alimento para las aves o peces. Recuerde: de guardar en un lugar seguro y dura máximo hasta cinco meses.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envases</li> <li>• Tapas</li> <li>• Etiquetas</li> <li>• Marcador</li> <li>• Pesa</li> <li>• Espátula</li> </ul>	
--	---	---

**Fuente:** Adaptado de; Agudelo, Alonso, Cuevas, Nuñez. (2007).

### Tratamiento de aguas residuales

Según Guerra y Silva (2013) manifiestan que la capacidad, eficiencia y reducción de concentración de sustancias contaminantes, dependerá directamente de la cantidad su carga orgánica para composición y estructura del filtro biológico.

El filtro lento de arena consiste en circular agua cruda a través de arena. El principio consiste en la formación de una capa biológica, desarrollando procesos de degradación química y biológica que reducen la materia retenida a formas más simples.



**Figura 10.** Esquema del diseño de un filtro lento de arena. Urdiales (2013)

### **Funcionamiento y mantenimiento del filtro purificador**

El filtro lento de arena tiene una funcionalidad óptima y es de bajo costo, fácil de implementar y su mantenimiento se realizará cada 6 meses, se desarmará el filtro para volver a lavar bien la arena, las piedras, la grava y se reemplazará el carbón activado ya que este pierde sus propiedades con el paso del tiempo.

## CAPITULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

La calidad de agua del Río la Playa en la comunidad El Carmelo, es aceptable para la producción de trucha ya que los parámetros nitratos, nitritos, pH, alcalinidad, dureza, temperatura, oxígeno disuelto y dióxido de carbono, se encuentran dentro de los límites permisibles para el uso pecuario y preservación de flora y fauna en aguas frías, según el Acuerdo Ministerial 097-A Anexo I.

Los niveles de amoníaco, molibdeno y coliformes totales sobrepasan los límites máximos permisibles según el Acuerdo Ministerial 097-A Anexo I, debido a las malas prácticas agropecuarias y el exceso en el uso de plaguicidas, que por escorrentía llegan a los canales que son utilizados en la producción de trucha.

El principal impacto causado al ambiente por la implementación de este proyecto piscícola se produce por el mal manejo de los desechos especiales, proveniente del proceso de faenamiento de las truchas siendo un impacto severo hacia el recurso agua.

La producción de trucha está siendo alterada por la falta de planificación y organización de los socios, quienes carecen de conocimiento del correcto manejo de la trucha por lo que se ve afectado en el desarrollo de la producción y la economía.

En base a los análisis físico-químicos, microbiológicos y evaluación de impacto ambiental del área de estudio se planteó estrategias como la implementación del proceso de ensilado biológico para el tratamiento de desechos especiales y filtro lento de arena para el tratamiento de efluentes, enfocado en una actividad amigable con el ambiente.

#### **4.2. Recomendaciones**

Realizar periódicamente los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad de agua, con el fin de corregir los aspectos negativos y mantener las condiciones óptimas para el cultivo de trucha y otras actividades productivas relacionadas directamente con el uso del agua.

Dar seguimiento por parte del técnico de la UOCC a los programas y actividades mediante las hojas de registro para el cálculo del peso promedio, cantidad de alimento, tasa de mortalidad y la cantidad de alimento por estanque, además del control de participación comunitaria. De esta forma lograr ser una comunidad pionera en el desarrollo sustentable de producción de trucha.

El proyecto de producción de truchas de la Comunidad El Carmelo, no dispone de una regularización ambiental documentada, por lo que se considera necesario el cumplimiento de los programas planteados para poder establecer una actividad a largo plazo siendo heredada y aprovechada para las futuras generaciones.

## REFERENCIAS

- Agudelo, E.; Alonso, J. C.; Cuevas, D. C. & Núñez, F. (2007). Como conservar y utilizar los desperdicios del pescado: El ensilado biológico como alternativa. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. 32 páginas
- Amaya, R. y Anzola, E. (1988). *Generalidades sobre el cultivo de la Trucha*. Bucaramanga, Colombia: Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables y del Ambiente INDERENA. Cali – Colombia.
- Autoridad Nacional Del Agua. (2013). *Monitoreo de la Calidad del Agua del Lago Titicaca – Octubre de 2013*. Dirección de Gestión de la Calidad de los Recursos Hídricos. Lima, Perú.
- Blanco, C. (1995). *La trucha, cría industrial*. 1ª ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. España.
- Boaventura R. et al. (1997). *Trout farm effluent: Characterization and impact on the receiving streams*. Ed. Elsevier. Environmental Pollution Vol. 95, cap. 3 pp. 379-38.
- Bordehore, C. (2005) *Problemas ambientales, problemas humanos. Capítulo, Sociología Ambiental*. Grupo Editorial Universitario. Universidad de Alicante, España.
- Buschmann, A. (2001). *Impacto Ambiental de La Acuicultura el Estado de la Investigación en Chile y el Mundo*. Departamento de Acuicultura. Universidad de Los Lagos. Osorno, Chile.
- Camacho, B., Moreno, R., Rodríguez, G., Romo, L. y Vásquez, L. (2000). *Guía para el cultivo de trucha*. Secretaria del Medio Ambiente, Recursos naturales y Pesca. México D.F.
- Collas, M. (2010). *Protocolo de monitoreo del agua*. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Perú.
- Conesa, F. (2010). *Guía metodológica para la Evaluación Impacto Ambiental*. Segunda Edición. Madrid, España.

