UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

T E S I S

Evaluación del impacto ambiental de la calidad del agua de la laguna Raracocha Chico debido al cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en el distrito de Yanahuanca provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2024

Para optar el título profesional de:
Ingeniero Ambiental

Autores:

Bach. Keyla Jashira CARHUACHIN HUARICAPCHA

Bach. Aldair Diego ESPINOZA CONDOR

Asesor:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA

Cerro de Pasco – Perú - 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

T E S I S

Evaluación del impacto ambiental de la calidad del agua de la laguna Raracocha Chico debido al cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en el distrito de Yanahuanca provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2024

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS	Mg. Lucio ROJAS VITOR
PRESIDENTE	**MIEMBRO**

Mg. Edgar Walter PEREZ JUZCAMAYTA

MIEMBRO

Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 295-2025-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

"Evaluación del impacto ambiental de la calidad del agua de la laguna Raracocha Chico debido al cultivo de trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss) en jaulas flotantes en el distrito de Yanahuanca provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2024"

Apellidos y nombres de los tesistas

Bach. Keyla Jashira, CARHUACHIN HUARICAPCHA

Bach. Aldair Diego, ESPINOZA CONDOR

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Ambiental

Índice de Similitud

13 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes.

Cerro de Pasco, 1 de julio del 2025

Firma Digital | UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN [AVANZADA]

Firmado digitalmente por PALOMINO ISIDRO Ruben Edgar FAU 20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 01.07.2025 20:03:31 -05:00

DEDICATORIA

A mis padres y mis hermanos, por su resiliencia, por creer en mí desde el primer día, y tener como objetivo verme progresar profesionalmente.

ESPINOZA CONDOR, Aldair Diego

Esta tesis se la dedico a Dios que supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades, ni fallecer en el intento de continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A mi Madre: por su apoyo, consejos, amor, ayuda en los momentos difíciles y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos; gracias a ella he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

Keyla J. CARHUACHIN HUARICAPCHA

AGRADECIMIENTO

En Primera Instancia Agradezco a dios por darme la oportunidad de estudiar como también a mis Padres que me apoyaron y dieron la confianza necesaria a mis hermanos por ser resilientes y darme un apoyo incondicional, a mi enamorada por apoyarme en todo el proceso de la realización de este proyecto agradezco a todas las personas que me estiman y aman por ser un pilar al cual sostenerme en mi desarrollo de mi vida profesional.

ESPINOZA CONDOR, Aldair Diego

Agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad. A mi madre por apoyarme en todo momento, por hárbeme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Agradezco a Jhoma por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar; por ser un ejemplo de desarrollo profesional a seguir; Bruce, Dean y Dhana por llenar mi vida de alegrías y amor cuando más lo he necesitado.

Keyla J. CARHUACHIN HUARICAPCHA

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación es Evaluar el impacto ambiental de la calidad del agua de la laguna Raracocha Chico debido al cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en el distrito de Yanahuanca provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2024. La investigación es descriptiva porque este tipo de investigación se centra en describir la contaminación acuícola de manera detallada, identificando las fuentes de contaminantes, los tipos de contaminantes presentes y sus concentraciones en el agua, de nivel explicativo y comparativo; explicativo porque nos indica la calidad del agua que se tiene debido al cultivo de trechas arcoíris en jaulas flotantes en la actualidad, a través de la comparación de los resultados de los indicadores analizados con los parámetros establecidos por el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM para el agua, de carácter analítico, inductivo, no experimental, transversal. La población representada por la laguna Raracocha Chico, con una muestra tomadas en los puntos de monitoreo en el centro y salida de la laguna Raracocha Chico. La recolección de datos se determinó haciendo uso del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua. De los resultados obtenidos se llega a la siguiente conclusión que los resultados obtenidos mostrados en los cuadros de los nueve elementos analizados en el capítulo IV están dentro de las normas ECA categoría 2-C4 y que por lo tanto el agua de la laguna de Raracocha Chico no presenta contaminada por cultivo acuático.

Palabras clave: Calidad de agua, impacto ambiental, acuicultura, parámetros fisicoquímicos.

ABSTRACT

The objective of this research work is to evaluate the environmental impact of the water quality of the Raracocha Chico lagoon due to the cultivation of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) in floating cages in the district of Yanahuanca, province of Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2024. The research is descriptive because this type of research focuses on describing aquaculture pollution in detail, identifying the sources of contaminants, the types of pollutants present, and their concentrations in the water, at an explanatory and comparative level; explanatory because it indicates the quality of the water that exists due to the cultivation of rainbow strips in floating cages at present, through the comparison of the results of the analyzed indicators with the parameters established by SUPREME DECREE N° 004-2017- MINAM for water, analytical, inductive, non-experimental, transversal. The Raracocha Chico lagoon represents the population, with a sample taken at the monitoring points in the center and exit of the Raracocha Chico lagoon. Data collection was determined using the National Water Quality Monitoring Protocol. From the results obtained, the following conclusion is reached: the results shown in the tables of the nine elements analyzed are within the ECA category 2-C4 standards and therefore the water of the Raracocha Chico lagoon is not contaminated by aquatic culture.

Keywords: Water quality, environmental impact, water quality.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss) es una actividad acuícola de creciente importancia a nivel mundial debido a la alta demanda de este pescado tanto por su valor nutricional como por su popularidad en la pesca deportiva. Sin embargo, como muchas formas de acuicultura, este tipo de cultivo también plantea preocupaciones significativas en términos de su impacto ambiental, especialmente en lo que respecta a la calidad del agua.

En general, la comunidad internacional reconoce la necesidad de equilibrar la producción acuícola con la protección del medio ambiente. Esto ha llevado al desarrollo de diversas iniciativas y estándares, como la certificación de acuicultura sostenible, que buscan promover prácticas que minimicen el impacto ambiental negativo y fomenten la gestión responsable de los recursos hídricos.

En Perú, los sistemas de cultivo de trucha arcoíris a menudo se ubican en ecosistemas sensibles y únicos, como los ríos y lagos de altura en los Andes. La introducción de una especie exótica, como la trucha arcoíris, puede tener impactos negativos en las especies nativas y alterar la biodiversidad local.

El cultivo de trucha arcoíris en Perú representa una importante fuente de ingresos y empleo para muchas comunidades rurales. No obstante, para asegurar la sostenibilidad de esta actividad, es esencial abordar los impactos ambientales relacionados con la calidad del agua. Mediante la adopción de prácticas sostenibles y una regulación adecuada, es posible minimizar estos impactos y proteger los valiosos recursos hídricos y ecosistemas del país.

El cultivo de trucha arcoíris en Cerro de Pasco es una actividad que se viene desarrollando con mucha rapidez, pero desde el punto de vista industrial por empresas extranjeras y en pequeñas proporciones por las comunidades rurales para para mejorar

su alimentación y economía local, pero los impactos ambientales que generan sobre la calidad del agua también cresen desmesuradamente al ritmo del crecimiento del cultivo de la trucha arcoíris.

Es crucial equilibrar la producción acuícola con la protección del medio ambiente, adoptando prácticas sostenibles y regulaciones adecuadas para asegurar la viabilidad a largo plazo de esta actividad y la preservación de los recursos hídricos y la biodiversidad de la región Pasco.

Debido a estos problemas medioambientales que se vienen generando por la proliferación de criaderos de truchas nos centramos en la laguna de Raracocha Chico ubicada en el distrito de Yanahuanca la cual posee jaulas flotantes y nos preguntamos ¿Cuál el impacto ambiental de la calidad del agua de la laguna Raracocha Chico debido al cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en el distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco - 2024? Para lo cual nos formulamos la siguiente hipótesis “la calidad del agua de la laguna Raracocha Chico debido al cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en el distrito de Yanahuanca provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2024 no cumple con los estándares de calidad ambiental para el agua” para esto nos planteamos el objetibo central Evaluar el impacto ambiental de la calidad del agua de la laguna Raracocha Chico debido al cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en el distrito de Yanahuanca provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2024

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA 1

1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 2

1.2.1. Delimitación espacial 2

1.2.2. Delimitación temporal 2

1.2.3. Delimitación de contenido 3

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 3

1.3.1. Problema general 3

1.3.2. Problemas específicos 3

1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS 3

1.4.1. Objetivo general 3

1.4.2. Objetivos específicos 4

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 4

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN 6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO 7

2.1.1. Antecedentes nacionales 7
2.2. BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS 13
2.2.1. Proceso de evaluación del impacto ambiental 13
2.2.2. Temperatura del agua 13
2.2.3. Oxígeno disuelto: 13
2.2.4. Potencial de Hidrógeno del agua 13
2.2.5. Amoniaco y nitritos 14
2.2.6. Dureza y alcalinidad 14
2.2.7. Sólidos disueltos totales (SDT) 14
2.2.8. Contaminantes químicos y biológicos 14
2.2.9. Flujo de agua 15
2.2.10. Identificación de contaminantes específicos 15
2.2.11. Monitoreo continuo 15
2.2.12. Gestores y reguladores 15
2.2.13. Monitoreo de la calidad del agua 16
2.2.14. Estudios de carga de nutrientes 16
2.2.15. Evaluación de los impactos en organismos acuáticos 16
2.2.16. Seguimiento de contaminantes químicos 17
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS 17
2.3.1. Turbidez 17
2.3.2. Temperatura 17
2.3.3. Oxígeno disuelto 17
2.3.4. DBO 18
2.3.5. Potencial de Hidrógeno 18
2.3.6. Conductividad Eléctrica 18

2.3.7. Sulfatos 19
2.3.8. Coliformes termotolerantes 20
2.3.9. Coliformes totales 21
2.4. Formulación de hipótesis 21
2.4.1. Hipótesis general 21
2.4.2. Hipótesis específicas 21
2.5. Identificación de variables 22
2.4.3. Variable independiente 22
2.4.4. Variable dependiente 22
2.6. Definición operacional de variables e indicadores 22

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación 23
3.2. Nivel de investigación 23
3.3. Métodos de investigación 23
3.4. Diseño de investigación 24
3.5. Población y muestra 24
3.5.1. Población 24
3.5.2. Muestra 24
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 24
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos 24
3.8. Tratamiento estadístico 24
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica 25

