UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS EN LA CALIDAD DE AGUA DE LA LAGUNA PUCALLPILLO DISTRITO DE MANANTAY, UCAYALI 2024

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

KIMBERLY KEY, RUIZ PEREZ

Pucallpa, Perú

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
N° 244-2025-CGT- FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa, siendo las 10:00 a.m. del día miércoles 15 de octubre del 2025, de acuerdo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Laboratorio de Anatomía de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, siendo designados con Memo Múltiple N° 050-2025-UNU-FCFyA-CGT, conformado por:

Dr. Grober Panduro Pisco	Presidente
Dra. Dina Pari Quispe	Miembro
Mg. Walter Lauro Pérez Terrel	Miembro

Se procedió a la evaluación de sustentación de la tesis titulada: **"INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS EN LA CALIDAD DE AGUA DE LA LAGUNA PUCALLPILLO DISTRITO DE MANANTAY, UCAYALI 2024"**, presentado por la Bach. **KIMBERLY KEY RUIZ PEREZ**, siendo el asesor Mg. Jenny Paola Zeña Rubio.

Habiendo culminado la sustentación se procedió a la formulación de preguntas por parte del Jurado evaluador, las cuales fueron absueltas por la sustentante; en consecuencia, la tesis fue **APROBADA** por **UNANIMIDAD**, recomendando subsanar las observaciones realizadas por el Jurado Evaluador, quedando expedito para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL.**

Siendo las 11:20 horas del mismo día, se dio por culminado el acto académico, firmando los miembros del Jurado Evaluador en señal de conformidad.

Dr. Grober Panduro Pisco
Presidente

Dra. Dina Pari Quispe
Miembro

Mg. Walter Lauro Pérez Terrel
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. Grober Panduro Pisco
Presidente

Dra. Dina Pari Quispe
Miembro

Mg. Walter Lauro Pérez Terrel
Miembro

Mg. Jenny Paola Zeña Rubio
Asesor

Bach. Kimberly Key Ruiz Perez
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº V/432-2025.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS EN LA CALIDAD DE AGUA DE LA LAGUNA PUCALLPILLO DISTRITO DE MANANTAY, UCAYALI 2024."

Autor(es)	:	**RUIZ PEREZ, KIMBERLY KEY**
Facultad	:	**CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES**
Escuela	:	**ING. AMBIENTAL**
Asesor(a)	:	**M.Sc. JENNY PAOLA ZEÑA RUBIO**

Presenta un **porcentaje de similitud de 7%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 22/08/2025

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Kimberly Key Ruiz Perez

Autor de la tesis titulada: Influencia de las actividades agricolas en la calidad de agua de la laguna Pucallpillo distrito de Manantay, Ucayali 2024

Sustentada el año: 2025

Asesor(a): Mg. Jenny Paola Zeña Rubio

Facultad: Ciencias Forestales y ambientales

Escuela Profesional: Ingenieria ambiental

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 15 / 10 / 2025

Email: keyruizperez1811@hotmail.com Firma:

Teléfono: 995279618 DNI: 47560341

DEDICATORIA

A mi esposo, mi amor, mi compañero de vida. Gracias por estar siempre a mi lado, por tus palabras de aliento, por tu esfuerzo, por abrazarme en los días difíciles y celebrar conmigo cada pequeño avance. Sin tu apoyo y paciencia, esto no habría sido posible, sin duda Dios me bendijo con tu llegada a mi vida.

A mi hijo, mi razón de ser. Cada página de esta tesis lleva un pedacito de ti, de tu sonrisa, eres mi razón de ser y mi más grande sueño cumplido, mi rey. Todo lo que hago es por ti y para ti.

A mi mamá, mi gran ejemplo de lucha y amor incondicional. Gracias por enseñarme a no rendirme, por estar siempre presente, por tus oraciones, tus consejos y por una frase que inicio toda esta travesía, me dijiste “, tu madre es valiente, mi hija también debe serlo, nada de cobardías”. Esta meta también es tuya.

Con todo mi amor, para ustedes, que son mi todo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco, en primer lugar, a Dios, por darme la fuerza, la sabiduría y la salud necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi vida. Sin Su guía, nada de esto habría sido posible.

A mi esposo, por su amor, comprensión y por caminar a mi lado en este proceso lleno de retos. Gracias por tu apoyo incondicional, por animarme a seguir cuando las fuerzas flaqueaban y por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A mi hijo, por ser mi mayor fuente de inspiración. Tu existencia me dio el impulso para seguir adelante y esforzarme cada día. Este logro también es tuyo.

A mi madre, por ser mi pilar, por tu ejemplo de esfuerzo, sacrificio y valentía. Gracias por tus palabras sabias, por tu compañía, por estar siempre allí, como solo una madre sabe hacerlo.

A mis docentes y asesores, por compartir sus conocimientos, por sus enseñanzas y por guiarme con paciencia y dedicación en este proceso formativo.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1
1.1. Planteamiento del problema 1
1.2. Formulación del problema 3
1.2.1. Problema general.....3
1.2.2. Problemas específicos.....3
1.3. Objetivos de la investigación 3
CAPITULIO II MARCO TEÓRICO.....5
2.1. Antecedentes del problema.....5
2.1.1. Antecedentes Internacional.....5
2.1.2. Antecedentes Nacional.....8
2.1.3. Antecedentes Locales 9
2.2. Bases teóricas.....9
2.2.2. Lagunas.....12
2.3. Actividades agrícolas y su efecto en la calidad del agua.....13
2.4. Definición de términos básicos.....16
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....17
3.1. Metodología y técnicas utilizadas.....17
3.1.1. Tipo de investigación 17
3.1.2. Nivel de investigación 17
3.1.3. Diseño de la investigación 18
3.2. Población y muestra.....18
3.2.1. Población 18
3.2.2. Muestra.....19

3.2.3. Técnicas de recolección de datos.....20

3.3. Tratamiento de datos.....28

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN 29

4.1. Influencia de las actividades agrícolas en la calidad del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay 29

4.2. Actividades agrícolas que se realizan en las riberas de la laguna de Pucallpillo, Distrito de Manantay 44

4.3. Características físicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay 49

4.4. Características Microbiológicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay 54

4.5. Características Químicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay 57

CAPITULO V CONCLUCIONES Y RECOMENDACIONES…… 84

5.1. Conclusiones.....84

5.2. Recomendaciones.....84

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....86

ANEXOS……..105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clases de contaminación de procedencia no localizada (las categorías señaladas en negrita hacen referencia a actividades agrícolas.) 14

Tabla 2 Causas principales de deterioro de la calidad del agua en los Estados Unidos 15

Tabla 3 Porcentaje de la longitud de los ríos y superficie de los lagos evaluados donde se han observado efectos ecológicos negativos 15

Tabla 4 Parámetros mínimos recomendado para el monitoreo de la calidad del agua superficial 21

Tabla 5 Interpretación de la Calificación ICA- PE. 25

Tabla 6 Tipos de fuentes contaminantes de origen 26

Tabla 7 Análisis de Varianza de la presencia de E.coli según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo 30

Tabla 8 Análisis de Varianza de la presencia de Coliformes Fecales según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo 31

Tabla 9 Análisis de Varianza de la concentración de la Conductividad según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo 33

Tabla 10 Análisis de Varianza de en la concentración del Oxígeno Disuelto según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo 34

Tabla 11 Análisis de Varianza de en la concentración de la Demanda Química de Oxigeno según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo 35

Tabla 12 Análisis de Varianza de en la concentración de la Demanda Bio Química de Oxigeno según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo 37

Tabla 13 Análisis de Varianza de los niveles de Potasio según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo 38

Tabla 14 Análisis de Varianza de los niveles de Fosforo según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo 40
Tabla 15 Análisis de Varianza de los niveles de Hierro según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo 41

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de Ubicación de puntos de monitoreo de la laguna de Pucallpillo .. 19
Figura 2 Procedimiento para la planificación, monitoreo y análisis de calidad del agua 22
Figura 3 Procedimiento de trabajo para determinar el ICA-NSF (ANA, 2018) 23
Figura 4 Procedimiento de Cálculo para el ICA-NSF 23
Figura 5 Delimitación de cuenca y aportantes hídricos 27
Figura 6 Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la presencia de E.coli en la laguna de Pucallpillo 29
Figura 7 Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la presencia de Coliformes Fecales en la laguna de Pucallpillo 30
Figura 8 Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración de la Conductividad en la laguna de Pucallpillo 32
Figura 9 Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración del Oxígeno Disuelto en la laguna de Pucallpillo 33
Figura 10 Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración de la Demanda Química de Oxigeno en la laguna de Pucallpillo 35
Figura 11 Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración de la Demanda Bio Química de Oxigeno en la laguna de Pucallpillo 36

Figura 12 Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración de Potasio en la laguna de Pucallpillo.....38
Figura 13 Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración de Fosforo en la laguna de Pucallpillo 39
Figura 14 Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración de Hierro en la laguna de Pucallpillo.....41
Figura 15 Ubicación de las zonas de cultivo y crianza de animales.....44
Figura 16 Cultivos instalados en el área de la laguna Pucallpillo.....45
Figura 17 Uso de pesticidas o insecticidas para los cultivos.....45
Figura 18 Uso de abono para los cultivos instalados en el área de la laguna Pucallpillo 46
Figura 19 Crianza de animales en el área de la laguna Pucallpillo 47
Figura 20 Conductividad del agua de la laguna de Pucallpillo 49
Figura 21 Solidos Totales Disueltos del agua de la laguna de Pucallpillo.....50
Figura 22 Oxígeno Disuelto del agua de la laguna de Pucallpillo 51
Figura 23 Potencial de Hidrogeno del agua de la laguna de Pucallpillo.....52
Figura 24 Concentración de E. Coli en la laguna Pucallpillo 54
Figura 25 Concentración de Coliformes Termo tolerantes o Fecales en la laguna Pucallpillo.....55
Figura 26 Concentración de la Demanda Química de Oxígeno en la laguna Pucallpillo 57
Figura 27 Concentración de la Demanda Bioquímica de Oxigeno en la laguna Pucallpillo.....58
Figura 28 Concentración de Potasio en la laguna Pucallpillo.....58
Figura 29 Concentración de Fosforo en la laguna Pucallpillo 60

Figura 30 Concentración de Aluminio en la laguna Pucallpillo 62
Figura 31 Concentración de Antimonio en la laguna Pucallpillo 63
Figura 32 Concentración de Arsénico en la laguna Pucallpillo 64
Figura 33 Concentración de Bario en la laguna Pucallpillo 65
Figura 34 Concentración de Cadmio en la laguna Pucallpillo 66
Figura 35 Concentración de Cobre en la laguna Pucallpillo 67
Figura 36 Concentración de Cromo en la laguna Pucallpillo 68
Figura 37 Concentración de Hierro en la laguna Pucallpillo 69
Figura 38 Concentración de Mercurio en la laguna Pucallpillo 70
Figura 39 Concentración de Plomo en la laguna Pucallpillo 71
Figura 40 Concentración de Malatión en la laguna Pucallpillo 73
Figura 41 Concentración de Paratión en la laguna Pucallpillo 74
Figura 42 Concentración de Endosulfán en la laguna Pucallpillo 75
Figura 43 Concentración de DDT (Total) en la laguna Pucallpillo 76
Figura 44 Concentración de Aldicarb en la laguna Pucallpillo 77
Figura 45 Concentración de Aldrín en la laguna Pucallpillo 78
Figura 46 Concentración de Clordano (Total)*en la laguna Pucallpillo 79
Figura 47 Concentración de Dieldrín en la laguna Pucallpillo 80
Figura 48 Concentración de Endrín en la laguna Pucallpillo 81
Figura 49 Concentración de Lindano en la laguna Pucallpillo 82
Figura 42 Llenado de cadena de custodio y formato de campo 100
Figura 43 Revisión del multiparametro de campo 100
Figura 44 Medición de parámetros de campo en la laguna de Pucallpillo 101
Figura 45 Recolección de muestra de agua recipiente 1 101
Figura 46 Recolección de muestra de agua recipiente 2 102