- Constitución de la República del Ecuador (2008). *Registro Oficial*, 449 (20 de octubre del 2008).
- Coria, I. (2008). El estudio de impacto ambiental: características y metodologías. *Invenio*, 11 (20), 125-135.
- FAO (2018). Definición de Acuicultura. Disponible en <http://www.fao.org/aquaculture/es/>
- Fondo Nacional del Fondo Pesquero, FONDEPES. (2014). *Manual de crianza de trucha en ambientes convencionales*. Primera edición. Lima – Perú.
- Gonzales, E. (2017). *Impacto ambiental de la acuicultura intensiva en los componentes agua y sedimento en el lago Guamuez, Nariño*. (Tesis de grado) Universidad Nacional de Colombia. Colombia.
- Kubota et al (1986). Criterios de calidad del agua para molibdeno. Ministerio de Medio Ambiente, Tierras y Parques de Columbia Británica (BC MELP).
- Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. Registro Oficial 305. (6 de agosto de 2014).
- Ling, J. (2011). *Evaluación del ciclo de vida de los sistemas de cultivo de trucha dirigidos a las exportaciones y las básculas nacionales*. *Environmental Science & Technology* (45), 6531-6538.
- López, Y., Trujillo, E., Fonseca, G. y Martínez, V. (2005). *Identificación de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua, que se alteran por uso acuícola*. México D.F.: Centro Interamericano de Recursos del Agua, Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Maldonado, M; Carmona, M; Echeverría, Y. and Riesgo, A. (2005). The environmental impact of Mediterranean cage fish farms at semiexposed locations: does it need a re- assessment. *Helgol Mar Res*. España. 121-135.
- Mariano, M., Huaman, P. Y Mayta, E. (2010). *Contaminación producida por piscicultura intensiva en lagunas andinas de Junín, Perú*. *Rev. Perú biol.*, vol.17, no.1, pp.137-140. ISSN 1727-9933.
- Martínez, G. (2009). Manual básico para el cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*): *Manual de capacitación para la participación*



*comunitaria*. Ed. Global Environmental Management, Estudios Rurales y Asesoría, ITESM, Universidad Autónoma de Chapingo, USAID from the American people, HED Higher Education for Development y College of Natural Resources.

Ministerio del Ambiente MAE (2015). Caracterización Ambiental de la zona de Cochapamba. Ibarra, Ecuador.

Ministerio de la Producción (2013). *Manual de Trucha en Ambientes Convencionales* Perú: Fondo Nacional del Desarrollo Pesquero.

Muñoz, J. (2012). *Capacidad de carga vs. Calidad de agua en acuicultura*. Agrinal Colombia S.A.S.

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2176 (2013). Agua. Calidad de agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.

Organización de las Naciones Unidas. (Junio, 1972). Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano. Estocolmo. Suecia: Autor.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). *Manual práctico para el cultivo de la trucha arcoíris*. Guatemala.

Ortiz, J. (2015). *ACUACULTURA Producción dulce acuícola en el Ecuador I*. Universidad de las Fuerzas Armadas. Ecuador: Autor.

Perevochtchikova, María. (2013). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y política pública*, 22(2), 283-312. Recuperado en 12 de octubre de 2018, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-10792013000200001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792013000200001&lng=es&tlng=es).

Poleo, A. (2010). *Principios básicos del cultivo de la Trucha*. Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e innovación. Ibarra – Ecuador.

Polit, G. (2012). *Aplicación De Modelos De Balance De Masa Nutricional Para La Estimación De Descargas En El Cultivo De Trucha Arcoíris En Ríos De Altura Del Austro Ecuatoriano*. (Tesis de grado). Universidad de Guayaquil – Ecuador.