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO 26

4.1.1. Ubicación y características de la laguna Raracocha Chico 26

4.1.2. Proceso de evaluación del impacto ambiental 27

4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 29

4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS 37

4.3.1. Prueba de hipótesis general 37

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 38

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación 26

Figura 2. Laguna de Raracocha Chico 28

Figura 3. Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo. 29

ÍNDICES DE TABLAS

Tabla 1. Potencial de Hidrógeno.....30

Tabla 2. Conductividad Eléctrica.....31

Tabla 3. Oxígeno Disuelto.....31

Tabla 4. Temperatura.....32

Tabla 5. Coliformes termotolerantes.....32

Tabla 6. Coliformes totales.....33

Tabla 7. Demanda bioquímica de Oxígeno.....34

Tabla 8. Sulfuros.....35

Tabla 9. Nitratos.....36

ÍNDICES DE CUADROS

Cuadro 1. Concentración de pH en el agua.....30

Cuadro 2. Oxígeno Disuelto.....31

Cuadro 3. Coliformes termotolerantes 33

Cuadro 4. Coliformes Totales.....34

Cuadro 5. Demanda Bioquímica de Oxígeno 35

Cuadro 6. Concentración de Sulfuros en el Agua 36

Cuadro 7. Concentración de Nitratos en el Agua.....37

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La acuicultura experimenta un crecimiento notable como el sector productor de alimentos de mayor expansión a nivel global. Representa la mitad de la producción de alimentos acuáticos en todo el mundo y se considera como la actividad con el mayor potencial para cubrir la creciente demanda alimentaria, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en el período 2006-2010. Este sector desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria y en la diversificación de oportunidades económicas para los países en desarrollo. Además, contribuye significativamente a la generación de empleo, la reducción de la migración y mejora la calidad de vida, especialmente en comunidades rurales. (García y otros, 2013)

La práctica de la acuicultura en Latinoamérica en las lagunas y riveras de los ríos puede contribuir a la degradación del entorno acuático, debido al empleo de agua que recibe considerables cantidades de desechos, incluyendo

restos de alimentos no consumidos por los peces y sus excrementos. La introducción de sustancias químicas al ecosistema y la disolución de una parte significativa de los nutrientes en la columna de agua pueden resultar en fenómenos de eutrofización. Este impacto conlleva costos ambientales, económicos y sociales (Vásquez y otros, 2016).

En las tres últimas décadas en el Perú la acuicultura ha ido creciendo muy rápidamente como es el caso en la región Puno donde los avances acuícolas a crecido desmesuradamente, tanto en el lago Titicaca como en los ríos, extendiéndose por toda la cordillera peruana sobre todo en la cría de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss)*, del mismo modo también en la costa y la selva peruana, trayendo consigo un impacto en el ecosistema de estos lugares.

Por tal motivo nosotros nos hemos permitido hacer un estudio de las aguas de la laguna Raracocha Chico ubicada el distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión, departamento de Pasco, para determinar la calidad del agua haciendo una comparación del agua afluente y el agua efluente de esta laguna.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

Departamento: Pasco

Provincia: Daniel Alcides Carrión

Distrito: Yanahuanca

1.2.2. Delimitación temporal

El presente trabajo de investigación tuvo una duración de seis meses, desde enero de 2024 a junio de 2024.

1.2.3. Delimitación de contenido

Este estudio determinó la calidad del agua de la laguna Raracocha Chico, la que contiene algunas jaulas flotantes, la cual servirá como un ejemplo para otras lagunas que tienen problemas similares por la contaminación acuícola.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál el impacto ambiental de la calidad del agua de la laguna Raracocha Chico debido al cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en el distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco - 2024?

1.3.2. Problemas específicos

a. ¿Cuáles son los indicadores fisicoquímicos del agua de la laguna Raracocha Chico por el cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en el distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2024?

b. ¿Cuáles son los indicadores microbiológicos del agua de la laguna Raracocha Chico por el cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en el distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2024?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el impacto ambiental de la calidad del agua de la laguna Raracocha Chico debido al cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)

en jaulas flotantes en el distrito de Yanahuanca provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2024

1.4.2. Objetivos específicos

a. Determinar los indicadores fisicoquímicos del agua de la laguna Raracocha Chico para el cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en el distrito de Yanahuanca provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2024

b. Determinar los indicadores microbiológicos del agua de la laguna Raracocha Chico para el cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en el distrito de Yanahuanca provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2024

1.5. Justificación de la investigación

La acuicultura en general no está ajena a los impactos ambientales, los cuales están relacionados con uso intensivo de alimentos, medicamentos y productos químicos los cuales puede resultar en la contaminación del agua circundante. Los desechos de los organismos cultivados y los productos químicos utilizados en la piscicultura pueden afectar negativamente la calidad del agua, causando problemas para los ecosistemas acuáticos locales.

El estudio de la acuicultura es crucial debido a la creciente importancia de esta práctica como fuente de alimentos a nivel mundial. La acuicultura desempeña un papel significativo en la seguridad alimentaria, ya que proporciona una fuente importante de proteínas para la población mundial. Sin embargo, su crecimiento ha llevado a diversos desafíos y emergencias que requieren una atención cuidadosa.

La investigación de la contaminación del agua por la acuicultura es viable y es una parte crucial de la gestión sostenible de esta industria. Existen varios enfoques y métodos que los científicos emplean para evaluar y abordar la contaminación del agua relacionada con la acuicultura.

El estudio de la contaminación acuícola beneficia a varios segmentos de la población, como a los consumidores, a la población trabajadora en esta industria, a los pueblos aledaños a esta industria, y sobre todo a los investigadores y académicos evocados al estudio de la contaminación acuícola, contribuyendo al avance del conocimiento en diversas áreas, siendo una de ellas la ecología acuática y desarrollo sostenible de la acuicultura

El estudio de la contaminación acuícola tiene varios beneficios metodológicos que contribuyen a comprender y abordar los problemas asociados con esta práctica, tales como el establecimiento de programas de monitoreo continuo de la calidad del agua. Proporcionando datos a lo largo del tiempo, permitiendo la identificación de tendencias, patrones estacionales y eventos específicos que pueden aumentar la contaminación, la determinación de contaminantes específicos, análisis de riesgo para la salud humana, evaluación de eficacia de prácticas sostenible, así también algo muy importante promover la participación ciudadana, promoviendo la responsabilidad social

El estudio de la contaminación acuícola puede proporcionar beneficios personales, profesionales y disciplinarios significativos, tanto para los individuos involucrados en la investigación como para la sociedad en general. En el caso del veneficio personal se tiene la conciencia ambiental sobre la contaminación acuícola, desarrollando una comprensión más profunda y comportamientos de sostenibilidad.

Por otro lado, los veneficios profesionales están enmarcados en el desarrollo de las habilidades técnicas, oportunidades de empleo y la participación en la solución de los problemas, contribuyendo a la sostenibilidad y por último tenemos los veneficios disciplinarios como la contribución del conocimiento científico, desarrollo de mejores prácticas y la colaboración interdisciplinaria.

1.6. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones de esta investigación fueron un poco difíciles, sobre todo para el traslado del personal de apoyo y de nosotros mismos, hasta la laguna de Raracocha Chico que de todos modos se logró solucionar satisfactoriamente.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes nacionales

Vásquez et al (2016) **Evaluación del impacto en la calidad de agua debido a la producción semi intensiva de trucha (Oncorhynchus mykiss) en jaulas flotantes en la laguna Arapa – Puno**

En la laguna Arapa, ubicada en Puno, se llevó a cabo una investigación que incluyó la evaluación de parámetros físico-químicos y la creación de un modelo matemático simplificado para estudiar el comportamiento del fósforo. Para analizar el impacto en la calidad del agua, se utilizó el diseño experimental "BACI". Durante la fase posterior al impacto, se realizaron cinco siembras de 70,000 truchas cada tres meses, lo que resultó en un incremento en la biomasa y consumo de alimento. Se observaron cambios significativos en la acidez, dióxido de carbono, fosfatos y conductividad eléctrica, mientras que los sólidos suspendidos totales disminuyeron y la alcalinidad, pH y oxígeno disuelto se mantuvieron estables. Según las estimaciones, 611 kg de fósforo fueron vertidos

a la laguna debido a la digestión del alimento. Además, se desarrolló un modelo matemático para predecir la evolución del fósforo disuelto en el agua con el tiempo, determinando que 246 kg se acumularon en los sedimentos y 365 kg se dispersaron en todo el volumen de agua. Debido a la cría de truchas en la laguna Arapa, la cantidad de fósforo aumentó considerablemente, llegando a alcanzar una concentración de 32,79 mg/m3 de $PO_4 - P$. Este nivel clasifica la laguna como eutrófica según los estándares de Vollenweider.

Quispe (2023) **Impactos ambientales en la calidad del agua debido a la producción de la trucha arcoíris en la laguna Gochachuico, Pasco-2022**

La laguna Gochachuico es un cuerpo de agua donde miembros de la comunidad Campesina de Ninacaca han instalado piscinas flotantes para la cría de trucha. Esta laguna recibe agua de un río que divide los caseríos de Pinculluyoc y Huay Huay, antes de desembocar en el lago Chinchaycocha. Este escenario motivó la evaluación del impacto ambiental de la producción de trucha arcoíris en la calidad del agua de la laguna. Para ello, se tomaron tres muestras en dos puntos de monitoreo: uno en la entrada de agua y otro en el punto de descarga. Se analizaron parámetros físico-químicos como pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, temperatura, entre otros. Los resultados mostraron un aumento significativo en la contaminación, indicado por la variación de estos parámetros. Se concluyó que la laguna está contaminada, y que tanto en los puntos de entrada como de salida, los niveles de conductividad, pH y sólidos disueltos totales no cumplen con los estándares de calidad de agua establecidos por el D.S. 015-2015 del MINAM.