Figura 47 Identificación de actividades agrícolas en viviendas de Pucallpillo 102
Figura 48 Identificación de cultivos de Camú Camú en el centro poblado Pucallpillo 103
Figura 49 Identificación de actividades agrícolas de crianza de gallinas en viviendas de Pucallpillo 103
Figura 50 Identificación de actividades agrícolas de crianza de gallinas en viviendas de Pucallpillo 104
Figura 51 Identificación de actividades agrícolas de crianza de gallinas en viviendas 104
Figura 52 Identificación de cultivos de Camú Camú en el centro poblado Pucallpillo 105

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la influencia de las actividades agrícolas en la calidad del agua de la laguna Pucallpillo. Para ello, se empleó una metodología de muestreo conforme al protocolo nacional de monitoreo, que establece la distribución de cuatro estaciones de muestreo. La calidad del agua se determinó utilizando el Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF). Los resultados obtenidos indican que las características físicas del agua son, en promedio: Oxígeno Disuelto 4.5 mg O_2/L, Conductividad 629 µmhos/cm y pH 7.05. En cuanto a las características microbiológicas, se registraron 60.5 NMP/100mL para Coliformes Termo tolerantes y 2 NMP/100mL para E. Coli. Las características químicas incluyen: DQO 16.75 mg O_2/L, DBO5 4.5 mg O_2/L, Fósforo 0.0435 mg/L, Potasio 4.92 mg/L. Respecto a los metales, se detectaron Bario 0.024 mg/L y Hierro 0.22 mg/L, sin la presencia de otros metales ni concentraciones cuantificables de plaguicidas. Las principales actividades agrícolas en las riberas de la laguna de Pucallpillo son la crianza de pollos a pequeña escala y los cultivos de camu camu. En conclusión, las actividades agrícolas en la zona tienen un impacto negativo en la calidad del agua, especialmente en los niveles de Potasio, donde existe diferencia significativa entre las zonas que no presenta actividad agrícola y las que si dentro de la laguna Pucallpillo.

Palabras clave: Laguna, calidad del agua, agricultura, nutrientes.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the influence of agricultural activities on the water quality of Pucallpillo Lagoon. To this end, a sampling methodology was used in accordance with the national monitoring protocol, which establishes the distribution of four sampling stations. Water quality was determined using the Water Quality Index (ICA-NSF). The results obtained indicate that the physical characteristics of the water are, on average, dissolved oxygen 4.5 mg O_2/L, conductivity 629 µmhos/cm, and pH 7.05. Regarding microbiological characteristics, 60.5 MPN/100 mL were recorded for thermotolerant coliforms and 2 MPN/100 mL for E. coli. Chemical characteristics include: COD 16.75 mg O_2/L, BOD5 4.5 mg O_2/L, Phosphorus 0.0435 mg/L, Potassium 4.92 mg/L. Regarding metals, Barium 0.024 mg/L and Iron 0.22 mg/L were detected, with no other metals present or quantifiable concentrations of pesticides. The main agricultural activities on the banks of Pucallpillo Lagoon are small-scale chicken farming and camu camu cultivation. In conclusion, agricultural activities in the area have a negative impact on water quality, especially in Potassium levels, where there is a significant difference between areas without agricultural activity and those within Pucallpillo Lagoon.

Keywords: Lagoon, water quality, agriculture, nutrients.

INTRODUCCIÓN

La calidad de las aguas superficiales es un tema de creciente preocupación a nivel global debido a la contaminación originada por las descargas residuales domésticas e industriales, que alteran sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas, volviéndolas inapropiadas para el consumo y otros usos esenciales (Fernández y Guardado, 2021). Entre las principales fuentes de contaminación se encuentran las aguas residuales agrícolas y municipales, así como la presencia de puntos críticos de residuos sólidos (Cerna et al., 2022). A su vez, el uso de productos químicos para el control de plagas en la agricultura es una práctica común a nivel mundial que contribuye significativamente a la contaminación de las aguas superficiales, generando efectos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente (Rodríguez et al., 2019). El manejo inadecuado de residuos originados por actividades domésticas, pecuarias e industriales agrava aún más este escenario, ocasionando un grave deterioro de los ecosistemas acuáticos (Castañeda y Cuevas, 2018).

La contaminación bacteriana de cuerpos de agua, como playas y lagunas, representa un riesgo sanitario importante para las comunidades locales, especialmente por la presencia de bacterias indicadoras de contaminación fecal, lo que pone en peligro la salud pública (Badilla y Alvarado, 2019). Es fundamental reconocer que la calidad del agua superficial depende de su uso previsto, tanto por factores naturales como por la acción humana (Rojas y Rojas, 2023). El crecimiento poblacional global ha incrementado la demanda de agua, lo que, junto al aumento de actividades contaminantes, ha intensificado la contaminación de cuerpos de agua en diversas regiones (Velasco, 2023). Como consecuencia, muchos cuerpos de agua superficial presentan concentraciones de contaminantes que superan los estándares

de calidad ambiental establecidos, debido principalmente a la descarga sin tratamiento de aguas residuales domésticas (Nazario Conde, 2024).

El agua es un recurso vital para la vida en el planeta y su conservación es esencial para la subsistencia humana (Alfaro, 2019). Sin embargo, la contaminación de las aguas superficiales, particularmente en zonas urbanas y agrícolas, representa un desafío crítico para el manejo sostenible de este recurso (Rodríguez y Chalarca, 2019). La laguna de Pucallpillo es una fuente de agua clave para la región, utilizada en diversas actividades como recreación, consumo, agricultura y ganadería. En los últimos años, ha ganado relevancia por su atractivo turístico, mientras que las actividades agrícolas realizadas en sus riberas han contribuido al vertimiento de contaminantes como pesticidas agrícolas, aguas residuales domésticas y excretas provenientes de la crianza de animales. Este estudio busca evaluar la influencia de estas actividades agrícolas sobre la calidad del agua de la laguna de Pucallpillo, con el fin de contribuir al entendimiento de su impacto en el ecosistema acuático y en la salud pública.

La calidad del agua superficial es un tema de gran relevancia debido al impacto de la contaminación proveniente de diversas fuentes, como las actividades agrícolas, industriales y urbanas. Estas fuentes alteran las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua, haciéndola inapropiada para su consumo y otros usos esenciales. El uso de fertilizantes, pesticidas y la escorrentía agrícola son algunas de las principales causas de deterioro de la calidad del agua, contribuyendo a la eutrofización y la proliferación de organismos patógenos. En este contexto, el Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF) se ha utilizado como herramienta para evaluar el estado de salud de cuerpos de agua, como ríos y lagunas, en diversas regiones del mundo. Este estudio se enfoca en la laguna Pucallpillo, ubicada en Ucayali, Perú, con

el objetivo de evaluar la influencia de las actividades agrícolas en su calidad del agua, contribuyendo a la comprensión de los efectos de estas prácticas en la salud ambiental y humana.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La calidad de las aguas superficiales es una preocupación creciente a nivel global debido a las descargas residuales domésticas e industriales que alteran sus propiedades físicas, químicas y bacteriológicas volviéndolas no aptas para el consumo y para otros usos esenciales (Fernández y Guardado, 2021). Este deterioro de la calidad del agua tiene como principales fuentes de contaminación a las aguas residuales agrícolas y municipales, así como también la presencia de puntos críticos de residuos sólidos (Cerna y otros, 2022). Además, la aplicación de productos químicos para el control de plagas es uno de los métodos más usados en la agricultura a nivel mundial, lo que contribuye significativamente a la contaminación de las aguas superficiales, provocando efectos adversos sobre los humanos y el ambiente (Rodríguez y otros, 2019). Por otro lado, el manejo inadecuado de los residuos generados por actividades domésticas, pecuarias e industriales agrava aún más esta situación ocasionando graves deterioros ambientales (Castañeda y Cuevas, 2018). Igualmente, la contaminación del agua en playas y otros cuerpos de agua superficiales con bacterias indicadoras de contaminación fecal representa un riesgo sanitario considerable para los bañistas y las comunidades locales (Badilla y Alvarado, 2019).

Es importante destacar que la calidad del agua superficial, está en función del uso para el cual va a ser destinada, dependiendo tanto de factores naturales como de la acción humana (Rojas y Rojas, 2023). Asimismo, el acrecentamiento poblacional en el planeta ha derivado en la elevación del índice de contaminación, aumentando

el requerimiento del recurso hídrico que ha provocado la extensión de fuentes contaminantes en estos sitios (Velasco, 2023). Por consiguiente, la calidad del agua superficial excede en muchos parámetros los estándares de calidad ambiental, principalmente debido a las descargas directas y sin tratamiento de aguas residuales domésticas (Nazario Conde, 2024).

Cabe resaltar que el agua es el recurso de mayor importancia para el desarrollo de la vida en el planeta y es indispensable para la subsistencia (Alfaro, 2019). Sin embargo, la contaminación de las aguas superficiales ocurre en todo el país y está estrechamente relacionada con las fuentes urbanas y agrícolas (Rodríguez y Chalarca, 2019).

La laguna de Pucallpillo es la fuente de agua más importante del sector, que es utilizada en diferentes actividades como recreación, consumo, agricultura y ganadería, en los últimos años la laguna resalto por su atractivo turístico y en paralelo por las actividades agrícolas que se llevan a cabo en sus riveras, estas actividades y la población pueden generar el vertimiento de contaminantes como pesticidas agrícolas, aguas residuales domésticas y vertimiento de excretas de la crianza de animales.

Por lo tanto, es crucial Evaluar la influencia de las actividades agrícolas en la calidad de agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay, Ucayali 2024. Esto implica la identificación y análisis de las principales fuentes de contaminación y la evaluación de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua.

1.2. Formulación del problema .

1.2.1. Problema general .

•¿Cómo influye las actividades agrícolas en la calidad de agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay, Ucayali 2024?.

1.2.2. Problemas específicos.

•¿Cuáles son las actividades agrícolas que se realizan en las riberas de la laguna de Pucallpillo, Distrito de Manantay?.

•¿Qué actividades agrícolas se realizan en la zona del aportante hídrico de la cuenca de la laguna Pucallpillo, Distrito de Manantay? .

•¿Cuáles son las características físicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay?.

•¿Cuáles son las características Microbiológicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay?.

•¿Cuáles son las características Químicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay?.

1.3. Objetivos de la investigación.

1.3.1. Objetivo general.

•Evaluar la influencia de las actividades agrícolas en la calidad del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay, Ucayali 2024.

1.3.2. Objetivo especifico.

•Evaluar las actividades agrícolas que se realizan en las riberas de la laguna de Pucallpillo, Distrito de Manantay.

•Determinar las actividades agrícolas que se realizan en la zona del aportante hídrico de la cuenca de la laguna Pucallpillo, Distrito de Manantay

•Evaluar las características físicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay.

•Evaluar las características Microbiológicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay.

•Evaluar las características Químicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay.