- RAP-AL. Alimentos al mundo sin venenos (2010). Contaminación y eutrofización del agua Impactos del modelo de agricultura industrial. PAN International (Pesticide Action Network). Uruguay.
- Ragash (2009). *Manual de crianza de truchas (Oncorhynchus mykiss)*. Cedep, Municipalidad Distrital Ragash y Antimania. Primera edición. Sihuas – Perú.
- Sánchez, G y Marcelino, P. (2017). *Proyecto de factibilidad para la implementación de un criadero de truchas como una nueva alternativa económica en el sector de Urbina, parroquia Yanayacu, cantón Quero*. Tesis de pregrado. Universidad Regional Autónoma De Los Andes “UNIANDES”. Ambato – Ecuador. Disponible en: <http://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/5931>
- Schuurkes et al., (1988). *Efectos del sulfato de amonio simulado y lluvia de ácido sulfúrico en la acidificación, calidad del agua y flora de pequeña escala sistemas de agua blanda*. Aquatic Botany. Vol 28, 3-4. Pág.199-226.
- Tejero, A. (2009). *Impacto de la producción Trutícola sobre la calidad del agua en la cuenca del río Pixquiac*. Tesis de grado. Universidad Veracruzana. Veracruz, México. pp. 25-30.
- Timmons, M., Ebeling, J., Wheaton, F., Summerfelt, S. y Vinci, B. (2002). *Sistemas de recirculación para acuicultura*. Santiago de Chile: Fundación Chile.
- Torres-Barrera NH, Grandas-Rincón IA. 2(017). Estimación de los desperdicios generados por la producción de trucha arcoíris en el lago de Tota, Colombia. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*. 18(2):247-255
- Unión de Organizaciones Campesinas de Cochapamba UOCC (2010). Plan estratégico 2010 – 2015 de la Unión de Organizaciones Campesinas de Cochapamba UOCC. Ibarra, Ecuador.
- Valenzuela, E., Godoy, R., Almonacid, L., & Barrientos, M. (2012). Calidad microbiológica del agua de un área agrícola-ganadera del centro sur de Chile y su posible implicancia en la salud humana. *Revista chilena de infectología*, 29(6), 628-634. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182012000700007>

- Urdiales, A. (2013). *Permacultura "Casa autosuficiente"*. México
- Velasco, A; Calvario, M; Pulido, F; Acevedo, S; Castro, R. y Román, G. (2012). Problemática Ambiental de la Actividad Piscícola en el Estado de Hidalgo, México. *Revista Académica. Ingeniería, Mexico*. 16 (3), 165-174
- Villegas, J. (2004). Análisis del conocimiento en la relación agua-suelo-vegetación para el departamento de Antioquia. *Revista EIA*, 73-79.
- Ximenes, C. (2008). Técnica del ensilado biológico de residuo de pescado para ración animal. Lima, Perú. 23 pág.

## ANEXOS

### Anexo 1: Análisis de producción de trucha en la Comunidad el Carmelo.

<b>PRODUCCION DE TRUCHA EN LA COMUNIDAD EL CARMELO</b>						
<b>N° SIEMBRA</b>	<b>FECHA</b>	<b>SIEMBRA/ALEVINES</b>	<b>TIEMPO/MESES</b>	<b>MORTALIDAD</b>	<b>%</b>	<b>PRODUCCION</b>
1	JUNIO 2014 -ENERO 2015	5000	8	1111	22,2	3899
2	SEPTIEMBRE 2014- MAYO 2015	5000	9	800	16,0	4200
3	ENERO- AGOSTO 2015	5000	8	1133	22,7	3867
4	MARZO- OCTUBRE 2015	3500	8	1080	30,9	2420
5	FEBRERO – SEPTIEMBRE 2016	5017	8	1728	34,4	3289
6	SEPTIEMBRE 2016 - MARZO 2017	3240	8	2530	78,1	<b>710</b>
7	MARZO 2018 – MAYO 2019	5000	14	805	16,1	3995
<b>OBSERVACIONES :</b>						
· En la primera siembra se obtuvo un porcentaje del 22,22 % de mortalidad, es un valor considerable y se dio por la inadecuada instalación de las tuberías hacia los estanques.						
· En la segunda siembra el porcentaje disminuye al 16 %, debido a que se realizó modificaciones necesarias disminuir el porcentaje de mortalidad de los alevines.						
· En la tercera siembra aumenta el porcentaje de mortalidad a 22,7 %, esto fue debido a la mala suministración de alimentos y mano de obra no calificada.						
· En la cuarta siembra el porcentaje de mortalidad aumento al 30,86%, esto debido a la disminucion del caudal de agua por el desvió de su cauce para uso de riego en cultivos aledaños.						
· En la quinta siembra la mortalidad de los peces se disparó a un 34.44 % esto debido a que hubo un deslizamiento de tierra hacia las tuberías y estanques de producción y desde ese imprevisto la mortalidad siguió aumentando hasta el punto de quedar únicamente con 710 individuos.						
· En última siembra que se realizó la mortalidad peces disminuye a un 16,1 %, tomando en cuenta que se realizo el cambio del captación de agua y construcción del desarenador, para mejorar el caudal y calidad del agua utilizada en la producción de trucha, sin embargo existe inconvenientes por parte de los socios sobre el presupuesto para la compra de alimento y las truchas no sen han desarrollado debidamente para su comercialización en el tiempo establecido.						