(Machaca, 2023) **Evaluación y manejo de la calidad del agua e indicadores productivos del ras de alevines de trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss)**

En este estudio se evaluó un sistema de recirculación acuícola (RAS) para la cría intensiva de alevines de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss), monitoreando tanto la calidad del agua como los parámetros de producción. El RAS opera captando agua de un pozo subterráneo, que luego pasa por un filtro mecánico, un filtro biológico, un desgasificador, un sistema de desinfección UV y un saturador de oxígeno, antes de ser distribuida a los tanques con peces y retornada al inicio del sistema. Los resultados de monitoreo de la calidad del agua indicaron un funcionamiento eficiente del sistema, incluyendo el biofiltro, el filtro mecánico, el desinfectante UV, el saturador de oxígeno y los desgasificadores, todos controlados de manera efectiva junto con la gestión de los flujos de renovación de agua y el manejo sanitario de las truchas. Los principales indicadores de producción evaluados fueron la mortalidad acumulada (1488 individuos muertos, 0.99%), la tasa de crecimiento específico (SGR) de los alevines, que inicialmente fue de 9.29 y alcanzó 4.61 antes de la cosecha, y el factor de conversión alimenticia (FCA) promedio de 0.65. La implementación del sistema RAS ha permitido reutilizar el agua en un 75% o más y ha alcanzado una producción máxima mensual de 400,000 alevines, demostrando ser más eficiente y productivo en comparación con el sistema convencional abierto.

(Portocarrero, 2018) **Evaluación de la influencia de la calidad del agua y el manejo en la condición sanitaria de la trucha Arcoiris (Oncorhynchus mykiss) en piscigranjas de la Región Amazonas.**

Se llevó a cabo un estudio en piscigranjas de la región de Amazonas para investigar cómo la calidad del agua y las prácticas de manejo afectan la salud de la trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss). Se analizaron los parámetros físico-químicos del agua, incluyendo pH, temperatura, oxígeno disuelto y sólidos totales en suspensión, así como la presencia de coliformes fecales a través de análisis microbiológicos en 14 piscigranjas ubicadas en las provincias de Rodríguez de Mendoza, Luya, Chachapoyas y Bongará. Además, se realizó una encuesta entre los productores y se examinaron 140 muestras comerciales de trucha para identificar lesiones macroscópicas. Se utilizó el software Statistix versión 8.0 para analizar los datos mediante técnicas como el análisis de varianza, la prueba t de Student, la prueba de comparación de Tukey y la correlación de rangos de Spearman. El objetivo fue evaluar la asociación entre los parámetros del agua medidos, las prácticas de manejo y las lesiones observadas en las muestras de trucha. Según el análisis microbiológico, se encontró que seis de las piscigranjas evaluadas superaban los límites máximos permitidos para coliformes fecales (200 NMP/ml). Los análisis de correlación revelaron una asociación altamente significativa ($p<0.01$) entre los parámetros físico-químicos del agua, el manejo y las lesiones detectadas en las truchas. Por lo tanto, se concluye que la calidad del agua y las prácticas de manejo tienen un efecto directo en las condiciones sanitarias de la trucha arcoíris en las piscigranjas de la región Amazonas.

Antecedentes internacionales

(Calcetero, 2022) **“Efecto de tres cultivos comerciales de trucha arco iris, Oncorhynchus mykiss, sobre la calidad del agua del río Siecha, en Guasca, Cundinamarca”**

Este estudio investiga la calidad del agua proveniente de las granjas piscícolas de truchas, comparando los afluentes y efluentes de cada granja en dos estaciones diferentes a lo largo del río Siecha, detectando cambios significativos. La conservación de los ríos que nacen en el ecosistema de Bosque Alto Andino, esencial para el sistema de riego utilizado en la agricultura y la acuicultura, es crucial. Mediante el análisis de muestras de agua tomadas en puntos específicos durante las estaciones de verano e invierno, se pudo identificar los posibles impactos ambientales derivados de la actividad comercial de cría de truchas. Al comparar los parámetros de calidad del agua entre el punto de entrada de agua de la granja ubicada a mayor altitud y el punto de salida de la granja a menor altitud, se pudo comprobar que la gestión de la materia orgánica es efectiva, lo cual parece estar relacionado con el diseño adecuado y el funcionamiento eficiente de las lagunas de oxidación en las tres fincas. Se observó un aumento en los niveles de fosfatos, lo cual es típico en procesos de producción de peces, pero en general no se detectaron diferencias significativas en los demás parámetros. Tras identificar los impactos en los efluentes que llegan al río Siecha, se recomiendan medidas de mitigación basadas en las evidencias encontradas.

David García et al (2013) **Desarrollo de la producción de trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss) en el Centro de México**

El objetivo del estudio fue examinar el desarrollo de la industria de la trucha arcoíris en México. Se llevaron a cabo entrevistas con informantes clave y se realizó un análisis de documentos históricos que revelaron una fase inicial de establecimiento y promoción del cultivo, donde fueron fundamentales las políticas de apoyo, las condiciones favorables para la cría y la demanda creciente de los consumidores. Posteriormente, se consolidó la producción de trucha con la

creación de unidades productivas bajo un enfoque más empresarial, acompañado del establecimiento de normativas para garantizar la seguridad alimentaria. Se concluye que la producción de trucha en México es un ejemplo exitoso que proporciona un producto con alto valor económico y nutricional, contribuyendo a la diversificación de las actividades productivas en comunidades rurales.

González et al (2018) **Impacto sobre la calidad del agua y la fauna béntica de tres criaderos comerciales de trucha arco iris, Oncorhynchus mykiss, en el río Siecha, Guasca, Cundinamarca.**

El objetivo de este proyecto fue evaluar el efecto potencial de la producción comercial de trucha arco iris en la calidad del agua y la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en el río Siecha, ubicado en Guasca, Cundinamarca. Para establecer una línea base de datos, se seleccionaron unidades de muestreo en el campo utilizando mapas topográficos y cartográficos de la zona de estudio. Se realizaron muestreos de agua y macroinvertebrados en seis puntos georreferenciados a lo largo del río Siecha, incluyendo afluentes y efluentes de tres granjas productoras de trucha arco iris. Se llevaron a cabo muestreos tanto en la época de verano como en la de invierno. En el análisis de las muestras de macroinvertebrados, se contabilizó y determinó taxonómicamente hasta nivel de familia, además de calcular índices de biodiversidad. También se realizó un análisis fisicoquímico del agua, con énfasis en materia orgánica, compuestos nitrogenados y fosforados. Este proyecto de investigación tiene como objetivo analizar la relación entre los parámetros fisicoquímicos del agua, la comunidad de macroinvertebrados y el posible impacto de las granjas productoras de trucha en el ecosistema acuático del río Siecha.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Proceso de evaluación del impacto ambiental

Se hizo la observación de la laguna de Raracocha chico a la cual se le está dando el uso de acuicultura de jaulas flotantes de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) agua para la cual se está dando el uso de alimento balanceado, manejo de residuos y medicamentos, donde se ubicaron dos puntos de monitoreo, los cuales sirvieron para tomar las muestras de agua para el análisis en el laboratorio.

Para lo cual se evaluó los indiciadores fisicoquímicos como temperatura, pH, oxígeno disuelto, turbidez, conductividad, sólidos totales, DBO, DQO, nitratos, nitritos, amonio, fosfatos. Los indicadores microbiológicos como los coliformes termotolerantes y totales. Los resultados de los Análisis se compararon con los parámetros establecidos por normas ambientales del D.S. N.º 004-2017-MINAM. Los resultados obtenidos son del resultado de una sola muestra.

2.2.2. Temperatura del agua

Las truchas arco iris prefieren temperaturas que oscilan entre los 10 °C y 18 °C, siendo este rango óptimo para su crecimiento y supervivencia. Es esencial monitorear continuamente la temperatura del agua para mantener condiciones adecuadas para su desarrollo (FAO, 2020).

2.2.3. Oxígeno disuelto:

Las truchas requieren niveles adecuados de oxígeno disuelto en el agua para respirar, ya que son especies sensibles a la hipoxia. Los valores recomendados generalmente oscilan entre 8 y 12 mg/L para un crecimiento y bienestar óptimos (Timmons & Ebeling, 2013).

2.2.4. Potencial de Hidrógeno del agua

El rango de pH óptimo para el cultivo de truchas arco iris generalmente se encuentra entre 6.5 y 8.5. Mantener un pH estable dentro de este intervalo es esencial para evitar efectos negativos en la salud y el metabolismo de los peces (Boyd, 2015).

2.2.5. Amoniaco y nitritos

Altas concentraciones de amoníaco no ionizado (NH_3) y nitritos (NO_2^-) son tóxicas para las truchas arco iris, afectando su respiración y sistema inmunológico. Es fundamental monitorear estos compuestos y mantenerlos en niveles seguros para evitar estrés y mortalidad (Timmons & Ebeling, 2013).

2.2.6. Dureza y alcalinidad

La dureza y la alcalinidad del agua son parámetros importantes en la acuicultura, ya que contribuyen a la estabilidad del pH y al equilibrio iónico. Aunque las truchas arco iris pueden adaptarse a una amplia gama de condiciones, es fundamental mantener estos valores dentro de rangos estables para asegurar su salud y bienestar (Boyd, 2015).

2.2.7. Sólidos disueltos totales (SDT)

El monitoreo de los sólidos disueltos totales (SDT) es fundamental para evaluar la calidad general del agua, ya que concentraciones elevadas pueden afectar el metabolismo y crecimiento de las truchas. Además, es necesario analizar contaminantes químicos y biológicos, como pesticidas, metales pesados y patógenos, para asegurar la salud de los peces y la inocuidad del producto final (Boyd, 2015; Timmons & Ebeling, 2013).

2.2.8. Contaminantes químicos y biológicos

La presencia de contaminantes químicos y biológicos en el agua, como pesticidas, metales pesados y patógenos, representa un riesgo significativo para

la salud de las truchas y para la seguridad alimentaria del consumidor. Por ello, es fundamental realizar un monitoreo sistemático de estos compuestos en los sistemas de acuicultura (FAO, 2022; WHO, 2020).

2.2.9. Flujo de agua

Un flujo de agua adecuado es esencial en la acuicultura de trucha arco iris, ya que permite mantener la calidad del agua, asegurar una correcta oxigenación y evitar la acumulación de desechos orgánicos y tóxicos, como el amoníaco (Timmons & Ebeling, 2013).