CAPITULIO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

Aguirre y otros (2016), investigaron sobre la aplicación del índice de calidad del agua (ICA) en el Lago de Izabal, Guatemala. La cuenca del Lago de Izabal y del Río Dulce desemboca en dicho lago, presentando una proporción de áreas de 10:1; además, por su condición de navegabilidad, está expuesto a procesos de degradación incipiente. La investigación, basada en registros históricos de parámetros físico-químicos del agua, analizó el periodo 2005-2014 para determinar el estado de salud del lago mediante el índice de calidad del agua de la Fundación Nacional de Saneamiento de los Estados Unidos (ICA-NSF). Los resultados señalaron que la calidad del agua del Lago de Izabal se clasifica como buena.

Según Osorio y otros (2021), en su estudio sobre la determinación del índice de calidad del agua en los ríos de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador, se buscó identificar el Índice de Calidad del Agua (ICA) más adecuado según la normativa técnica vigente para la provincia. Para ello, se evaluaron nueve ríos (Pove, Otongo, Mapali, Cucaracha, Chila, Damas, Camal, Bolo y el Estero Kasama) y se realizó un análisis comparativo entre los índices NSF, CCME, ICG, ICAUCA y de León. La validación frente a la normativa ecuatoriana se efectuó mediante pruebas estadísticas, considerando criterios como la mayor pendiente de la recta, el menor intervalo de confianza y la menor cantidad de parámetros evaluados por cada índice.

Los resultados indicaron que el ICA-NSF es el que mejor describe la calidad del agua de los ríos de la zona, requiriendo menos parámetros para su aplicación.

De acuerdo a Quiroz y otros (2017), en su investigación sobre la aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador, bajo la metodología propuesta por la Fundación Nacional de Saneamiento (NSF). Los puntos donde se determinó el índice fueron seleccionados a partir de resultados previamente obtenidos mediante el uso de un modelo matemático y su estimación se efectuó mediante la toma de muestras de parámetros físico-químicos y microbiológicos. Independientemente que solamente uno de los indicadores evaluados sobrepasa los valores establecidos por los límites máximos permitidos (LMP), los resultados obtenidos demuestran que la calidad de agua va disminuyendo a medida que el río recorre la trayectoria de su cauce, debido a la alta carga contaminante producto del vertimiento de aguas residuales y a la disminución de su capacidad de autodepuración.

Robledo (2023) evaluó el índice de calidad de agua ICA-NSF en las microcuencas del Parque Nacional Río Dulce, destacando desafíos como el desarrollo inmobiliario y el aumento poblacional, que contribuyen a vertidos no regulados de aguas residuales. Se empleó el ICA-NSF para evaluar la calidad del agua del Río Dulce, georreferenciando doce estaciones de muestreo en sus tributarios principales. Tras análisis de parámetros como coliformes fecales, pH, demanda bioquímica de oxígeno, nitratos, fósforo, temperatura, turbidez, sólidos totales disueltos y oxígeno disuelto, se determinó que el ICA-NSF varió entre 71 y 90, indicando una calidad buena pero no apta para consumo humano directo. Coliformes fecales y sólidos totales disueltos fueron críticos en la disminución del ICA-NSF. Se recomienda un proceso de potabilización del agua del Río Dulce antes de su consumo humano.

Méndez y otros (2020) evaluaron el índice de calidad del agua (NSF) en el río Copueno, cantón Morona, provincia de Morona Santiago. Monitorearon tres estaciones de la micro-cuenca durante octubre, noviembre, diciembre de 2019 y enero de 2020, midiendo parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Utilizaron el software IQA Data para identificar los principales factores que afectan la calidad del agua. Encontraron que las estaciones de muestreo tuvieron índices promedio diferentes: la estación 1 tuvo 71.68 (buena), la estación 2 registró 59.99 (regular) y la estación 3 obtuvo 41.02 (mala). La calidad del agua del río Copueno se ve gravemente afectada por descargas de aguas residuales en diversas áreas, reflejando deficiencias en las políticas públicas de regulación ambiental.

Martínez y Sangui (2022) evaluaron la calidad del agua del río Quero utilizando el índice de calidad de agua ICA-NSF, destacando la falta de tratamiento de aguas residuales después del consumo humano antes de su descarga al río. Realizaron una investigación exploratoria, longitudinal, cualitativa, cuantitativa y comparativa en tres zonas: antes, dentro y después de la zona poblada. Analizaron componentes fisicoquímicos y bacteriológicos comparándolos con los estándares ecuatorianos. Utilizaron diagramas de Stiff, Piper y Schoeller para análisis hidroquímicos de iones. El estudio se realizó durante cuatro meses en 2021, cubriendo períodos de alto y bajo caudal. Concluyeron que la calidad del agua del río Quero es regular según el ICA-NSF, encontrando parámetros fuera de los límites normativos ecuatorianos, variando según la zona de muestreo. Observaron incrementos en contaminantes durante períodos de alto caudal y cambios en la composición química hacia aguas bicarbonatadas mixtas.

De acuerdo con Saravia (2017), en su investigación se evaluó el índice de calidad del agua (ICA-NSF) para consumo humano en los ríos Teocinte y Acatán, que

abastecen a la planta de tratamiento de agua Santa Luisa, zona 16. Los puntos de muestreo considerados fueron Teocinte 18”, Teocinte 20” y Acatán. Los valores asignados a cada parámetro del ICA-NSF fueron: oxígeno disuelto (0.17), coliformes fecales (0.15), pH (0.12), DBO5 (0.10), nitratos (0.10), fosfatos (0.10), temperatura (0.10), turbiedad (0.08) y sólidos totales (0.08). Los resultados arrojaron que el río Teocinte presentó un valor de ICA de 45.26, lo que lo ubica en el límite de la categoría de mala calidad, reflejando baja diversidad acuática y presencia de contaminación, aunque aún puede ser tratada para consumo humano. En cambio, el río Acatán obtuvo un ICA de 55.35, clasificándose en el rango de calidad media, caracterizado por menor diversidad de organismos y proliferación frecuente de algas, pero igualmente apta para su tratamiento y posterior consumo.

2.1.2. Antecedentes Nacionales.

Quispe y Villa (2022) estudiaron la variación del índice de calidad de agua (ICA-NSF) en el río Ichu en Huancavelica. Se establecieron seis puntos de muestreo considerando los distintos usos del agua, con tres repeticiones. Las muestras fueron recolectadas con frascos de vidrio esterilizados y trasladadas al laboratorio para análisis físico, químico y biológico. La temperatura varió entre 14-18 °C, el pH estuvo dentro del rango permisible (6.5-8.5), y los sólidos disueltos no superaron 1000 mg/L. Sin embargo, el oxígeno disuelto disminuyó en zonas urbanas, la demanda bioquímica de oxígeno y la turbidez superaron los límites establecidos. Los nitratos y fosfatos excedieron los niveles permitidos en puntos dentro de la ciudad. Los coliformes fecales fueron elevados, indicando contaminación. Se concluyó que el agua del río Ichu no cumple con los estándares de calidad para consumo sin tratamiento, clasificándose como de mala calidad (26-50 ICA-NSF, escala naranja).

Salas (2022) realizó un análisis comparativo del ICA-NSF y un índice diseñado para la microcuenca de Cachimayo en Cusco, afectada por modificaciones antrópicas. Se evaluaron parámetros de calidad del agua según los estándares ambientales (ECA). Mientras el ICA-NSF usa nueve indicadores, el ICA diseñado considera 12, incluyendo amoníaco y conductividad eléctrica. Se seleccionaron dos puntos de muestreo, en la parte alta y baja del río, siguiendo protocolos de la ANA. Se aplicaron técnicas físicas, químicas y biológicas para el análisis. Los resultados mostraron un ICA-NSF promedio de 73.69, clasificando el agua como buena. Sin embargo, el ICA diseñado arrojó 67.88, indicando una calidad regular, requiriendo tratamiento para ciertos usos.

2.1.3. Antecedentes Locales.

Marin (2023) evaluó los parámetros fisicoquímicos de la laguna de Yarinacocha, en la Amazonía peruana, entre mayo y agosto de 2021, para determinar su nivel de contaminación. Se establecieron dos puntos de muestreo: ME-1 en la entrada de la laguna y MS-2 en la salida. La recolección de muestras siguió los protocolos de la ANA (2016) y el laboratorio SAG. Los parámetros pH, aceites y grasas, conductividad y nitrógeno amoniacal cumplieron con los estándares del D.S. N° 004-2017-MINAM en ambos puntos. Sin embargo, el oxígeno disuelto y sólidos suspendidos totales solo cumplieron en MS-2. El fósforo total, nitrógeno total y la demanda bioquímica de oxígeno no cumplieron en ninguno de los puntos. Según el índice ICA-CCME, ME-1 se clasificó como regular (ICA=64) y MS-2 como favorable (ICA=78.73).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Calidad de agua

Agentes contaminantes: Los patógenos, como bacterias, virus, protozoarios y helmintos, son responsables de la transmisión de enfermedades infecciosas tales como cólera, tifus, disentería, gastroenteritis, hepatitis, poliomielitis y esquistosomiasis. Estos agentes representan un riesgo significativo para la salud, ya que pueden generar elevadas tasas de morbilidad y mortalidad si no se aplican medidas adecuadas de higiene, desinfección o búsqueda de fuentes alternativas de agua de mejor calidad (ANA, 2018).

Parámetros Microbiológicos:

Los coliformes termotolerantes (fecales) constituyen un indicador de contaminación fecal en cuerpos de agua superficiales, generalmente originada por descargas domésticas sin tratamiento hacia ríos y quebradas, así como por la disposición inadecuada de residuos sólidos en los cauces (ANA, 2018). Entre ellos, la Escherichia coli representa la mayor parte de la flora comensal aerobia y anaerobia facultativa del tracto digestivo humano y es excretada al medio externo a través de las heces. Su presencia en agua y alimentos no es inusual, dado que puede sobrevivir por periodos variables en el ambiente; por ello, su detección se utiliza como un indicador de contaminación fecal reciente. Además, esta bacteria puede ocasionar procesos patológicos, tales como diarreas, cuadros intestinales e infecciones extraintestinales diversas (IDEAM, 2007).

Parámetros Físico químicos

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) se utiliza como indicador del oxígeno equivalente al contenido de materia orgánica presente en el agua. Es un parámetro relevante que puede medirse con rapidez para identificar la contaminación de cuerpos de agua superficiales ocasionada por aguas residuales domésticas, descargas

industriales de origen orgánico y efluentes de plantas de tratamiento con alta carga de materia orgánica (ANA, 2018).

El Oxígeno Disuelto (OD) constituye un parámetro esencial para evaluar la calidad de las aguas superficiales, ya que proviene tanto del intercambio con la atmósfera como de la actividad fotosintética de los organismos acuáticos. Su medición es fundamental, pues refleja la capacidad de autorrecuperación de un curso de agua y la viabilidad de la vida acuática en él (ANA, 2018).

Los Sólidos en Suspensión pueden generar acumulación de sedimentos y condiciones anaerobias cuando se descargan aguas residuales sin tratamiento en ecosistemas acuáticos, afectando la calidad del medio y los procesos biológicos (ANA, 2018).

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mide la cantidad de oxígeno que los microorganismos requieren para degradar o estabilizar la materia orgánica bajo condiciones aeróbicas. Este parámetro refleja la carga orgánica biodegradable y se determina a partir de los procesos de oxidación natural (ANA, 2018).