## Anexo 2: Criterios para la calificación de Importancia

**Naturaleza (N).** Carácter beneficioso o perjudicial de las acciones que van a actuar sobre los factores.

Beneficioso	+
Perjudicial	-

**Intensidad (I).** Representa la incidencia de la acción causal sobre el factor impactado.

Impacto notable o muy alto	8
Impacto medio y alto	4
Impacto mínimo o bajo	1-2

**Extensión (EX).** Se refiere al área de influencia del impacto.

Impacto Puntual	1
Impacto Parcial	2
Impacto Extremo	4
Impacto Total	8

**Momento (MO).** El tiempo transcurrido entre la aparición acción y inicio efecto sobre el medio considerado.

Inmediato	4
Corto plazo (menos de un año)	4
Mediano plazo (1 a 5 años)	2
Largo plazo (más de 5 años)	1

**Persistencia (PE).** Tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición.

Fugaz	1
Temporal (entre 1 y 10 años)	2
Permanente (mayor a 10 años)	4

**Reversibilidad (RE).** La posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción

Corto plazo (menos de un año)	1
Mediano plazo (1 a 5 años)	2
Irreversible (más de 10 años)	4

**Recuperabilidad (RC).** La posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación.

Si la recuperación puede ser total e inmediata	1
Si la recuperación puede ser total a mediano plazo	2
Si la recuperación puede ser parcial (mitigación)	4
Si es irrecuperable	8

**Sinergia (SI).** Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples.

Si la acción no es sinérgica sobre un factor	1
Si presenta un sinergismo moderado	2
Si es altamente sinérgico	4

**Acumulación (AC).** Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto.

No existen efectos acumulativos	1
Existen efectos acumulativos	4

**Efecto (EF).** Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

Efecto secundario (indirecto)	1
Efecto directo	4

**Periodicidad (PR).** La periodicidad se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto.

Si los efectos son continuos	4
Si los efectos son periódicos	2
Si son discontinuos	1