2.2.10. Identificación de contaminantes específicos

Los estudios metodológicos permiten la identificación y cuantificación de contaminantes específicos, como productos químicos, nutrientes y patógenos. Esta información es esencial para comprender las fuentes, rutas y tipos de contaminación en los ecosistemas acuáticos vinculados a la acuicultura (FAO, 2022; Boyd, 2015).

2.2.11. Monitoreo continuo

La investigación sobre la contaminación acuícola requiere el establecimiento de programas de monitoreo continuo de la calidad del agua, los cuales permiten recolectar datos a lo largo del tiempo. Esto facilita la identificación de tendencias, patrones estacionales y eventos puntuales que pueden influir en los niveles de contaminación en los ecosistemas acuáticos (FAO, 2022; Boyd, 2015).

2.2.12. Gestores y reguladores

Los estudios sobre contaminación acuícola proporcionan información científica valiosa a los gestores y reguladores gubernamentales, lo que permite la formulación de normativas y políticas eficaces orientadas a garantizar prácticas

sostenibles y a minimizar los impactos negativos sobre los ecosistemas acuáticos (FAO, 2022; Boyd & Tucker, 2012).

2.2.13. Monitoreo de la calidad del agua

La investigación ambiental en acuicultura puede incluir el monitoreo continuo de la calidad del agua en y alrededor de las instalaciones, evaluando parámetros como la concentración de nutrientes, oxígeno disuelto, pH, sedimentos y contaminantes químicos. Este enfoque permite determinar el grado de impacto de las actividades acuícolas sobre los ecosistemas acuáticos circundantes (Boyd, 2015; FAO, 2022).

2.2.14. Estudios de carga de nutrientes

Los estudios de carga de nutrientes en la acuicultura permiten evaluar los impactos derivados de la alimentación intensiva, ya que la liberación de nitrógeno y fósforo al ambiente acuático puede alterar la calidad del agua y afectar negativamente a los ecosistemas circundantes. Comprender estos procesos es esencial para una gestión ambientalmente responsable del cultivo de organismos acuáticos (Boyd & Tucker, 2012; Bunting, 2013).

2.2.15. Evaluación de los impactos en organismos acuáticos

La evaluación de los impactos de la acuicultura sobre organismos acuáticos locales implica analizar cómo los cambios en la calidad del agua afectan a la biodiversidad, incluyendo la introducción de patógenos, la competencia por recursos y la alteración de hábitats. Estos estudios son fundamentales para comprender la magnitud del efecto sobre los ecosistemas naturales (Naylor et al., 2021; FAO, 2022).

2.2.16. Seguimiento de contaminantes químicos

El seguimiento de contaminantes químicos en acuicultura es esencial, ya que el uso de medicamentos, antibióticos y desinfectantes puede generar residuos en el agua que afectan tanto a los ecosistemas acuáticos como a la salud humana. Las investigaciones orientadas al monitoreo de estos compuestos permiten evaluar su persistencia y toxicidad ambiental (Rico et al., 2012; FAO, 2022).

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Turbidez

La turbidez del agua es un factor importante a considerar en el cultivo de truchas arco iris y otros organismos acuáticos. La turbidez se refiere a la cantidad de partículas suspendidas en el agua, como sedimentos, algas y materia orgánica, que afectan la claridad del agua. La turbidez excesiva puede afectar la salud de las truchas arco iris. Las partículas suspendidas pueden irritar las branquias de los peces, dificultar la captura de alimentos y afectar la eficiencia de la respiración.

2.3.2. Temperatura

La temperatura es una propiedad termodinámica fundamental y es crucial en muchos aspectos de la física y la ciencia en general. Se utiliza para describir el estado térmico de un sistema y es un factor clave en fenómenos como la transferencia de calor, las reacciones químicas y los cambios de fase de la materia, como la fusión o la evaporación.

2.3.3. Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto (OD) se refiere a la cantidad de oxígeno molecular (O_2) que está presente y disuelto en un medio acuático, como agua. Este parámetro es crucial para la salud de los organismos acuáticos, ya que muchos de

ellos dependen del oxígeno disuelto para llevar a cabo sus procesos metabólicos, especialmente la respiración celular.

2.3.4. DBO

Es la cantidad de oxígeno que las bacterias y otros seres vivos minúsculos consumen durante 5 días a una temperatura de 20°C en una muestra de agua para la degradación aeróbica de las sustancias contenidas en el agua.

2.3.5. Potencial de Hidrógeno

El potencial de hidrógeno, comúnmente conocido como pH, es una medida que indica la acidez o alcalinidad de una solución. Es una escala logarítmica que va de 0 a 14, donde 7 es neutro, valores por debajo de 7 indican acidez, y valores por encima de 7 indican alcalinidad o basicidad.

La fórmula matemática del pH es:

$$pH = -\log_{10}\left[H^{+}\right]$$

Donde $\left[H^{+}\right]$ es la concentración de iones de hidrógeno en moles por litro.

El pH es una medida fundamental en química y biología, ya que muchos procesos biológicos y reacciones químicas son sensibles a la acidez o alcalinidad del entorno. En sistemas biológicos, mantener un pH dentro de un rango específico es esencial para el funcionamiento adecuado de enzimas y otras moléculas biológicas. Además, el pH del agua es un indicador importante de la calidad del agua en contextos ambientales y de tratamiento de aguas.

2.3.6. Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica es una medida de la capacidad de un material para conducir una corriente eléctrica. Se expresa comúnmente en siemens por metro (S/m) en el sistema internacional de unidades. La conductividad eléctrica

está relacionada con la facilidad con la que los electrones pueden moverse a través de un material cuando se aplica un campo eléctrico. En el contexto del agua y las soluciones acuosas, la conductividad eléctrica se debe principalmente a la presencia de iones. Los iones son partículas cargadas eléctricamente que se generan cuando ciertos compuestos se disuelven en agua. Los iones permiten que la corriente eléctrica fluya a través del agua, y la medida de esta capacidad de conducción se conoce como conductividad eléctrica del agua. Los iones más comunes que contribuyen a la conductividad eléctrica del agua son el ion hidrógeno (H^+), el ion hidroxilo (OH^-), y varios iones de sales disueltos, como los iones de sodio (Na^+), cloruro (Cl^-), entre otros. La medición de la conductividad eléctrica del agua es importante en diversas áreas, como la calidad del agua, la hidrología, la agricultura y la industria. Puede utilizarse como indicador de la cantidad y tipo de sustancias disueltas en el agua, y cambios en la conductividad pueden ser señales de contaminación o cambios en la composición química del agua.

2.3.7. Sulfatos

Los sulfatos son sales o ésteres derivados del ácido sulfúrico (H_2SO_4). Un ion sulfato (SO_4^{2-}) consiste en un átomo de azufre rodeado por cuatro átomos de oxígeno. Los sulfatos son compuestos químicos que contienen este ion sulfato y están ampliamente distribuidos en la naturaleza.

Algunos sulfatos comunes incluyen el sulfato de sodio (Na_2SO_4), el sulfato de calcio ($CaSO_4$), conocido comúnmente como yeso, y el sulfato de magnesio ($MgSO_4$), también conocido como sal de Epsom. Estos compuestos

pueden encontrarse en forma natural en minerales o pueden ser producidos sintéticamente.

En el contexto del agua, los sulfatos pueden estar presentes como componentes naturales del suelo y las rocas, y también pueden provenir de actividades humanas, como la minería y la industria. La presencia de sulfatos en el agua a concentraciones elevadas puede afectar su sabor y olor, y en algunas situaciones, la presencia excesiva de sulfatos puede tener impactos negativos en la calidad del agua potable.

Es importante monitorear los niveles de sulfatos en el agua, ya que su presencia puede influir en procesos químicos y biológicos, y altas concentraciones pueden tener implicaciones para la salud humana y ambiental.

2.3.8. Coliformes termotolerantes

Los coliformes termotolerantes son un grupo específico de bacterias coliformes que tienen la capacidad de crecer y reproducirse a temperaturas más altas que las típicas para los coliformes. Estas bacterias son un subgrupo dentro de la categoría más amplia de coliformes, que incluye bacterias gramnegativas no esporuladas que fermentan la lactosa a gas y ácido láctico en condiciones específicas.

Las bacterias coliformes, en general, son utilizadas como indicadores de la calidad bacteriológica del agua y la presencia de contaminación fecal. Los coliformes termotolerantes, sin embargo, son particularmente relevantes porque su presencia en agua o alimentos puede indicar contaminación fecal de origen humano, ya que estas bacterias son más resistentes al calor y, por lo tanto, pueden sobrevivir en el tracto gastrointestinal humano.

La detección y el monitoreo de coliformes termotolerantes, especialmente E. coli, son prácticas comunes en la evaluación de la calidad del agua, especialmente en contextos donde se evalúa la seguridad del agua para el consumo humano y la recreación. La presencia de estas bacterias puede indicar la posible presencia de patógenos y, por lo tanto, se utilizan como indicadores de la seguridad microbiológica del agua.

2.3.9. Coliformes totales

Los coliformes totales son un grupo de bacterias que incluyen varios géneros, como Escherichia Citrobacter y Klebsiella, que comparten ciertas características microbiológicas. Estas bacterias son utilizadas como indicadores de la calidad bacteriológica del agua y la posible contaminación fecal.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La calidad del agua de la laguna Raracocha Chico debido al cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en el distrito de Yanahuanca provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2024 cumple con los estándares de calidad ambiental para el agua

2.4.2. Hipótesis específicas

a. Los indicadores fisicoquímicos del agua de la laguna Raracocha Chico para el cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en el distrito de Yanahuanca provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2024, cumplen con las normativas peruanas ECA y LMP.

b. Los indicadores microbiológicos del agua de la laguna Raracocha Chico para el cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en el

distrito de Yanahuanca provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2024, cumplen con las normativas peruanas ECA y LMP.