Finalmente, el pH en aguas naturales de cuencas no alteradas por la actividad humana está influenciado por las características geológicas y regulado por el equilibrio dióxido de carbono-bicarbonato-carbonato. Generalmente, en la mayoría de los cuerpos de agua, sus valores oscilan entre 6,5 y 8,5, influenciados por la turbulencia y aireación (ANA, 2018).

Metales:

Los metales pesados suelen incorporarse a las aguas residuales como consecuencia de diversas actividades industriales y comerciales. Su eliminación

resulta necesaria cuando se busca reutilizar el agua, debido a los riesgos que representan para la salud y el ambiente (ANA, 2018).

Los pesticidas se emplean en el control de plagas y vectores de enfermedades como mosquitos, garrapatas, ratas y ratones—, y en la agricultura para reducir la proliferación de malezas, insectos y enfermedades en los cultivos. Existen múltiples categorías, cada una con funciones específicas: alguicidas (control de algas), antimicrobianos y desinfectantes (control de bacterias y virus), fungicidas (control de hongos como moho, mildiu y óxido), herbicidas (eliminación de malezas), insecticidas (control de insectos) y rodenticidas (eliminación de roedores) (EPA, 2024).

El nitrógeno total constituye un parámetro fundamental, pues actúa como nutriente esencial para las plantas, pero su presencia en aguas superficiales suele provenir de vertidos domésticos sin tratamiento. Su exceso puede ocasionar procesos de eutrofización y nitrificación, aumentando la concentración de nitratos y generando riesgos de contaminación para los consumidores. Además, favorece el crecimiento de algas y provoca una mayor demanda de oxígeno disuelto al ser oxidado por bacterias nitrificantes, lo que compromete la calidad del agua (ANA, 2018).

2.2.2. Lagunas

La principal característica de una laguna es que se encuentra separada del océano por una barrera física natural. El término proviene del italiano laguna, utilizado originalmente para referirse a las aguas que rodean a Venecia. Una laguna suele contener agua dulce y presenta menor extensión que un lago, localizándose con frecuencia próxima a un cuerpo de agua mayor, como el mar u océano (GEOenciclopedia, 2022).

En el caso de los lagos, estos presentan diferentes zonas ecológicas:

- Zona litoral: corresponde a las orillas y está conformada por vegetación y fauna de mayor tamaño.
- Zona limnética: incluye las aguas superficiales, donde predominan fitoplancton y zooplancton.
- Zona profunda: caracterizada por la ausencia de vegetales debido a la falta de penetración de la luz solar; en ella habitan únicamente animales.

La producción primaria de estos ecosistemas depende de la composición química de la cuenca y de los aportes provenientes de afluentes o del fondo. Los lagos someros tienden a ser más productivos, mientras que a mayor profundidad la fertilidad disminuye.

De acuerdo con la abundancia de nutrientes como fosfatos y nitratos, los lagos se clasifican en:

Eutróficos: contienen altas concentraciones de nutrientes, lo que favorece la proliferación de algas. Su descomposición consume oxígeno en procesos aeróbicos, y en ausencia de este, ocurren procesos anaeróbicos que liberan sulfuros y gases de mal olor, provocando condiciones desfavorables y baja biodiversidad acuática.

Oligotróficos: presentan bajas concentraciones de nutrientes, por lo que las algas no se desarrollan excesivamente. Sus aguas son claras, con buena penetración de luz, alto contenido de oxígeno y flora y fauna característica de ambientes bien oxigenados, como truchas y larvas de libélulas.

2.3. Actividades agrícolas y su efecto en la calidad del agua

La agricultura, al ser el mayor consumidor de agua dulce a nivel global y uno de los principales responsables de la degradación de los recursos hídricos

superficiales y subterráneos producto de la erosión y de la escorrentía de contaminantes químicos, constituye una de las mayores preocupaciones por su impacto negativo en la calidad del agua a escala mundial (Ongley, 1997).

Tabla 1 Clases de contaminación de procedencia no localizada (las categorías señaladas en negrita hacen referencia a actividades agrícolas.)

Fuente	Origen	Contaminantes
Agricultura Corrales de engorde Riego Cultivo Pastos Granjas de producción de l eche Huertos Acuicultura	La escorrentía agrícola constituye una fuente significativa de contaminación tanto en aguas superficiales como subterráneas. En regiones de climas fríos, este problema se agrava debido a la escorrentía proveniente de tierras congeladas, especialmente cuando se aplican fertilizantes durante el invierno. Asimismo, prácticas como el lavado de hortalizas en aguas contaminadas —frecuente en países en desarrollo— incrementan el riesgo de transmisión de contaminantes a los alimentos. A esto se suma la acuicultura, que, debido a su crecimiento acelerado, se ha convertido en una fuente relevante de polución en diversos países. Por otra parte, el agua de riego aporta sales, nutrientes y plaguicidas, mientras que los sistemas de drenaje subterráneo facilitan el arrastre de sustancias lixiviadas, como el nitrógeno, hacia cuerpos de agua superficiales.	Fósforo, nitrógeno, metales, agentes patógenos, sedimentos, plaguicidas, sal, DBO1, oligoelementos (por ejemplo, selenio).
Silvicultura	El incremento del volumen de escorrentía está directamente asociado a la alteración de los suelos, siendo la tala de bosques para fines de urbanización una de las principales causas de los impactos negativos generados.	Sedimentos, plaguicidas
Descarga de desechos líquidos	La descarga de desechos líquidos proviene de diversas fuentes, entre ellas los efluentes municipales, los lodos cloacales, los vertidos industriales y las aguas residuales generadas por sistemas sépticos domésticos. Estas descargas se realizan tanto en terrenos agrícolas como en cuerpos de agua, ya sea de manera legal o ilegal, constituyendo una fuente significativa de contaminación.	Agentes patógenos, metales, compuestos orgánicos.
Zonas urbanas Residenciales Comerciales Industriales	La escorrentía urbana proviene de superficies impermeables como techos, calles y estacionamientos, generando una sobrecarga en las plantas de tratamiento que reciben aguas de alcantarillado o, en muchos casos, siendo vertida directamente en los cuerpos receptores sin tratamiento previo. A ello se suma que algunas industrias y comercios descargan sus residuos en los drenajes pluviales y canaletas,	Fertilizantes, grasas y aceites, materias fecales y agentes patógenos, contaminantes orgánicos (por ejemplo, HAP2 y BCP3), metales pesados, plaguicidas, nutrientes, sedimentos, sales, DBO, DQO4, etc.

	incrementando la contaminación. Otras prácticas, como la limpieza de calles y el uso de sal en carreteras, también aportan contaminantes que afectan tanto a las aguas superficiales como subterráneas.	
Sistemas de alcantarillado rural	Sobrecarga y perturbación de los sistemas técnicos, lo que da lugar a escorrentía superficial y/o infiltración directa en las aguas subterráneas.	Fósforo, nitrógeno, agentes patógenos (materias fecales).

Fuente: International Joint Commission, 1974

En la mayor parte de los países industrializados, las actividades de lucha contra la contaminación del agua se han orientado generalmente al control de las fuentes localizadas.

Tabla 2 *Causas principales de deterioro de la calidad del agua en los Estados Unidos*

Orden de importancia	Ríos	Lagos	Estuarios
1	Agricultura	Agricultura	Fuentes localizadas municipales
2	Fuentes localizadas municipales	Alcantarillas de agua de lluvia/escorrentía urbana	Alcantarillas de agua de lluvia/escorrentía urbana
3	Alcantarillas de agua de lluvia/escorrentía urbana	Modificación hidrológica/del hábitat	**Agricultura**
4	Extracción de recursos	Fuentes localizadas municipales	Fuentes localizadas industriales
5	Fuentes localizadas industriales	Descarga de aguas residuales in situ	Extracción de recursos

Fuente (FAO,2024)

Tabla 3 Porcentaje de la longitud de los ríos y superficie de los lagos evaluados donde se han observado efectos ecológicos negativos

Fuente de contaminación	Ríos (%)	Lagos (%)
Agricultura	72	56
Fuentes localizadas municipales	15	21
Alcantarillas de agua de lluvia/escorrentía urbana	11	24
Extracción de recursos	11	
Fuentes localizadas industriales	7	
Silvicultura	7	
Modificación hidrológica/del hábitat	7	23
Descarga de aguas residuales in situ		16
Modificación del caudal		13

Fuente (FAO,2024)

La calificación de la agricultura como principal agente de contaminación aparece claramente señalada en las estadísticas. Nada menos que el 72 por ciento de la longitud de los ríos evaluados y el 56 por ciento de la superficie de los lagos incluidos en el estudio acusan los efectos contaminantes de la agricultura.

2.4. Definición de términos básicos

- **Antropogénica:** Provocado por la actividad humana o resultado de ella (ESRI, 2024).
- **Calidad del agua:** La calidad del agua puede definirse como aquellos factores que describe las características químicas, físicas y biológicas del agua, dependiendo del uso que le vayamos a dar (ANA,2016).
- **Contaminación:** La contaminación es la introducción de un contaminante en un ambiente natural que causa inestabilidad, desorden, daño o malestar en un ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo. Por lo general, las consecuencias de la contaminación se derivan fundamentalmente de la actividad humana (AQYUAE, 2021).
- **Eutrofización:** El exceso de nutrientes en un medio acuático puede desencadenar efectos adversos en las masas de agua afectadas (MITECO, 2022).
- **Laguna:** parece provenir de la palabra laguna, tomada del idioma italiano, y que originalmente se refería a las aguas circundantes de Venecia (GEOenciclopedia, 2022).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Metodología y técnicas utilizadas

3.1.1. Tipo de investigación

Este estudio se clasifica como una investigación básica, ya que se centró en el análisis de la calidad del agua de la laguna Pucallpillo, evaluando los efectos de las actividades agrícolas en su composición. A través de la recolección y análisis de datos sobre parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, se asignó una calificación de la calidad del agua, basándose en los resultados obtenidos durante el estudio. El propósito de esta investigación fue comprender el impacto de las prácticas agrícolas sobre la calidad del agua en la laguna Pucallpillo, ubicándose en el distrito de Manantay, Ucayali, en 2024. Este enfoque permitió identificar los principales contaminantes provenientes de las actividades agrícolas y su relación con la variabilidad en los índices de calidad del agua, aportando información clave para la gestión ambiental y el manejo de recursos hídricos en la región.

3.1.2. Nivel de investigación

Este estudio se clasifica como una investigación básica de tipo descriptiva, ya que su objetivo fue caracterizar la calidad del agua de la laguna Pucallpillo, evaluando específicamente los efectos de las actividades agrícolas en la zona. A través de la recolección de datos sobre diversos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, se describió el estado actual del agua, asignando una calificación a su calidad según los resultados obtenidos. El estudio se centró en el periodo de 2024 en el distrito de Manantay, Ucayali, y permitió identificar la presencia de contaminantes derivados de las prácticas agrícolas, describiendo su influencia en los cambios de la calidad del

agua. Este enfoque descriptivo proporciona una visión detallada y precisa de la situación ambiental, contribuyendo a la comprensión de los efectos de las actividades humanas sobre los recursos hídricos de la región.