**Fuente:** Perevochtchikova, (2013)



## Anexo 4: Matriz CONESA FERNÁNDEZ

MATRIZ DE VALORACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																			
EMPRESA: Criadero de truchas El Carmelo																			
Tesis: Paola Acero y Sofía Andrango																			
ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO CODIGO	IMPACTO AMBIENTAL	CALIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES											CALIFICACION	IMPORTANCIA			
				N	IN	EX	MO	PE	PR	AC	EF	RV	MC	SI					
<b>ADQUISICIÓN SIEMBRA DE ALEVINES</b>	Consumo de recurso agua Río La Playa	A1	Alteración de la calidad del agua (visceras y escamas)														0	POSITIVO	
	Consumo de energía	B1	Consumo de Electricidad														0	POSITIVO	
	Consumo de diesel	C1	Alteración de la calidad del aire	-1	1	1	4	1	1	1	4	2	2	1				-21	COMPATIBLE
	Uso de sustancias químicas parte alta Microcuena - agricultura	D1	Efecto uso de Sustancias Químicas	-1	4	8	1	4	4	4	4	4	2	1				-52	SEVERO
	Generación de gases	E1	Alteración de la calidad del aire															0	POSITIVO
	Generación de material particulado	F1	Emanación de partículas y polvo	-1	1	2	4	1	1	1	4	1	2	1				-22	COMPATIBLE
	Generación de Residuos Líquidos	G1	Vertido de aguas residuales															0	POSITIVO
	Generación de Residuos Sólidos	H1	Eliminación de Residuos Sólidos	-1	1	1	4	1	4	1	4	4	2	1				-26	MODERADO
	Generación de Residuos No Peligrosos	I1	Eliminación de Residuos no Peligrosos															0	POSITIVO
	Generación de desechos especiales	J1	Eliminación de desechos especiales															0	POSITIVO
Generación de ruido	K1	Alteración del ruido ambiental	-1	1	2	4	1	4	1	4	1	1	1				-24	COMPATIBLE	
<b>CRIANZA: FASES ALEVINES, JUVENIL, ENGORDE</b>	Consumo de recurso agua Río La Playa	A2	Alteración de la calidad del agua														0	POSITIVO	
	Consumo de energía	B2	Consumo de Electricidad														0	POSITIVO	
	Consumo de diesel	C2	Alteración de la calidad del aire														0	POSITIVO	
	Uso de sustancias químicas parte alta Microcuena - agricultura	D2	Efecto uso de Sustancias Químicas	-1	4	8	1	4	4	4	4	4	2	1				-52	SEVERO
	Generación de gases	E2	Alteración de la calidad del aire															0	POSITIVO
	Generación de material particulado	F2	Emanación de partículas y polvo															0	POSITIVO
	Generación de Residuos Líquidos	G2	Vertido de aguas residuales con contenido NaCl	-1	2	1	4	4	2	1	1	2	1	1				-24	COMPATIBLE
	Generación de Residuos Sólidos	H2	Eliminación de Residuos Sólidos	-1	1	1	4	1	4	1	4	4	2	1				-26	MODERADO
	Generación de Residuos No Peligrosos	I2	Eliminación de Residuos No Peligrosos (truchas muertas)	-1	2	1	1	4	1	4	4	2	1	1				-26	MODERADO
	Generación de desechos especiales	J2	Eliminación de desechos especiales															0	POSITIVO
Generación de ruido	K2	Alteración del ruido ambiental															0	POSITIVO	
<b>COSECHA, FAENAMIENTO Y EMPAQUETADO</b>	Consumo de recurso agua Río La Playa	A3	Alteración de la calidad del agua (visceras y escamas)	-1	8	8	4	2	2	4	4	2	2	2				-62	SEVERO
	Consumo de energía	B3	Consumo de Electricidad														0	POSITIVO	
	Consumo de diesel	C3	Alteración de la calidad del aire														0	POSITIVO	
	Uso de sustancias químicas parte alta Microcuena - agricultura	D3	Efecto uso de Sustancias Químicas	-1	4	8	1	4	4	4	4	4	2	1				-52	SEVERO
	Generación de gases	E3	Alteración de la calidad del aire															0	POSITIVO
	Generación de material particulado	F3	Emanación de partículas y polvo															0	POSITIVO
	Generación de Residuos Líquidos	G3	Vertido de aguas residuales (sangre)	-1	8	8	4	2	2	4	4	2	2	2				-62	SEVERO
	Generación de Residuos Sólidos	H3	Eliminación de Residuos Sólidos	-1	1	1	4	1	4	1	4	4	2	1				-26	MODERADO
	Generación de Residuos Peligrosos	I3	Eliminación de Residuos Peligrosos															0	POSITIVO
	Generación de desechos especiales	J3	Eliminación de desechos especiales	-1	8	4	4	2	2	4	4	1	1	2				-52	SEVERO
Generación de ruido	K3	Alteración del ruido ambiental															0	POSITIVO	
<b>COMERCIALIZACIÓN</b>	Consumo de recurso agua Río La Playa	A4	Alteración de la calidad del agua (visceras y escamas)														0	POSITIVO	
	Consumo de energía	B4	Consumo de Electricidad														0	POSITIVO	
	Consumo de diesel	C4	Alteración de la calidad del aire	-1	1	1	4	1	1	1	4	2	2	1				-21	COMPATIBLE
	Uso de sustancias químicas parte alta Microcuena - agricultura	D4	Efecto uso de Sustancias Químicas															0	POSITIVO
	Generación de gases	E4	Alteración de la calidad del aire															0	POSITIVO
	Generación de material particulado	F4	Emanación de partículas y polvo															0	POSITIVO
	Generación de Residuos Líquidos	G4	Vertido de aguas residuales															0	POSITIVO
	Generación de Residuos Sólidos	H4	Eliminación de Residuos Sólidos	-1	1	1	4	1	4	1	4	4	2	1				-26	MODERADO
	Generación de Residuos Peligrosos	I4	Eliminación de Residuos Peligrosos															0	POSITIVO
	Generación de desechos especiales	J4	Eliminación de desechos especiales															0	POSITIVO
Generación de ruido	K4	Alteración del ruido ambiental															0	POSITIVO	