2.5. Identificación de variables

2.4.3. Variable independiente

Calidad del agua

2.4.4. Variable dependiente

Indicadores fisicoquímicos y microbiológicos

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Variable	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Índice
Dependiente Indicadores fisicoquímicos y microbiológicos	Se midió a través del muestreo y análisis de agua en dos puntos estratégicos de la laguna Raracocha Chico, para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.	Parámetros fisicoquímicos	Temperatura	°C
			OD	mg/L
			DBO_5	mg/L
			Potencial de Hidrogeno	pH
			Sulfuros	mg/L
		Parámetros microbiológicos	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml
			Coliformes totales	NMP/100ml
Independiente Calidad del agua	Se evaluó mediante la comparación de los resultados de los indicadores medidos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua categoría 2, C4	Cumplimiento de normas ambientales	Parámetros Fisicoquímicos y microbiológicos	- ECA Decreto Supremo N°04-2017-MINAM-Categoria 2

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Es descriptiva porque este tipo de investigación se centra en describir la contaminación acuícola de manera detallada, identificando las fuentes de contaminantes, los tipos de contaminantes presentes y sus concentraciones en el agua.

3.2. Nivel de investigación

La presente investigación es de nivel explicativo y comparativo; explicativo porque nos indica la calidad del agua que se tiene debido al cultivo de trechas arcoíris en jaulas flotantes en la actualidad, a través de la comparación de los resultados de los indicadores analizados con los parámetros establecidos por el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM para el agua.

3.3. Métodos de investigación

El método de la investigación de carácter analítico e inductivo por lo que se analizará los contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos.

3.4. Diseño de investigación

Esta investigación es no experimental, transversal, debido a que en esta investigación se determinará la calidad del agua por contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos que representan a la variable independiente que como se indica no son manipulables.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población está constituida por la laguna Raracocha Chico

3.5.2. Muestra

La muestra se representa los puntos de muestreo en la entrada y salida del agua de la laguna Raracocha Chico.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se usará en primer lugar un multiparámetro calibrado, con el cual se medirá los indicadores fisicoquímicos en los puntos de muestreo, luego se tomarán muestras en frascos de polietileno de un litro para las muestras de metales pesados y en frascos de vidrio de color ámbar para las muestras microbiológicas, cuyas muestras se tomarán de acuerdo a las normas establecidas para muestreo.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Luego de obtenidas los resultados de las muestras estas se llenarán en cuadros en forma individual con su respectiva interpretación.

3.8. Tratamiento estadístico

Para el tratamiento estadístico se hará uso de la hoja de cálculo de Excel.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

Este trabajo es original, está realizado dentro de las normas de la investigación científica como de la UNDAC.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

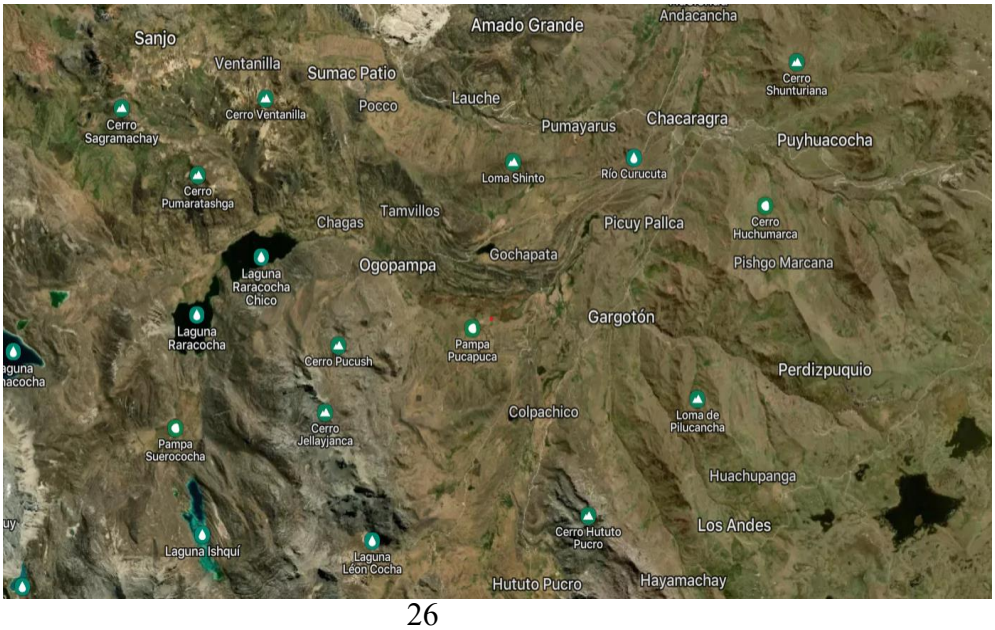
4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Ubicación y características de la laguna Raracocha Chico

Ubicación

La Laguna Raracocha Chico se encuentra en el distrito de Yanahuanca, provincia de Daniel Alcides Carrión, en el departamento de Pasco, Perú. Está situada a una altitud de aproximadamente 4,099 metros sobre el nivel del mar, en la vertiente oriental de la Cordillera de Raura como lo refiere (Mapcarta, 2024).

Figura 1. *Ubicación*



Ubicación geográfica

- **Coordenadas**: Latitud: 10°39′57″S,
- Longitud: 76°35′45″W
- **Altitud**: 4,099 metros
- **Área aproximada**: 580 km – 0.58km²

La laguna se encuentra cerca de las aldeas de Pichupata y Sanjo, en una zona de alta montaña con ecosistemas frágiles y paisajes impresionantes. Forma parte del sistema hídrico que alimenta al río Huertas, también conocido como río Chaupihuaranga, un afluente importante del río Huallaga según (Wikipedia, 2024).

Es una laguna de origen glaciar, es afluente del rio Chaupihuaranga, cuyas aguas tiene una coloración que varía entre azul oscuro y verdoso, que depende de la temporada y la luz solar, que puede verse afectada por sedimentos y lluvias.

4.1.2. Proceso de evaluación del impacto ambiental

Se visitó la laguna de Raracocha Chico, se hizo un proceso de observación y se comprobó la existencia de 20 jaulas de piscicultura de truchas arcoíris, las cuales podrían estar generando un impacto ambiental en el agua de esta laguna, para lo cual se determino dos puntos de toma de muestras, una se tomo dentro de la laguna y otra en la salida. De los indicadores a evaluar se tomó en cuenta a fisicoquímicos y microbiológicos, recomendados por el ANA, FAO, APHA. Para el monitoreo se hizo uso de frascos de polipropileno esterilizados de un litro previamente etiquetados y se tomó las muestras en los dos puntos establecidos, por una sola vez; luego las muestras se trasladó en un cooler con hielo al laboratorio ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L. ALPS, el cual emitió los resultados, para lo cual se hizo un análisis comparativo con los estándares de la

calidad del agua D.S. N.º 004-2017-MINAM, categoría 2, C_4 (Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos y lagunas). El proceso de muestreo solo fue por única vez, por lo tanto, no se hizo ningún proceso estadístico, solo el de comparación.

La recolección de muestras se llevó a cabo en dos estaciones designadas para controlar la calidad del agua. La tabla siguiente proporciona información detallada sobre la ubicación geográfica de cada estación de monitoreo.

Ubicación de los puntos de monitoreo en la laguna de Raracocha Chico

PUNTOS DE MUESTREO			
Código	Referencia de ubicación	Norte	Este
EMD-1	Punto de muestreo dentro de la laguna Raracocha Chico	8820464.57	0325268.48
EMV-1	Punto de salida (vertiente) de la laguna Raracocha Chico	8820588.60	0325859.44

Figura 2. *Laguna de Raracocha Chico*

Figura 3. *Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo.*

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

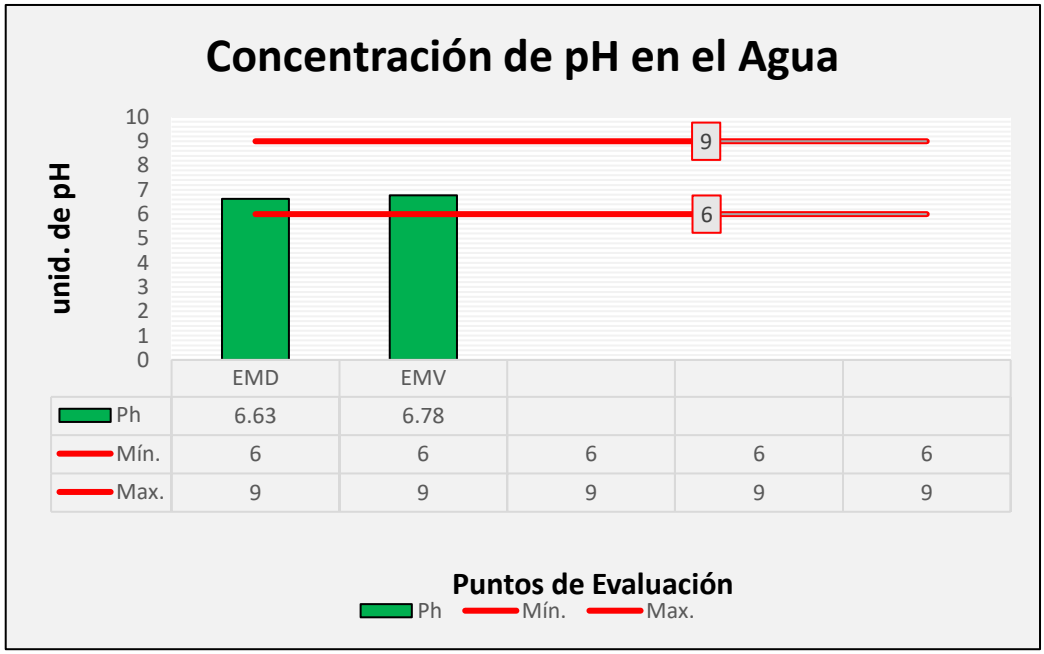
Antes de hacer la presentación e interpretación de los análisis de los resultados indicaremos la norma usada, categoría y subcategoría usada para esta investigación. Para el estudio de la calidad del agua de la Laguna de Raracocha Chico sobre la contaminación por granjas flotantes haremos el uso de la norma ECA Categoría 2, subcategoría C4. Esta norma se encuentra en los anexos de esta investigación

En el presente capítulo se hiso los análisis de los indicadores más importantes que impactan sobre la calidad de agua debido al cultivo de trucha arcoíris

Tabla 1. *Potencial de Hidrógeno*

Ensayo	EMD-1	EMV-1	ECA	Unidades
Potencial de Hidrógeno	6.63	6.78	6.0 – 9.0	pH

Cuadro 1. *Concentración de pH en el agua*



Interpretación. – Los resultados del potencial de Hidrógeno mostrados en la tabla 1 muestran los resultados en el punto de monitoreo dentro de la laguna (EMD) es de 6,63 unidades de pH y los resultados en el punto de monitoreo de la vertiente (EMV) es de 6,78 unidades de pH, cuyos resultados están dentro de los estándares de calidad ambiental para el agua en la categoría 2-C4.