3.1.3. Diseño de la investigación

Este estudio se enmarca dentro de una investigación básica con un diseño no experimental, ya que se centró en la observación y descripción de los efectos de las actividades agrícolas sobre la calidad del agua de la laguna Pucallpillo, sin manipular variables. En lugar de realizar intervenciones controladas, se recolectaron datos naturales y se realizó un análisis descriptivo de la calidad del agua a través de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. El estudio, realizado en 2024 en el distrito de Manantay, Ucayali, permitió observar cómo las actividades agrícolas influencian la composición del agua, sin alterar las condiciones originales del entorno. Este diseño no experimental proporcionó una visión clara y objetiva de la realidad, contribuyendo a la comprensión de los impactos de las prácticas agrícolas sobre los recursos hídricos en la región.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población de la presente investigación está compuesta por las aguas superficiales de la laguna de Pucallpillo. Situada en el distrito de Manantay, en la provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, esta laguna está rodeada de paisajes típicos del llano amazónico, con terrazas bajas tanto inundables como no inundables. Su nombre es una variante diminutiva de Pucallpa y se formó cuando el curso del río Ucayali cambió, creando un extenso espejo de agua que cubre aproximadamente 370 hectáreas. Su ancho varía entre 300 y 500 metros, con una profundidad de unos 10 metros. Las aguas de la laguna provienen de las zonas bajas

de la floresta, y su color varía de oliva a café parduzco, con una mayor permeabilidad lumínica dependiendo de la época del año. La laguna alberga una gran variedad de peces como boquichico (Prochilodus nigricans), palometa (Mylossoma albiscopum), bagre (Pimelodus blochii), sardina (Triportheus angulatus), entre otros. También se pueden observar diversas aves, incluyendo garzas blancas (Ardea alba), garzas cenizas (Ardea herodias), shararas (Anhinga anhinga), tuki tuki (Jacana Jacana), y patos silvestres (Cairina Moschata). En las orillas de la laguna se encuentran asentamientos mestizos como Pucallpillo, con 240 habitantes organizados en 80 familias, y cuyo puerto está ubicado junto a la laguna, cerca de la entrada del río Ucayali. La laguna es un excelente destino para la observación de aves y ofrece diversas actividades turísticas, tales como pesca, paseos en canoa, caminatas por la selva y pesca deportiva, entre muchas otras. (MINCETUR, 2023).

3.2.2. Muestra

La muestra es de tipo no probabilística, el tipo de muestreo fue de tipo intencional a criterio del investigador, tomando como referencia el capítulo para Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales del Protocolo Nacional de Monitoreo de calidad de los Recursos Hídricos (ANA,2016), en el ítem 6.3 sub ítem c, indica que la ubicación de puntos de monitoreo fueron la naciente, medio del cuerpo, en centros poblados y en la desembocadura de una laguna, por tanto, se determinó 4 puntos de monitoreo, de las cuales se recolectará en un total de 20 litros de agua, volumen requerido para el análisis de laboratorio. Los puntos de monitoreo se aprecian en el siguiente mapa de la laguna de Pucallpillo.

Figura 1 Mapa de Ubicación de puntos de monitoreo de la laguna de Pucallpillo



3.2.3. Técnicas de recolección de datos

3.2.3.1. Materiales, equipos e insumos

Materiales: los materiales sutilizados son guantes, Cooler, gotero, bata, baso precipitado, ice pack, balde de 20 litros, jarra y plumones indelebles.

Equipos: los equipos a utilizar en campo fueron el multiparámetro, colorímetros y cama fotográfica.

Insumos: los insumos a utilizar fueron estándar de multiparámetro y agua destilada.

3.2.3.2. Procedimiento de la investigación

3.2.3.2.1. Monitoreo de calidad de agua

Se siguió el procedimiento del ANA (2016), en el Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, la planificación del monitoreo se llevó a cabo en una oficina, con el objetivo de diseñar el trabajo y definir el alcance de la evaluación del recurso hídrico. Esto incluye la determinación de los puntos de monitoreo, el acceso al lugar, la verificación de la ubicación de la zona de muestreo, y la identificación de los puntos de monitoreo mediante el uso de

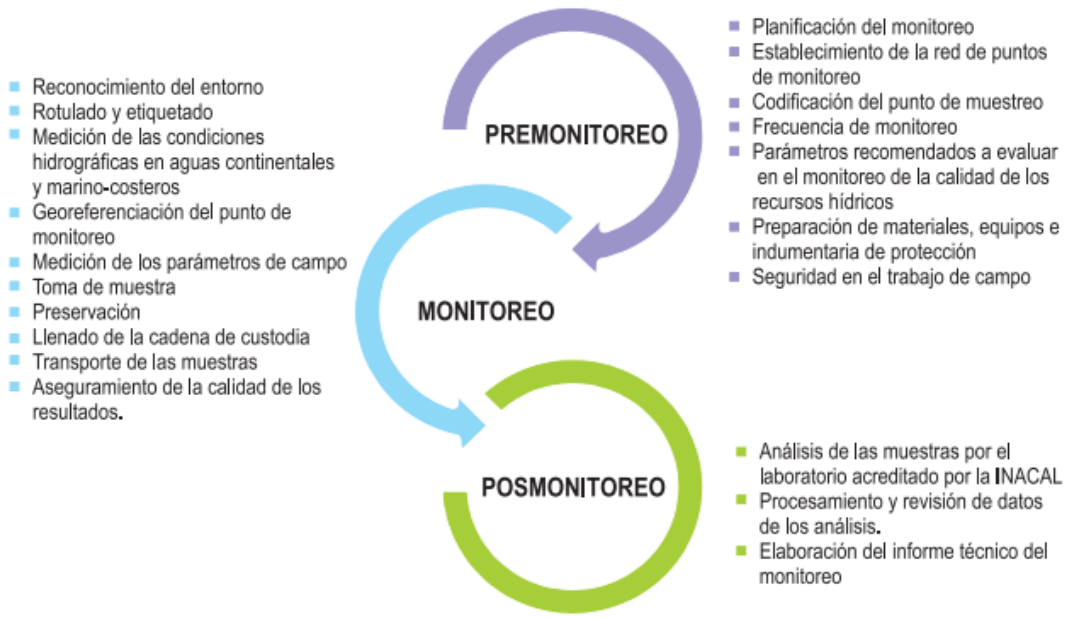
herramientas informáticas. También se establecen los parámetros a evaluar, los equipos, materiales, reactivos, formatos de campo, y la logística necesaria para el análisis. Para ello, se basan en los parámetros mínimos recomendados por el Estándar de Calidad del Agua (ECA):.

Tabla 4 Parámetros mínimos recomendado para el monitoreo de la calidad del agua superficial.

Parámetros	***Categoría 1***	***Categoría 2***	***Categoría 3***	***Categoría 4 Ríos, Lagunas y Lagos***	***Categoría 4 Ecosistemas marino-costeros***
Parámetros de campo	pH, T, Cond, OD	pH, T, OD	pH, T, Cond, OD	pH, T, Cond, OD	pH, T, OD
Parámetros químico - físico	DBO5, AyG, N-NO2, N-NH2, P, METALES (Al, As, B, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn)	DBO5, AyG, N-NO2, P, Sulfuros, METALES (Al, B, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)	DBO5, AyG, N-NO2, Sulfuros, METALES (Al,As, B, Ba, Cd, Cr, Cu,Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn)	DBO5, AyG, N-NO2, N-NH4, P, METALES (Al,As, B, Ba, Cd, Cr, Cu,Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn)	DBO5, AyG, N-NO2, N-NH4, P, METALES (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn)
Parámetros Microbiológicos	Coliformes termotoloesantes, Escherichia Coli, Organismos de Vida Libre	Coliformes termo tolerantes	Coliformes termotoloesantes, Escherichia Coli, Huevos y Larvas de Helmintos	Coliformes termo tolerantes	

Para tal se seguido el siguiente procedimiento:

Figura 2 Procedimiento para la planificación, monitoreo y análisis de calidad del agua



Las muestras fueron enviadas en cumplimiento con el protocolo, aun laboratorio acreditado por INCAL, al laboratorio Inspection & Testing Services del Perú, el cual fue analizado en marco de las normas acreditadas. Ver certificados en el Anexo 3.

3.2.3.2.2. Procedimiento para la determinación del Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF)

Se siguió la propuesta del ANA (2018), donde es fundamental contar con una red de puntos de monitoreo distribuidos a lo largo del cuerpo de agua, para asegurar una cobertura espacial representativa de la zona en estudio. Se recomiendo realizar al menos cuatro (04) mediciones de cada uno de los parámetros a evaluar, en al menos cuatro (04) momentos diferentes. El procedimiento de trabajo para esto se detalla a continuación.

Figura 3 Procedimiento de trabajo para determinar el ICA-NSF (ANA, 2018)



Figura 4 Procedimiento de Cálculo para el ICA-NSF



3.2.3.2.3. Cálculo del Índice de Calidad de Agua (ICA-PE)

Para la determinación del índice de calidad de agua se aplica la fórmula canadiense8, que comprende tres factores (alcance, frecuencia y amplitud), lo que resulta del cálculo matemático un valor único (entre 0 y 100), que va representar y

describir el estado de la calidad del agua de un punto de monitoreo, un curso de agua, un río o cuenca (ANA, 2018).

La definición y determinación de estos tres factores se describen a continuación:

F_1 - Alcance: representa la cantidad de parámetros de calidad que no cumplen los valores establecidos en la normativa, Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA- Agua) vigente, respecto al total de parámetros a avaluar:

$$F_1 = \frac{Número\ de\ parámetros\ que\ no\ cumplen\ los\ ECA\ -\ Agua}{Número\ Total\ de\ parámetros\ a\ evaluar}$$

F_2 - Frecuencia: representa la cantidad de datos que no cumplen la normativa ambiental (ECA- Agua) respecto al total de datos de los parámetros a evaluar (datos que corresponden a los resultados de un mínimo de 4 monitoreos).

$$F_2 = \frac{Número\ de\ los\ parámetros\ que\ NO\ cumplen\ el\ ECA\ -\ Agua\ de\ los\ Datos\ Evaluados}{(Número\ Total\ de\ Datos\ Evaluados)}$$

Donde:

Datos = Resultados de los monitoreos

F_3 - Amplitud: es una medida de la desviación que existe en los datos, determinada por la suma normalizada de excedentes, es decir los excesos de todos los datos respecto al número total de datos.

$$F_3 = \frac{Suma\ Normalizada\ de\ Excedentes}{Suma\ Normalizada\ de\ Excedentes + 1} * 100$$

Una vez obtenido el valor de los factores (F1, F2, y F3) se procede a realizar el Cálculo del Índice de Calidad de Agua, siendo este la diferencia de 100 y la raíz

cuadrada del promedio de los cuadrados de los tres (03) factores, F1, F2 y F3; valor que se presenta en un rango de 100, como un ICA de excelente calidad a 0, como valor que representa un ICA de pésima calidad.

Se expresa en la siguiente ecuación:

$$ICA - PE = 100 - \sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}}$$

Tabla 5 Interpretación de la Calificación ICA- PE.

ICA-PE	Calificación	Interpretación
90-100	Excelente	La calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.
75-89	Bueno	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
45-74	Regular	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
30-44	Malo	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
0-29	Pésimo	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento.

3.2.3.2.4. Clasificación de fuentes contaminantes

Se utilizó la descripción propuesta por el ANA (2018), donde las fuentes de contaminación originadas por actividades humanas pueden provenir de aguas

residuales de diversos tipos, como las generadas por la agricultura y la ganadería, el uso doméstico, la energía, los hospitales, la industria, la minería y la metalurgia, así como a nivel municipal. Además, incluyen residuos sólidos gestionados a nivel municipal y no municipal (tanto peligrosos como no peligrosos), así como sustancias vertidas directamente en los cuerpos de agua, como detergentes, jabones, cal, alimentos para peces, derrames furtivos, descargas y transferencia de combustibles, entre otros. Siendo las principales fuentes las descritas en la tabla 6.