### Anexo 5: Matriz FODO - FADA

Definición de estrategias a partir del Análisis FODA		INTERNOS	
		<b>FORTALEZAS</b> <b>F1:</b> Mantenimiento de estanques, jaulas y alimentación. <b>F2:</b> Recurso financiero suficiente. <b>F3:</b> Se utiliza el agua del río apropiado para la crianza de truchas. <b>F4:</b> Adquirir los alevines cerca de la comunidad.	<b>DEBILIDADES</b> <b>D1:</b> Sin capacitación suficiente del personal. <b>D2:</b> Disminución en la producción y comercialización de truchas. <b>D3:</b> Sin tecnología apropiada para mejorar la producción. <b>D4:</b> Sin personal técnicamente capacitado sino de una manera empírica. <b>D5:</b> Producción es reducida. <b>D6:</b> Falta de infraestructura para manejo de desechos.
<b>E X T E R N O S</b>	<b>OPORTUNIDADES</b> <b>O1:</b> Adquirir los alimentos a un costo menor del que normalmente se adquieren. <b>O2:</b> Producción y comercialización de truchas. <b>O3:</b> El mercado interno y externo para la producción y comercialización de truchas. <b>O4:</b> Ampliar su infraestructura con la finalidad de incrementar la producción e higiene.	<b>ESTRATEGIAS FO</b> <b>O2-F2:</b> Aumento de estructura para una mayor producción de truchas. <b>O3-F1:</b> Contar con personal con capacidad de proyectarse al comercio y unión de los comuneros para mejor organización de la comunidad. <b>O3-F3:</b> Control sobre los ingresos, egresos y el control de producción, de esta manera puede identificarse y corregirse problemas en el área de producción y procesamiento.	<b>ESTRATEGIAS DO</b> <b>O3-D1:</b> Realizar monitoreo diario o semanal sobre los peces para la detección de enfermedades o parásitos, los cuales pueden afectar la producción y pueden ser dañinos para el consumidor final de truchas. <b>O4-D6:</b> Eliminación de los desechos y despojos de animales muertos, excesos de medicamentos veterinarios y otros químicos peligrosos de tal manera que no constituyan un peligro para el hombre y el medio ambiente
	<b>AMENAZAS</b> <b>A1:</b> Agroquímicos, fertilizantes y pesticidas. <b>A2:</b> Destrucción de hábitats naturales por la expansión de actividades agrícolas y pecuarias. <b>A3:</b> Conflictos de límites por tenencia de tierras en áreas.	<b>ESTRATEGIAS FA</b> <b>F1-A2:</b> El personal que labora en el proyecto debe tener un entrenamiento o capacitación que le permita entender la importancia de una adecuada aplicación de las Buenas Prácticas Acuícolas. <b>A1-F4:</b> Promover el uso de abonos orgánicos dentro de la comunidad mediante el compost y evitar el uso de plaguicidas mediante asociación de cultivos.	<b>ESTRATEGIAS DA</b> <b>A1-D1:</b> Sensibilización del problema hacia todos aquellos individuos y organizaciones que participan en la producción acuícola de trucha. <b>A2-D4:</b> Organización de talleres enfocados a capacitar y resolver los aspectos técnicos de la implementación, así como del seguimiento de las Buenas Prácticas Ambientales.



## Anexo 6: Resultados de análisis LABOLAB – Entrada a las piscinas.

# LABOLAB

ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES  
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo # 183501  
Página 1 de 1

**NOMBRE:** Paola Acero  
**DIRECCIÓN:** Cayambe  
**MUESTRA:** Ojo de agua M1  
**CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA:** Líquido ligeramente amarillo  
**ANÁLISIS:** Físico Químico  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 21 de mayo del 2018  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA:** 21 de mayo del 2018  
**FECHA DE VENCIMIENTO:** ---  
**LOCALIZACIÓN:** Yahuarcocha – Ibarra  
**ENVASE:** PET  
**REFERENCIA:** 183501  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:** 21 – 23 de mayo del 2018  
**MUESTREADO POR:** El Cliente  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** 22°C 63%HR

ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO	RESULTADO	UNIDAD	METODO
DIOXIDO DE CARBONO	1.86	mg/l	APHA 4500 CO <sub>2</sub> -D
OXIGENO DISUELTO	7.41	mg/l	APHA 4500 O - B

El presente informe solo es válido para la muestra analizada.  
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB

  
Dra. Cecilia Vitorreaga  
GERENTE GENERAL  


### INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias plásticas, hidrocarburos, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.  
Cra. Andrés Bello ET-28 y Diego de Almagro. Telf.: 2580-325 / 2581-330 / 3258-503 / 3228-904 Cel.: 999 999 0412 / 999 944 2153 / 999 700 1391  
E-mail: secretaria@labolab.com.ec / servicios@labolab.com.ec / info@labolab.com.ec / inform@labolab.com.ec

[www.labolab.com.ec](http://www.labolab.com.ec)

Guano - Ecuador

**Anexo 7: Resultados de análisis LABOLAB – Fuente de agua**



Orden de trabajo N° 183502  
Hoja 1 de 1

**NOMBRE:** Paola Acero  
**DIRECCIÓN:** Cayambe  
**MUESTRA:** Ojo de agua M2  
**CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA:** Líquido ligeramente amarillo  
**ANÁLISIS:** Físico Químico  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 21 de mayo del 2018  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA:** 21 de mayo del 2018  
**FECHA DE VENCIMIENTO:** —  
**LOCALIZACIÓN:** Yahuarcocha – Ibarra  
**ENVASE:** PET  
**REFERENCIA:** 183502  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:** 21 – 23 de mayo del 2018  
**MUESTREO POR:** El Cliente  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** 22°C 63%HR

ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO	RESULTADO	UNIDAD	METODO
DIOXIDO DE CARBONO	1.81	mg/l	APHA 4500 CO <sub>2</sub> -D
OXIGENO DISUELTQ	0.81	mg/l	APHA 4000 O - B

  
 Dra. Cecilia Luján  
 GERENTE GENERAL

El presente informe solo es válido para la muestra analizada.  
 Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.