Tabla 2. *Conductividad Eléctrica*

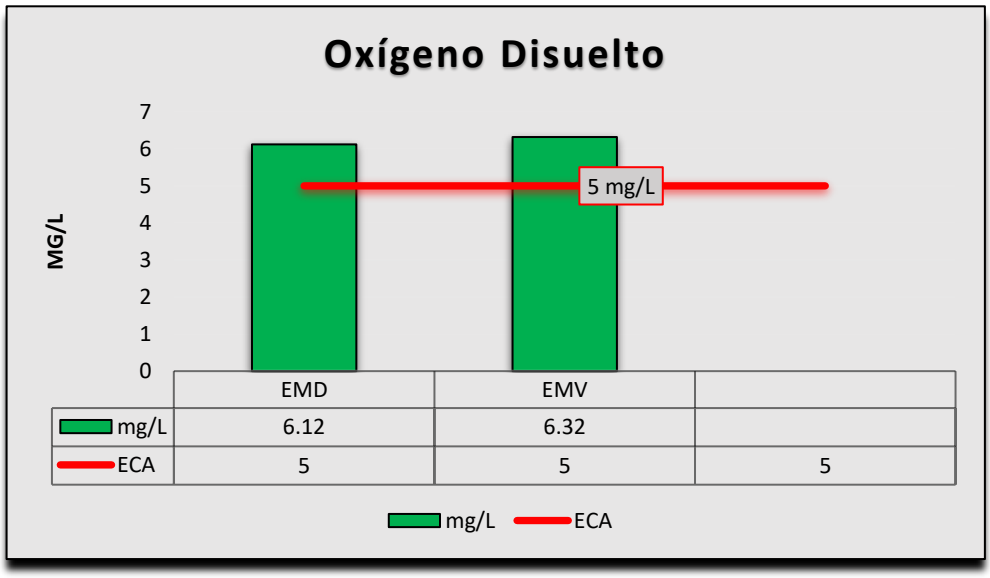
ENSAYO	EMD-1	EMV-1	ECA	Unidades
Conductividad eléctrica	480	370	No aplica	$\mu S / cm$

Interpretación. – La Tabla 2 muestra los resultados de la conductividad eléctrica de 480 $\mu S / cm$ dentro de la laguna y de 370 $\mu S / cm$ en la vertiente, esté indicador no aplica para la categoría 2-C4, pero que sin embargo es un indicador que nos muestras que la laguna contiene una salinidad adecuada.

Tabla 3. *Oxígeno Disuelto*

ENSAYO	EMD-1	EMV-1	ECA	Unidades
Oxígeno Disuelto	6,12	6,32	≥ 5	mg/L

Cuadro 2. *Oxígeno Disuelto*



Interpretación. – Los resultados de la muestra de OD son de 6,12 mg/L dentro de la laguna y de 6,32 mg/L en la vertiente; por lo que se puede decir que dentro de la laguna el OD es menor que en la vertiente concluyendo que la concentración de alimento y eses de trucha arcoíris dentro del cuerpo de agua es mayor como se puede observar en la tabla 3. El agua es apta para para su uso en la categoría 2-C4.

Tabla 4. *Temperatura*

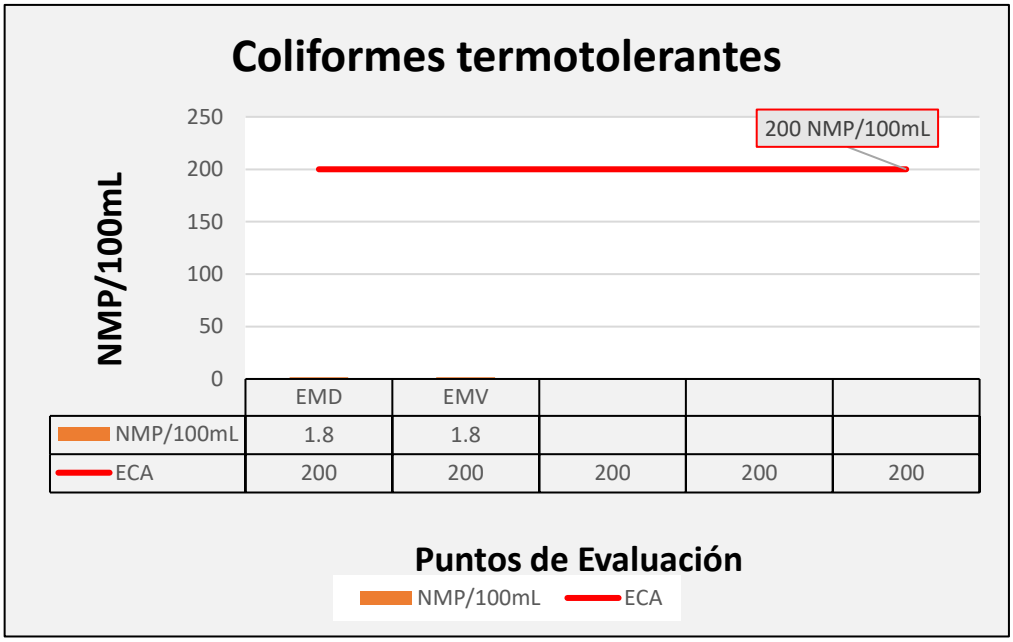
ENSAYO	EMD-1	EMV-1	ECA	Unidades
Temperatura	12,3	11,8	Δ3	°C

Interpretación. – En la tabla 4 se puede observar que los valores en ambos puntos de muestreo los resultados para la temperatura en el agua son de 12,3C° y 11,8C° respectivamente. De acuerdo a los estándares de calidad del agua para la temperatura estos valores no representan una variación perjudicial en esta laguna.

Tabla 5. *Coliformes termotolerantes*

ENSAYO	EMD-1	EMV-1	ECA	Unidades
Coliformes Termotolerantes	<1,8	<1,8	200	NMP/100 mL

Cuadro 3. *Coliformes termotolerantes*

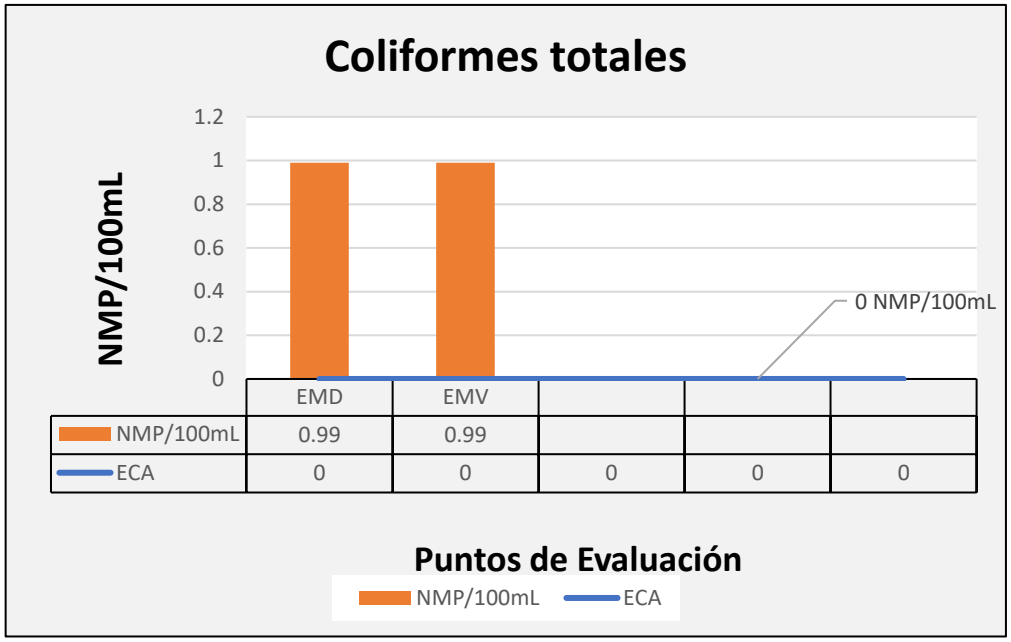


Interpretación. – Los coliformes termotolerantes presentan valores de <1,8 NMP/100 mL en ambos puntos de muestreo un resultado adecuado para la categoría 2-C4 si lo comparamos con el parámetro establecido de 200 NMP/100 mL por el ECA.

Tabla 6. *Coliformes totales*

ENSAYO	EMD-1	EMV-1	ECA	Unidades
Coliformes totales	<1	<1	0	NMP/100 mL

Cuadro 4. *Coliformes Totales*

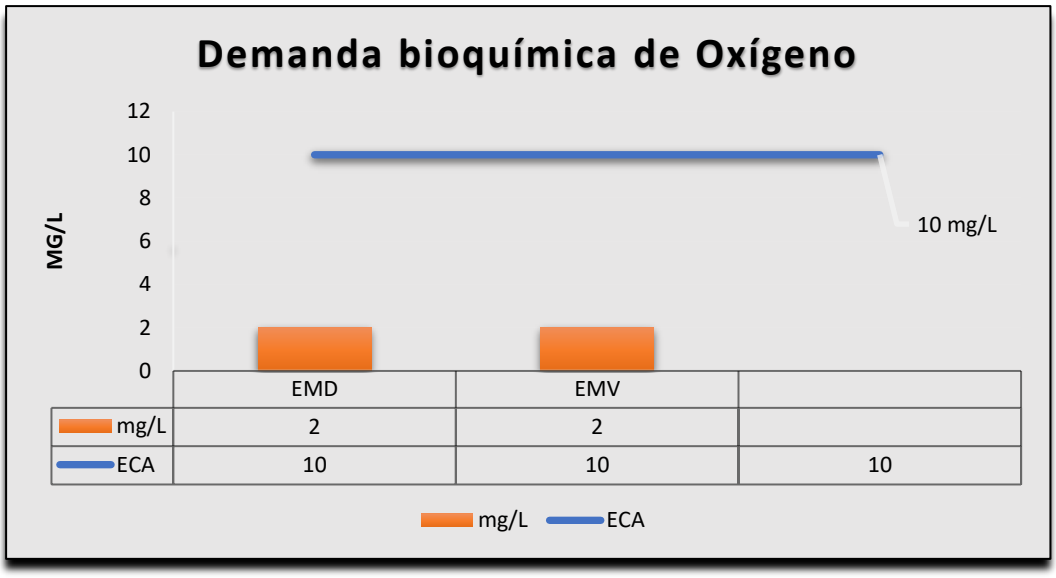


Interpretación. – Los resultados de los coliformes totales son menores que uno (<1) en ambas estaciones de monitoreo; esta concentración indica el Límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio, entendible como ausencia por la razón que son trazas insignificantes cumpliendo con los estándares de calidad ambiental para el agua categoría 2-.C4.