Tabla 6 Tipos de fuentes contaminantes de origen

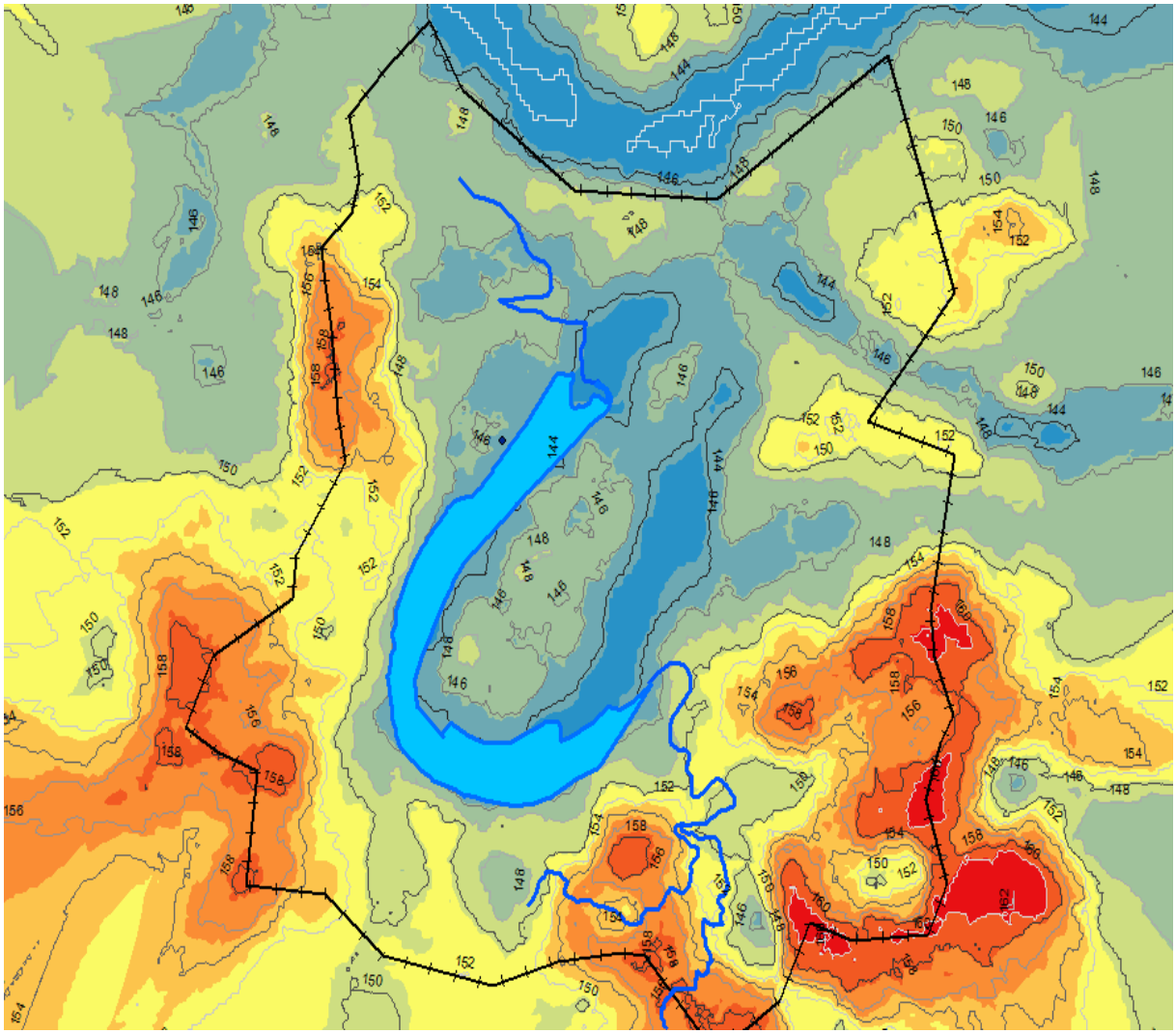
Fuente		
Origen	**Naturaleza**	**Tipo**
Natural	Aguas Naturales	Aguas minero medicinales (termal, mineral, termo mineral), procedentes de la degradación, aguas de drenaje pluvial
	Depósitos Naturales	Depósitos no minerales, de sal, de carbón
Antrópica	Aguas residuales	Agroindustrial, agropecuaria, domestica, energéticas, hospitalaria, industrial, minero – metalúrgica, municipal, de rechazo (salmuera), de limpieza y mixta.
	Residuos solidos	De gestión municipal, de gestión no municipal peligrosos, de gestión de municipal no peligrosos.
	Sustancias descargadas in situ	Procedente de lavado de : ropa, vehículos, agregados (no metálicos, material de acarreo). Cilindros, plásticos, alimentos, incorporación de alimentos

Fuente: (ANA, 2018).

3.2.3.2.5. Delimitación de la cuenca y los aportantes hídricos

Según el ANA (2012), en el Manual de delimitación de unidades hidrográficas, donde se utiliza una base de datos topográficos. Primero se identificó el drenaje o corriente según los niveles topográficos con la mayor exactitud posible, seguido se tomó la divisoria de cuencas, seguido se realizó la línea de delimitación de cuecas, así mismo se selecciona los flujos de las divisorias y se generó el perímetro de cuenca, obteniendo las cuencas y los aportantes al cuerpo de agua.

Figura 5 Delimitación de cuenca y aportantes hídricos



3.3. Tratamiento de datos

Los datos se procesaron estadísticamente mediante el programa MINITAB. Este enfoque se empleó para comparar los resultados promedio obtenidos en la laguna de Pucallpillo. El análisis se efectuó con un nivel de confianza del 95%, aceptando una hipótesis con una significancia menor a 0.05 y rechazando aquellas con una significancia mayor a 0.05, utilizando el método del ANOVA.

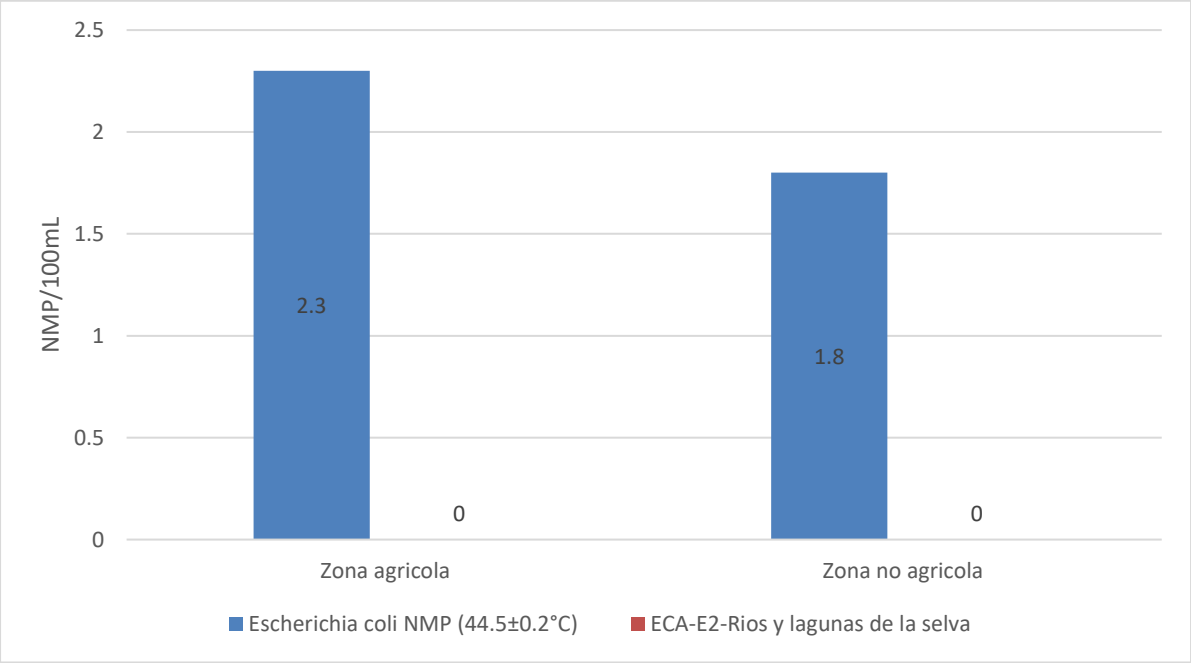
CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Influencia de las actividades agrícolas en la calidad del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay

4.1.1. Influencia de las actividades agrícolas en la calidad microbiológica de la laguna Pucallpillo

Figura 6 Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la presencia de *E.coli* en la laguna de Pucallpillo



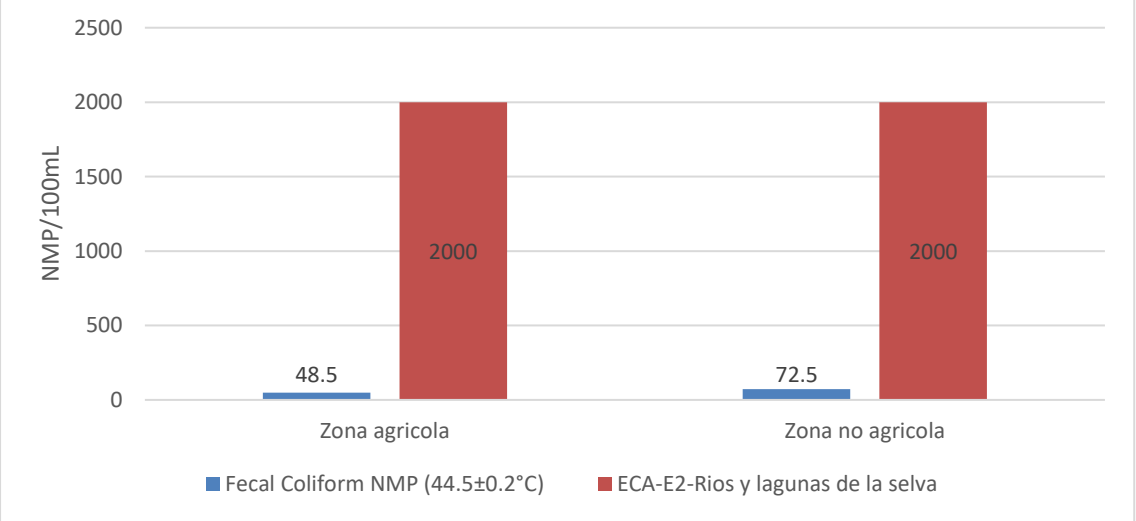
En la figura 6, se aprecia la Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la presencia de E.coli en la laguna de Pucallpillo, donde podemos ver que en las zonas con agricultura con 2.3 NMP/100mL de E.coli el cual es mayor en un 21% comparada con las zonas sin activados agrícolas con 1.8 NMP/100mL. Comparando con las Estándares de Calidad Ambiental del Agua en la sub categoría E2 de Conservación para ríos y lagunas de la selva, esta no presenta un límite establecido.

Tabla 7 Análisis de Varianza de la presencia de E.coli según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Zona	1	0.2500	0.2500	1.00	0.423
Error	2	0.5000	0.2500		
Total	3	0.7500			

En la tabla 7, se aprecia el Análisis de Varianza de la presencia de E.coli según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo, el valor F calculado es 1.00 , lo que indica que la variabilidad entre las zonas no es considerablemente mayor que la variabilidad interna. Además, el valor p es 0.423, lo que es mayor que el umbral común de 0.05, lo que sugiere que no existe diferencias entre las zonas que son estadísticamente significativas. Este análisis concluye que las actividades agrícolas en las distintas zonas de la laguna Pucallpillo no tienen un impacto notable en la presencia de E.coli en el agua.