## Anexo 8: Resultados de análisis Laboratorio EUROFINS



Análisis fertilización  
Agua básica  
Agua de entrada

Temproductos y servicios de  
agricultura Cta. Ltda.  
Orellana 270 y Cotopaxi  
Sector los lotes casa blanca  
Cayambe - Ayora  
T (593) 2132557

Número de cliente : 8802645

En colaboración con:

Paola Acero  
c/o  
Orellana 270 y Cotopaxi  
CAYAMBE - AYORA  
Ecuador




Original			
<b>Muestra</b>	Número del encargo: 568572/004219785	La toma de muestra: 27-10-2017	Fecha informe: 02-11-2017
	Código del estudio: 610	Fecha de recepción: 02-11-2017	Muestra tomada por: Terceros
	FE1223		
	Código del objeto: AR		

Resultado	análisis		resultados		análisis		
		directivos	convertidos		directivos	unidades	
	pH	7,8			Dureza	3,9	°D
mB/cm 25°C	EC	0,2			Dureza temporal	5,0	°D
Cations mmol/l	NH <sub>4</sub>	< 0,1	< 1,9	ppm			
	K	0,1	3,9	ppm			
	Na	0,4	9,2	ppm			
	Ca	0,3	12	ppm			
	Mg	0,4	9,7	ppm			
Anions mmol/l	NO <sub>3</sub>	< 0,1	< 6,3	ppm			
	Cl	< 0,1	< 3,6	ppm			
	B	< 0,1	< 3,3	ppm			
	HCO <sub>3</sub>	1,8	110	ppm			
	P	< 0,04	< 1,3	ppm			
Micro- elementos µmol/l	Fe	1,0	56	ppb			
	Mn	< 0,1	< 5,5	ppb			
	Zn	0,2	13	ppb			
	B	< 1,0	< 11	ppb			
	Cu	< 0,1	< 6,4	ppb			
	Mo	< 0,1	< 9,6	ppb			
mmol/l	SI	1,06	30	ppm			

Converted results: ppm = mg/l and ppb = µg/l.

The advice given in this report provides general guidelines for the fertiliser application (stated at the end of the report). Depending on the type of crop, growth stage and growth circumstances, the guidelines may vary slightly.

## Anexo 9: Resultados de análisis EMAPA-I – Ingreso de agua.



**EMAPA-I**  
LABORATORIO

# LABORATORIO EMAPA-I

---

**INFORME DE ENSAYO AGUA POTABLE Y CRUDA**

FMC2305-01

Revisión: 1

---

Informe de Ensayo Nro: IECÉ-18-273

Pág. 1 de 2

---

Cliente: PAOLA ACERO

Dirección: Cayambe/Comunidad San Luis de Guachalá

---

Fecha de recepción: 14 de Mayo del 2018

Identificación muestra: Entrada al criadero de truchas

Tipo de muestra: Cruda

Cod. Lab: MEC18-015

---

Fecha de realización de ensayos: 14/05/2018 - 15/05/2018

Fecha de emisión informe: 17 de Mayo del 2018

---

### REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICOS

Parámetros	Unidades	RESULTADOS	Límite máximo permisible <sup>1</sup>	Método del Ensayo
Color**	Pt-Co	.....	15	SM 2120B
pH	upH	7,88	-	PEE-EMAPA-I-001 (SM 4500-H <sup>1</sup> B)
Turbiedad**	NTU	.....	5	SM 2130B
Conductividad	uS/cm	.....	-	PEE-EMAPA-I-002 (SM 2510B)
Sólidos Totales Disueltos**	mg/l	75	-	SM 2510A

Incertidumbre del Método (K=2)				Condiciones Ambientales	
Parámetros	Unidades	Nivel	Valor	Temperatura, °C	Humedad, %
pH	upH	4	EP	EP	EP
		7	EP		
		10	EP		
Conductividad	uS/cm	10	EP	EP	EP
		100	EP		
		500	EP		
		1413	EP		

\* En proceso de determinación

Dirección: Av. Atahualpa 21-323, Planta de Tratamiento Caranqui  
Telf. (06) 2641-176 ext:117, laboratorio@emapai.gob.ec Casilla 754 / Ibarra – Ecuador

**REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICOS**

PARÁMETROS	Unidades	RESULTADOS	Límite máximo permisible <sup>1</sup>	Método del Ensayo
Dureza Total **	mg/l (CaCO <sub>3</sub> )	62,44	-	SM 2320C
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )**	mg/l	0,90	50	HACH 8039
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )**	mg/l	0,006	3,0	HACH 8507
Alcalinidad Total**	mg/l	76	-	SM 2320B

**REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

PARÁMETROS	Unidades	RESULTADOS	Límite máximo permisible <sup>1</sup>	Método del Ensayo
Coliformes totales**	UFC/100 mL	1172	-	SM 2120B
<i>E. coli</i> **	UFC/100 mL	12	< 1 (No se observan colonias)	SM 2120B

\*Observaciones:


\* Opiniones e interpretaciones están fuera del alcance de acreditación

Los ensayos marcados \*\* están fuera del alcance de acreditación

Los resultados sólo se refieren a la muestra receptada y analizada. El Laboratorio EMAPA-I declina toda responsabilidad por el uso que se le de al presente documento.

Este informe no deberá reproducirse más que en su totalidad, previa autorización escrita del Laboratorio EMAPA-I.

<sup>1</sup> Valores de referencia tomados de la NORMA INEN 1108:2014 Agua potable. Requisitos

  
Bq. Carla Valarezo  
JEFE DE LABORATORIO



Revisado R.T.:



**Anexo 8: Resultados de análisis EMAPA-I – Salida de agua.**



**LABORATORIO EMAPA-I**

<b>INFORME DE ENSAYO AGUA POTABLE Y CRUDA</b>		FMC2305-01
		Revisión: 1
Informe de Ensayo Nro: IECE-18-446		Pág. 1 de 2
Cliente: PAOLA ACERO Dirección: Cayambe/Comunidad San Luis de Guachalá		
Fecha de recepción: 13 de Julio del 2018 Identificación muestra: Salida al criadero de Truchas Tipo de muestra: Cruda Cod. Lab: MEC18-025		
Fecha de realización de ensayos: 13/07/2018 - 16/07/2018		Fecha de emisión informe: 18 de Julio del 2018

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICOS

Parámetros	Unidades	RESULTADOS	Límite máximo permisible <sup>1</sup>	Método del Ensayo
Color**	Pt-Co	----	15	SM 2120B
pH	upH	----	-	PEE-EMAPA-I-001 (SM 4500-H <sup>+</sup> B)
Turbiedad**	NTU	----	5	SM 2130B
Conductividad	uS/cm	----	-	PEE-EMAPA-I-002 (SM 2510B)
Sólidos Totales Disueltos**	mg/l	89	-	SM 2510A

Incertidumbre del Método (K=2)				Condiciones Ambientales	
Parámetros	Unidades	Nivel	Valor	Temperatura, °C	Humedad, %
pH	upH	4	EP	EP	EP
		7	EP		
		10	EP		
Conductividad	uS/cm	10	EP	EP	EP
		100	EP		
		500	EP		
		1413	EP		

<sup>1</sup> En proceso de determinación


**REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICOS**

PARÁMETROS	Unidades	RESULTADOS	Límite máximo permisible <sup>1</sup>	Método del Ensayo
Dureza Total **	mg/l (CaCO <sub>3</sub> )	----	-	SM 2320C
Nitratos (NO <sub>3</sub> ) <sup>-</sup> **	mg/l	0,3	50	Método HACH 8039
Nitritos (NO <sub>2</sub> ) <sup>-</sup> **	mg/l	0,008	3,0	Método HACH 8507
Alcalinidad Total**	mg/l	----	-	SM 2320B

**REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

PARÁMETROS	Unidades	RESULTADOS	Límite máximo permisible <sup>1</sup>	Método del Ensayo
Coliformes totales**	UFC/100 mL	2110	-	SM 2120B
E. coli**	UFC/100 mL	38	> 1 (No se observan colonias)	SM 2120B

\*Observaciones:

\* Opiniones e interpretaciones están fuera del alcance de acreditación

Los ensayos marcados \*\* están fuera del alcance de acreditación

Los resultados sólo se refieren a la muestra receptada y analizada. El Laboratorio EMAPA-I declina toda responsabilidad por el uso que se le de al presente documento.

Este informe no deberá reproducirse más que en su totalidad, previa autorización escrita del Laboratorio EMAPA-I.

<sup>1</sup> Valores de referencia tomados de la NORMA INEN 1108:2014 Agua potable. Requisitos



Bq. Carla Valarezo  
JEFE DE LABORATORIO



Resultado R.T.:	<i>f</i>
-----------------	----------

## Anexo 10: Registro fotográfico



**Fotografía 1.** Criadero de truchas  
Comunidad El Carmelo



**Fotografía 2.** Envases de plaguicidas  
utilizados en la agricultura.



**Fotografía 3.** Socialización del proyecto.



**Fotografía 4.** Análisis FODA - Comunidad





**Fotografía 5 y 6.** Recopilación de información.