Tabla 7. *Demanda bioquímica de Oxígeno*

ENSAYO	EMD-1	EMV-1	ECA	Unidades
DBO5	<2	<2	10	mg/L

Cuadro 5. *Demanda Bioquímica de Oxígeno*

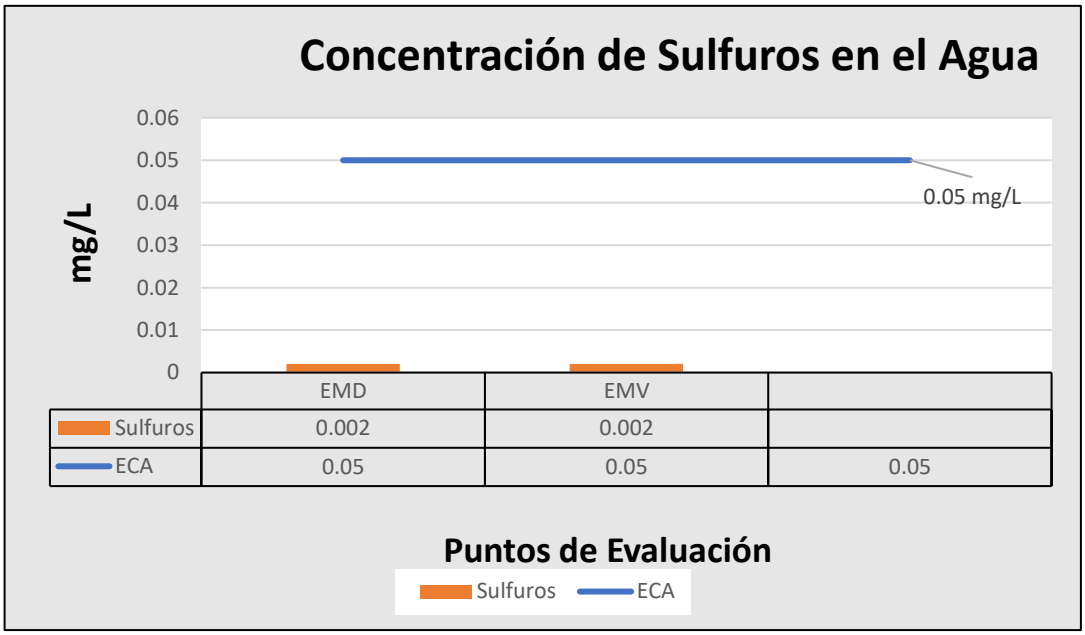


Interpretación. - Los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo EMD-1 y EMV-1 para el indicador de Demanda Bioquímica de Oxígeno fueron de <2 mg/L respectivamente. Estos resultados están dentro del estándar de referencia por lo que se encuentran por debajo del valor establecido (10 mg/L) para Demanda Bioquímica de Oxígeno en el ECA para agua (D.S. 004–2017–MINAM) en su categoría 2-C4.

Tabla 8. *Sulfuros*

ENSAYO	EMD-1	EMV-1	ECA	Unidades
Sulfuros	<0,002	<0,002	0,05	mg/L

Cuadro 6. *Concentración de Sulfuros en el Agua*

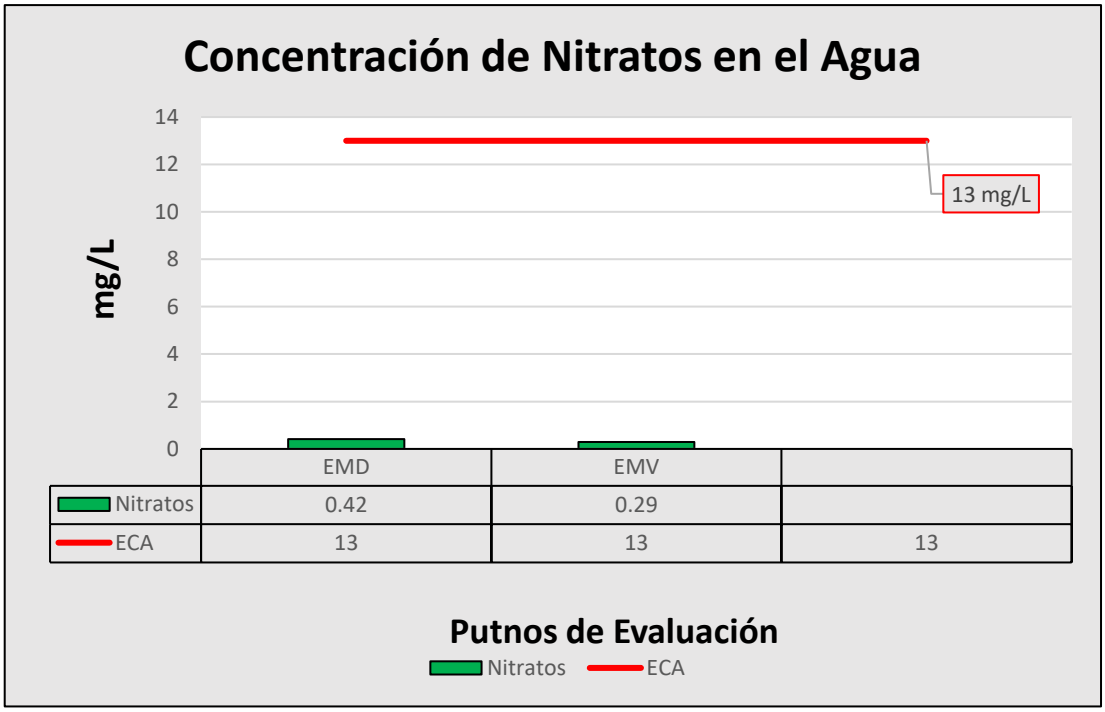


Interpretación. – Los sulfuros se encuentran en pequeñas trazas en las muestras de agua de la laguna de Raracocha Chico lo que nos indica que no es significativo en ambas estaciones de monitoreo como se observa en la tabla 8.

Tabla 9. *Nitratos*

ENSAYO	EMD-1	EMV-1	ECA	Unidades
Nitratos	0,42	0,29	13	mg/L

Cuadro 7. *Concentración de Nitratos en el Agua*



Interpretación. – El análisis de la muestra para nitratos tomada en la estación de muestreo dentro de la laguna arrojó como resultado 0,42mg/L y el análisis de la muestra en la vertiente dio como resultado 0,29mg/L, que como se puede observar en la tabla 9, estos resultados no son significativos en la contaminación del cultivo acuícola y están dentro de los estándares de calidad.

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Prueba de hipótesis general

H_1: La calidad del agua de la laguna Raracocha Chico debido al cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en el distrito de Yanahuanca provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2024 no cumple con los estándares de calidad ambiental para el agua

H_0: La calidad del agua de la laguna Raracocha Chico debido al cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en el distrito de

Yanahuanca provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2024 cumple con los estándares de calidad ambiental para el agua

De los resultados obtenidos de los análisis de las muestras tomadas en los puntos EMD-1 y EMV-1, se determina que el agua no está contaminada por el cultivo en jaulas flotantes de trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), rechazándose la hipótesis alternativa, aceptándose la hipótesis nula "La calidad del agua de la laguna Raracocha Chico debido al cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en el distrito de Yanahuanca provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2024 cumple con los estándares de calidad ambiental para el agua".

4.4. Discusión de resultados

Mediante el Análisis y la comparación correspondiente a normativa se discutió sobre la metodología de crianza de peces Arcoíris y como está llega a tener efectos adversos al ambiente en la que se inmiscuye lo cual determinamos que la calidad del agua se ve afectada debido a la crianza del pez Arcoíris y como los resultados dan a entender que mediante a la crianza por jaulas flotantes tiene un impacto moderado a la calidad del medio ambiente.

CONCLUSIONES

Al evaluar el impacto ambiental de la calidad del agua de la laguna Raracocha Chico debido al cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en el distrito de Yanahuanca provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2024, se concluye que los resultados obtenidos mostrados en los cuadros de los nueve elementos analizados están dentro de las normas ECA y que por lo tanto el agua de la laguna de Raracocha Chico no presenta contaminada por cultivo acuático.

Al comparar los parámetros fisicoquímicos podemos determinar la importancia de la alimentación en el sector acuícola lo que es fundamental para el desarrollo de los peces como la calidad del recurso hídrico utilizado antes y después procedimientos para la crianza de truchas Arcoíris en la utilización de componentes que puedan alterar la estructura del recurso hídrico.

Al analizar los valores microbiológicos podemos determinar que la crianza de ovinos criados cerca del lugar no llega ser un impacto relevante, sin embargo las heces producidas por las Truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) pueden ser un factor relevante sin un control adecuado

Al comparar los valores de sulfatos y nitratos podemos darnos cuenta que la alimentación para las Truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) llega a ser un factor determinante para la calidad de la Laguna Raracocha chico ya que en un exceso de alimentación pueden provocar inestabilidad en el recurso hídrico y esta provocando eutrofizacion.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer monitoreos periódicos de la laguna Raracocha Chico para seguir manteniéndose estas aguas con la calidad adecuada para los diferentes usos que se le pueda requerir.
2. Hacer estudios de otros indicadores que como detergentes usados para la limpieza de las jaulas flotantes que puedan estar afectando a la calidad del agua de la laguna Raracocha Chido del distrito de Yanahuanca distrito Daniel Alcides Carrión, Pasco.
3. Hacer un mapeo sistematizado de la alimentación y generación de heces de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykis), en* sobresaturación de alimentos y sedimentación de partículas y heces considerando la no formación de ion-ortofosfato ya que esta puede ser un factor importante en la concentración de sulfatos y nitratos en la Laguna Raracocha Chico provocando así misma eutrofización siendo perjudicial a la crianza de estas y el recurso hídrico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Boyd, C. E. (2015). Water quality: An introduction (2nd ed.). Springer.