Figura 7 Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la presencia de *Coliformes Fecales* en la laguna de Pucallpillo



En la figura 7, se aprecia la Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la presencia de Coliformes Fecales en la laguna de Pucallpillo, donde podemos ver que en las zonas con agricultura con 72.5 NMP/100mL de Coliformes Fecales el cual es mayor en un 33% comparada con las zonas sin activados agrícolas con 48.5 NMP/100mL. Comparando con las Estándares de Calidad Ambiental del Agua en la sub categoría E2 de Conservación para ríos y lagunas de la selva, esta presenta un límite de 2000 NMP/100Ml donde en ambas zonas se cumple.

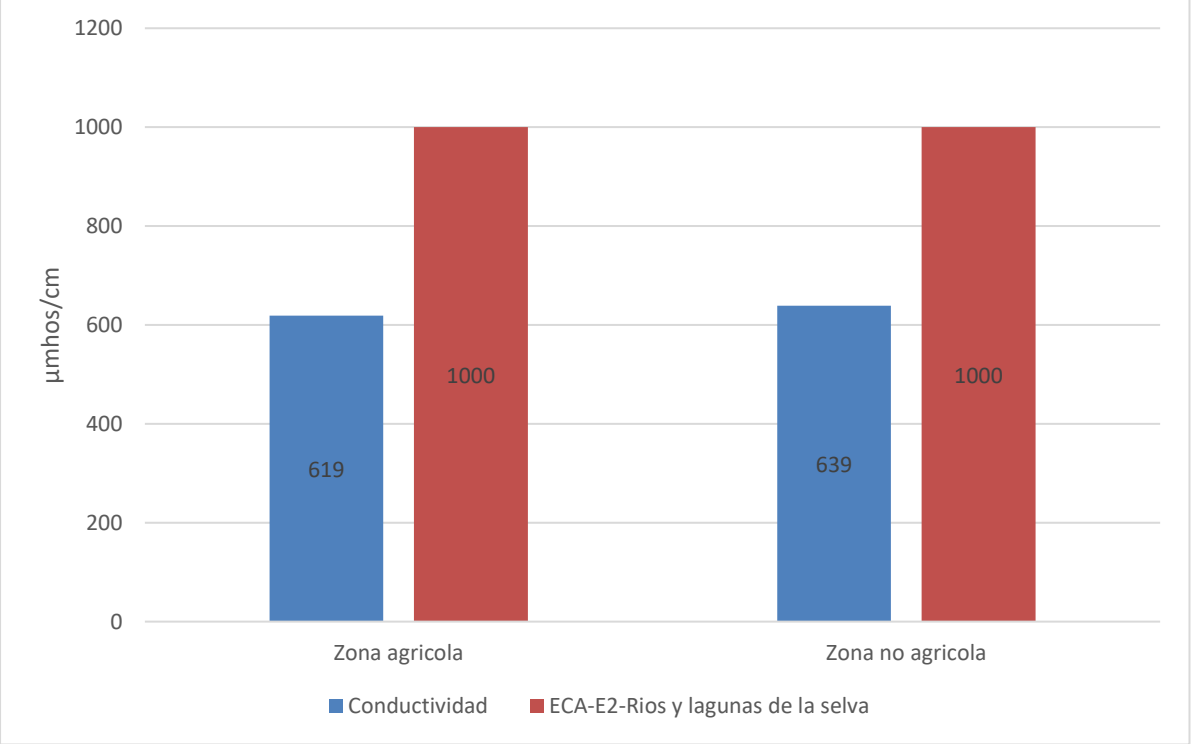
Tabla 8 Análisis de Varianza de la presencia de Coliformes Fecales según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Zona	1	570.0	576.0	0.48	0.560
Error	2	2405.0	1202.5		
Total	3	2981.0			

En la tabla 8, se aprecia el Análisis de Varianza de la presencia de Coliformes Fecales según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo, el valor F calculado es 0.48, lo que indica que la variabilidad entre las zonas no es considerablemente mayor que la variabilidad interna. Además, el valor p es 0.560, lo que es mayor que el umbral común de 0.05, lo que sugiere que no existe diferencias entre las zonas que son estadísticamente significativas. Este análisis concluye que las actividades agrícolas en las distintas zonas de la laguna Pucallpillo no tienen un impacto notable en la presencia de Coliformes Fecales en el agua.

4.1.2. Influencia de las actividades agrícolas en la calidad Fisicoquímica de la laguna Pucallpillo

Figura 8 Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración de la *Conductividad* en la laguna de Pucallpillo



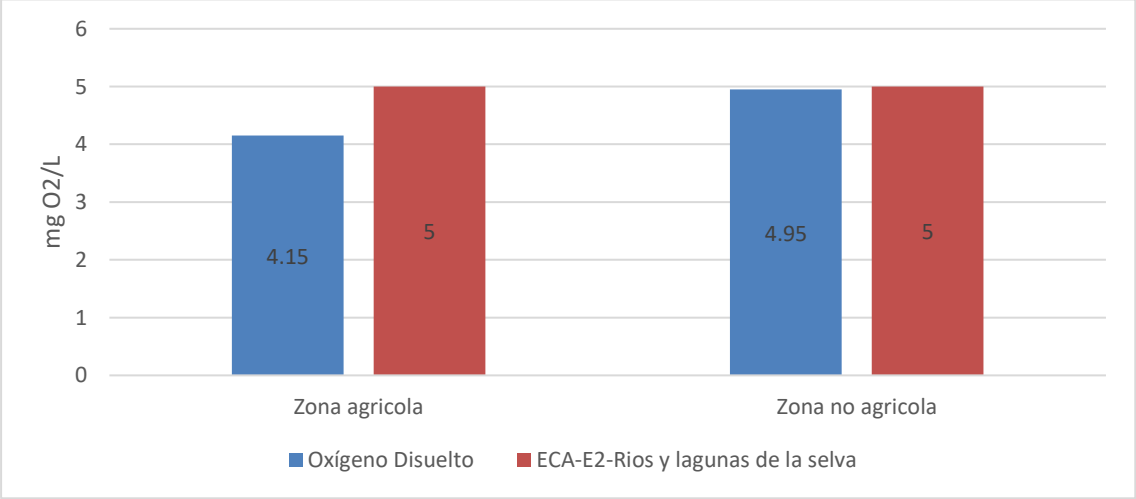
En la figura 8, se aprecia la Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración de la Conductividad en la laguna de Pucallpillo, donde podemos ver que en las zonas con agricultura con 619 µmhos/cm de Conductividad el cual es menor en un 3% comparada con las zonas sin activados agrícolas con 639 µmhos/cm. Comparando con las Estándares de Calidad Ambiental del Agua en la sub categoría E2 de Conservación para ríos y lagunas de la selva, esta presenta un límite de 1000 µmhos/cm donde en ambas zonas se cumple.

Tabla 9 Análisis de Varianza de la concentración de la Conductividad según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Zona	1	400.0	400.0	0.45	0.570
Error	2	1764.0	882.0		
Total	3	2164.0			

En la tabla 9, se aprecia el Análisis de Varianza de la concentración de la Conductividad según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo, el valor F calculado es 0.45, lo que indica que la variabilidad entre las zonas no es considerablemente mayor que la variabilidad interna. Además, el valor p es 0.570, lo que es mayor que el umbral común de 0.05, lo que sugiere que no existe diferencias entre las zonas que son estadísticamente significativas. Este análisis concluye que las actividades agrícolas en las distintas zonas de la laguna Pucallpillo no tienen un impacto notable en la concentración de la Conductividad en el agua.

Figura 9 Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración del *Oxígeno Disuelto* en la laguna de Pucallpillo



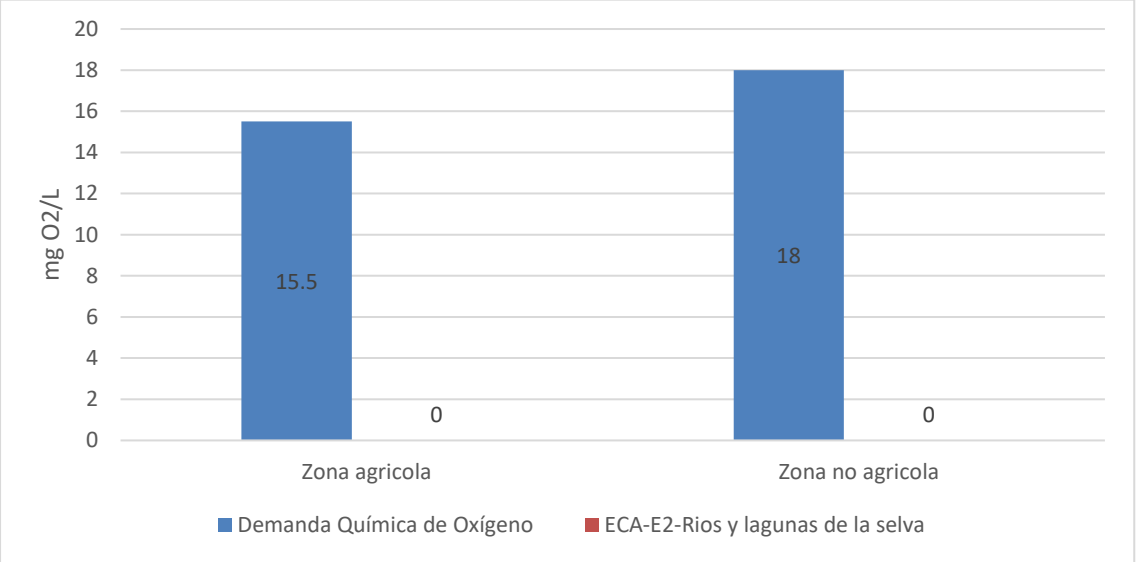
En la figura 9, se aprecia la Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración del Oxígeno Disuelto en la laguna de Pucallpillo, donde podemos ver que en las zonas con agricultura con 4.15 mg O2/L de *Oxígeno Disuelto* el cual es menor en un 16% comparada con las zonas sin activados agrícolas con 4.95 mg O2/L. Comparando con las Estándares de Calidad Ambiental del Agua en la sub categoría E2 de Conservación para ríos y lagunas de la selva, esta presenta un límite de 5 mg O2/L donde en ambas zonas no se cumple.

Tabla 10 Análisis de Varianza de en la concentración del Oxígeno Disuelto según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Zona	1	0.6400	0.64000	7.53	0.111
Error	2	0.1700	0.08500		
Total	3	0.8100			

En la tabla 10, se aprecia el Análisis de Varianza de en la concentración del Oxígeno Disuelto según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo, el valor F calculado es 7.53, lo que indica que la variabilidad entre las zonas no es considerablemente mayor que la variabilidad interna. Además, el valor p es 0.11, lo que es mayor que el umbral común de 0.05, lo que sugiere que no existe diferencias entre las zonas que son estadísticamente significativas. Este análisis concluye que las actividades agrícolas en las distintas zonas de la laguna Pucallpillo no tienen un impacto notable en la concentración del Oxígeno Disuelto en el agua.