Boyd, C. E., & Tucker, C. S. (2012). Pond aquaculture water quality management. Springer Science & Business Media.

Bunting, S. W. (2013). Principles of sustainable aquaculture: Promoting social, economic and environmental resilience. Routledge.p´/

Calcetero, A. (2022). Efecto de tres cultivos comerciales de trucha arco iris, Oncorhynchus mykiss, sobre la calidad del agua del río Siecha, en Guasca, Cundinamarca. *Repositorio institucional, Bogotá, D.C. Obtenido de https://repository.usta.edu.co/handle/11634/43399*

García, D., Ivá, I. G., Angélica Espinoza, Á., Anastacio García, A., & Arriaga, C. (2013). Desarrollo de la producción de trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss) en el centro de México. redalyc.org*(38), 46-56. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/494/49428034005.pdf*

Lenntech. (s.f.). Lenntech*. Obtenido de https://www.lenntech.es/por-que-es-importante-el-oxigeno-disuelto-en-el-agua*

FAO. (2020). Cultivo de la trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) en sistemas acuícolas continentales*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. https://www.fao.org/fishery/en/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss*

FAO. (2022). Sistemas alimentarios acuáticos sostenibles: directrices para la inocuidad de los productos de la acuicultura*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. https://www.fao.org/publications/card/en/c/CC1813EN/*

Mapcarta. (2024). Laguna Raracocha Chico. Recuperado el 27 de mayo de 2025, de https://mapcarta.com/es/20206710

Machaca, P. (2023). Evaluación y manejo de la calidad del agua e indicadores productivos del ras de alevines de trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss)[tesis para tituloprofesional, Universidad NacionalAgraria la Molina]. *Repositorio institucional, Lima. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.12996/5967*

Nieto, N. (2011). La gestión del agua: tensiones globales y latinoamericanas. SciELO*(36). Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-77422011000200007*

Naylor, R. L., Hardy, R. W., Buschmann, A. H., Bush, S. R., Cao, L., Klinger, D. H., Little, D. C., Lubchenco, J., Shumway, S. E., & Troell, M. (2021). A 20-year retrospective review of global aquaculture. Nature, 591(7851), 551–563. https://doi.org/10.1038/s41586-021-03308-6

Portocarrero, S. (2018). Evaluación de la influencia de la calidad del agua y el manejo en la condición sanitaria de la trucha Arcoiris (Oncorhynchus mykiss) en piscigranjas de la Región Amazonas. *Repositorio institucional UNTRM, Chahapoyas. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.14077/1521*

Timmons, M. B., & Ebeling, J. M. (2013). Recirculating aquaculture (3rd ed.). Ithaca Publishing Company.

Vásquez, W., Talavera, M., & Inga, M. (2016). Evaluación del impacto en la calidad de agua debido a la producción semi intensiva de trucha (Oncorhynchus mykiss) en jaulas flotantes en la laguna Arapa - Puno. SciELO, 82*(1), s.p. Obtenido de*

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2016000100003

Wikipedia. (2024). Laguna Raracocha Chico. *Wikipedia en cebuano. Recuperado el 27 de mayo de 2025, de https://ceb.wikipedia.org/wiki/Laguna_Raracocha_Chico*

World Health Organization (WHO). (2020). Guidelines for drinking-water quality *(4th ed., incorporating the 1st addendum). World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/978924154995*

ANEXOS

Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

Parámetros	Unidad de medida	C1 Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras	C2 Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	C3 Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	C4 Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
FÍSICOS- QUÍMICOS					
Aceites y Grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Cianuro Wad	mg/L	0,004	0,004	**	0,0052
Color (después de filtración simple) (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)	**	100 (a)
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L	**	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,062	**	0,025
Nitratos (NO_3^-) (c)	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 3	≥ 2,5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 – 8,5	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5	6,0-9,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	80	60	70	**
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS					
Amoniaco Total (NH_3)	mg/L	**	**	**	(1)
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**
Arsénico	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1
Boro	mg/L	5	5	**	0,75
Cadmio	mg/L	0,01	0,01	**	0,01
Cobre	mg/L	0,0031	0,05	0,05	0,2
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,10
Mercurio	mg/L	0,00094	0,0001	0,0018	0,00077
Níquel	mg/L	0,0082	0,1	0,074	0,052
Plomo	mg/L	0,0081	0,0081	0,03	0,0025
Selenio	mg/L	0,071	0,071	**	0,005
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Bifenilos Policlorados					
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,00003	0,00003	0,00003	0,000014
ORGANOLÉPTICO					
Hidrocarburos de Petróleo	mg/L	No visible	No visible	No visible	**
MICROBIOLÓGICO					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	≤ 14 (área aprobada) (d)	≤ 30	1 000	200
	NMP/100 ml	≤ 88 (área restringida) (d)			

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).
(b) Después de la filtración simple.
(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO_3^--N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO_3^-).
(d) **Área Aprobada:** Áreas de donde se extraen o cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana o animal, de organismos patógenos o cualquier sustancia deletérea o venenosa y potencialmente peligrosa.
Área Restringida: Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano, luego de ser depurados.
Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 3:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

(1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoniaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH_3).

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-29190

N° Id.: 0000097355

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-PROYECTO	:	EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL AGUA DE LA LAGUNA RARACOCHA CHICO DEBIDO AL CULTIVO DE TRUCHA ARCOIRIS (ONCORHYNCHUS MYKISS) EN JAULAS FLOTANTES EN EL DISTRITO DE YANAHUANCA PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, PASCO-2024
2.-PROCEDENCIA	:	COMUNIDAD CAMPESINA NUEVA ESPERANZA
3.-SOLICITANTE	:	CARHUACHIN HUARICAPCHA, Keyla Jashira ESPINOZA CONDOR, Aldair Diego
4.-ORDEN DE SERVICIO N°	:	0000006900-2024-0000
5.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	:	NO APLICA
6.-MUESTREADO POR	:	MUESTRAS Y DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE
7.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	:	2024-03-16

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	:	Agua Natural
2-NÚMERO DE MUESTRAS	:	2
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	:	2024-03-08
4.-PERÍODO DE ENSAYO	:	2024-03-16

Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo estan relacionados con los items ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

www.alab.com.pe

ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L. emitió el informe de ensayo **N° IE-23-29190,** en la cual se ha considerado los siguientes parámetros de monitoreo ambiental de la matriz Agua:

Metodología de Análisis para determinación de parámetros de agua para Uso y Consumo Humano

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Aniones INACAL-DA	EPA Method 300.0 Rev.2.1, 1993	Determination of inorganic anions by ion chromatography.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023.	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Dureza Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340-C, 24th Ed. 2023.	Hardness. EDTA Titrimetric Method
Nitrógeno Amoniacal	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D, 24th Ed. 2023.	Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. 2023.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Sulfuro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- D, 24th Ed. 2023.	Sulfide. Methylene Blue Method.
Potencial de Hidrógeno (pH)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF-Part 4500-H+ B. 24th Ed. 2023	pH. Electrometric Method
Conductividad (Cond)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF-Part 2510 B. 24th Ed. 2023	Conductivity. Laboratory Method
Oxígeno Disuelto (OD)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF-Part 4500-O H. 24th Ed. 2023	Oxygen (Dissolved). Optical-Probe Method
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 24th Ed. 2023	Temperature: Laboratory and Field Methods
Fosfato	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P-E. 24th Ed.	Phosphorus. Ascorbic Acid Method
Transparencia	ASTM D445 - 21. 2021	Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity)
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye MUESTREO). 2023	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)

Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221B, 24th Ed. (Incluye MUESTREO). 2023	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique

"SMEWW": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

FUENTE: Informe de ensayo de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Resultados de monitoreo

Código del Cliente	SEIM-1	SERE-1	Norma de referencia
Fecha de Monitoreo	09/12/2023	09/12/2023	
Hora de Monitoreo	14:00	15:00	
Grupo	Agua Superficial	Agua Superficial	
Subgrupo	Laguna	Laguna	D.S. 004–2017–MINAM
Coordenadas	N: 8820464 E: 0325268	N: 8820588 E: 0325859	Estándares de Calidad Ambiental
Tipo de Producto	Agua	Agua	
Tipo de Ensayo	Resultados	Resultados	Und.
pH	**6.61**	**6.77**	6.0 – 9.0
Conductividad E.	**480**	**370**	No aplica
OD	**6,12**	**6,32**	≥5
Temperatura	**12,3**	**11,8**	Δ3
Fosfatos	**<0,14**	**<0,14**	No aplica
Transparencia	**41**	**42**	No aplica
C. Fecales	**<1,8**	**<1,8**	200 NMP/100 mL
C. Totales	**<1**	**<1**	0 NMP/100 mL
DBO5	**<2.0**	**<2.0**	
Nitrógeno amoniacal	**0,063**	**0,071**	No aplica
SST	**<5**	**<5**	No aplica
Dureza Total	**125,61**	**129,66**	No aplica
Sulfuros	**<0,002**	**<0,002**	0,05 mg/L
Nitratos	0,42	**0,29**	13mg/L
Nitritos	**0,12**	**0,005**	No aplica

Foto 01. – *La laguna de Raracocha Chico con jaulas flotantes de trucha arcoíris*

Foto 02. – *Tomando muestras en la laguna de Raracocha Chico en el punto EMD-1*

Foto 03. – *Identificación de Jaulas Flotantes*

Foto 04. – *Sellando el frasco de la muestra de agua de la laguna de Raracocha Chico, en el punto* EMD-1.

Foto 05. – *Introduciendo la muestra en el cooler a una temperatura de 4°C en el punto*

EMD-1.

Foto 06. – *Tomando muestras en la salida de la laguna de Raracocha Chico en el punto* EMV-1.

Foto 07. – *Tomando muestras en la salida de la laguna de Raracocha Chico en el punto* EMV-1.