Figura 10 Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración de la *Demanda Química de Oxigeno* en la laguna de Pucallpillo



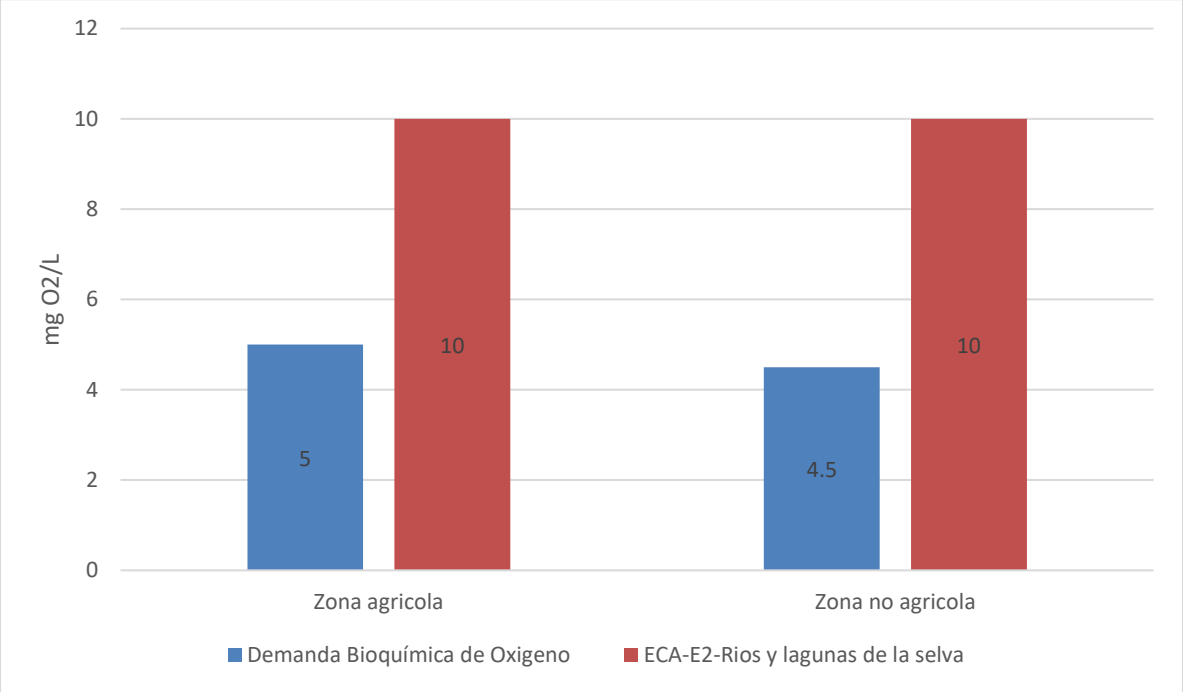
En la figura 10, se aprecia la Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración de la *Demanda Química de Oxigeno* en la laguna de Pucallpillo, donde podemos ver que en las zonas con agricultura con 15.5 mg O2/L de *Demanda Química de Oxigeno* el cual es menor en un 14 % comparada con las zonas sin activados agrícolas con 18 mg O2/L. Comparando con las Estándares de Calidad Ambiental del Agua en la sub categoría E2 de Conservación para ríos y lagunas de la selva, esta no presenta un límite establecido.

Tabla 11 Análisis de Varianza de en la concentración de la *Demanda Química de Oxigeno* según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F	Valor p	Valor
Zona	1	6.250	6.250	1.00	0.423	
Error	2	12.500	6.250			
Total	3	18.750				

En la tabla 11, se aprecia el Análisis de Varianza de en la concentración de la *Demanda Química de Oxigeno* según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo, el valor F calculado es 1.00, lo que indica que la variabilidad entre las zonas no es considerablemente mayor que la variabilidad interna. Además, el valor p es 0.423, lo que es mayor que el umbral común de 0.05, lo que sugiere que no existe diferencias entre las zonas que son estadísticamente significativas. Este análisis concluye que las actividades agrícolas en las distintas zonas de la laguna Pucallpillo no tienen un impacto notable en la concentración de la Demanda Química de Oxígeno en el agua.

Figura 11 Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración de la *Demanda Bio Química de Oxigeno* en la laguna de Pucallpillo



En la figura 11, se aprecia la Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración de la *Demanda Bio Química de Oxigeno* en la laguna de Pucallpillo, donde podemos ver que en las zonas con agricultura con 5 mg O2/L de *Demanda Bio Química de Oxigeno* el cual es mayor en un 10% comparada con las

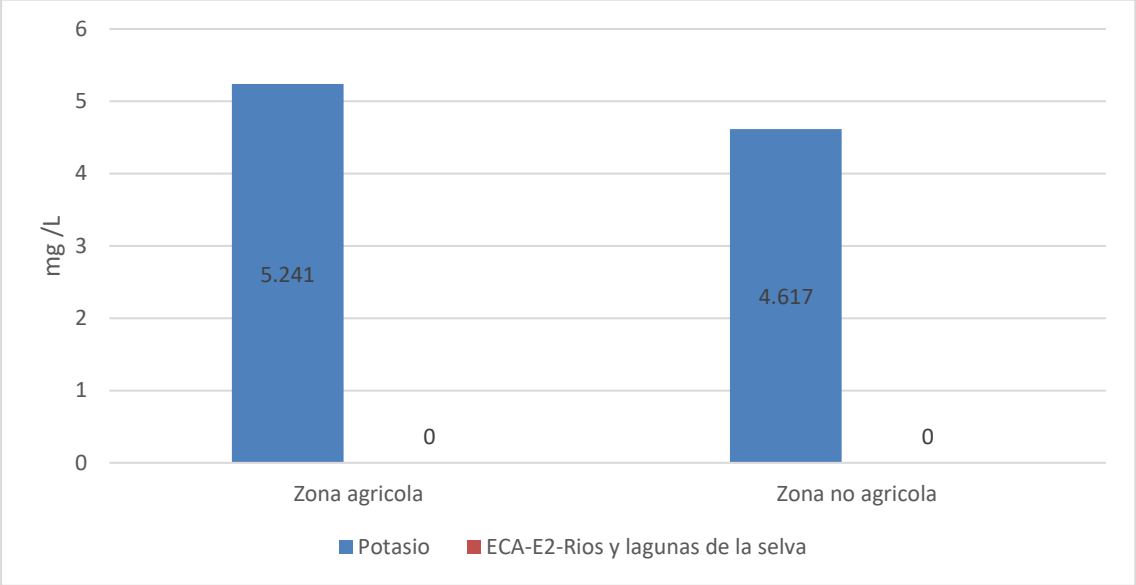
zonas sin activados agrícolas con 4.5 mg O2/L. Comparando con las Estándares de Calidad Ambiental del Agua en la sub categoría E2 de Conservación para ríos y lagunas de la selva, esta presenta un límite de 10 mg O2/L donde en ambas zonas se cumple.

Tabla 12 Análisis de Varianza de en la concentración de la *Demanda Bio Química de Oxigeno* según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F	Valor p	Valor
Zona	1	0.2500	0.2500	0.20	0.698	
Error	2	2.5000	1.2500			
Total	3	2.7500				

En la tabla 12, se aprecia el Análisis de Varianza de en la concentración de la Demanda Bio Química de Oxigeno según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo, el valor F calculado es 0.20, lo que indica que la variabilidad entre las zonas no es considerablemente mayor que la variabilidad interna. Además, el valor p es 0.698, lo que es mayor que el umbral común de 0.05, lo que sugiere que no existe diferencias entre las zonas que son estadísticamente significativas. Este análisis concluye que las actividades agrícolas en las distintas zonas de la laguna Pucallpillo no tienen un impacto notable en la concentración de la Demanda Bio química de Oxígeno en el agua.

Figura 12 Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración de *Potasio* en la laguna de Pucallpillo



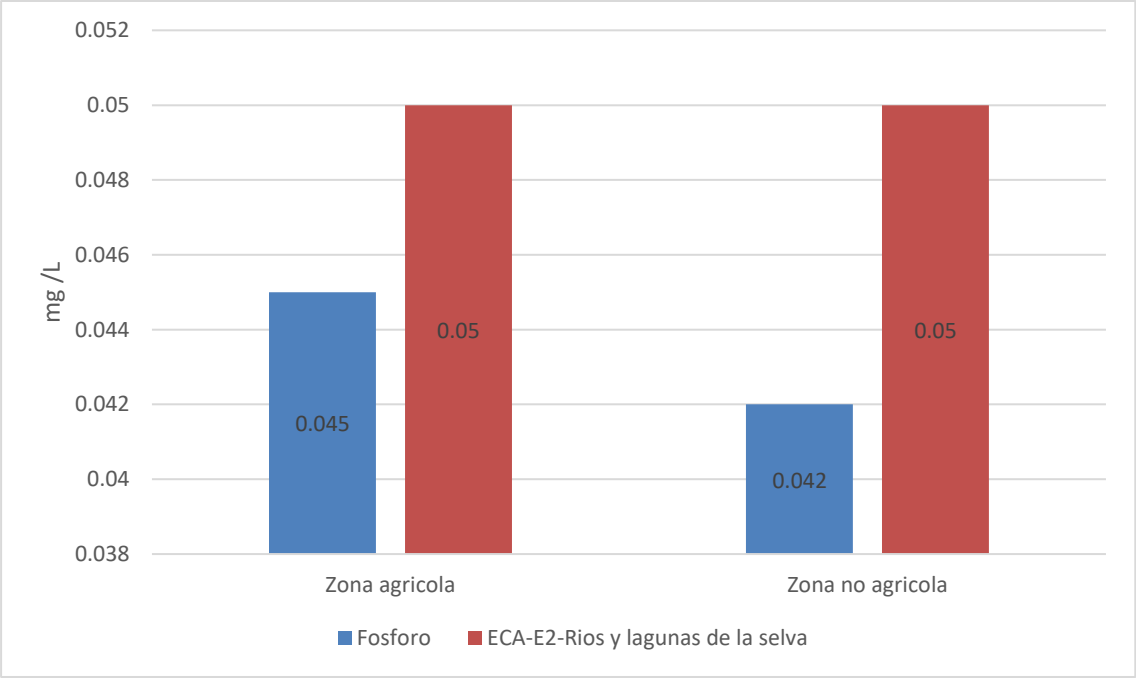
En la figura 12, se aprecia la Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración de Potasio en la laguna de Pucallpillo, donde podemos ver que en las zonas con agricultura con 5.241 mg/L de *Potasio* el cual es menor en un 12 % comparada con las zonas sin activados agrícolas con 4.617 mg /L. Comparando con las Estándares de Calidad Ambiental del Agua en la sub categoría E2 de Conservación para ríos y lagunas de la selva, esta no presenta un límite establecido.

Tabla 13 Análisis de Varianza de los niveles de Potasio según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F	Valor p
Zona	1	0.3894	0.3894	2.83	0.035
Error	2	0.2753	0.1376		
Total	3	0.6646			

En la tabla 13, se aprecia el Análisis de Varianza de los niveles de Potasio según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo, el valor F calculado es 2.83, lo que indica que la variabilidad entre las zonas no es considerablemente mayor que la variabilidad interna. Además, el valor p es 0.035, lo que es menor que el umbral común de 0.05, lo que sugiere que las diferencias entre las zonas son estadísticamente significativas. Este análisis concluye que las actividades agrícolas en las distintas zonas de la laguna Pucallpillo tienen un impacto notable en los niveles de Potasio en el agua.

Figura 13 Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración de *Fosforo* en la laguna de Pucallpillo



En la figura 13, se aprecia la Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración de *Fosforo* en la laguna de Pucallpillo, donde podemos ver que en las zonas con agricultura con 0.045 mg/L de *Fosforo* el cual es mayor en un 7% comparada con las zonas sin activados agrícolas con 0.042 mg /L. Comparando con las Estándares de Calidad Ambiental del Agua en la sub categoría E2 de

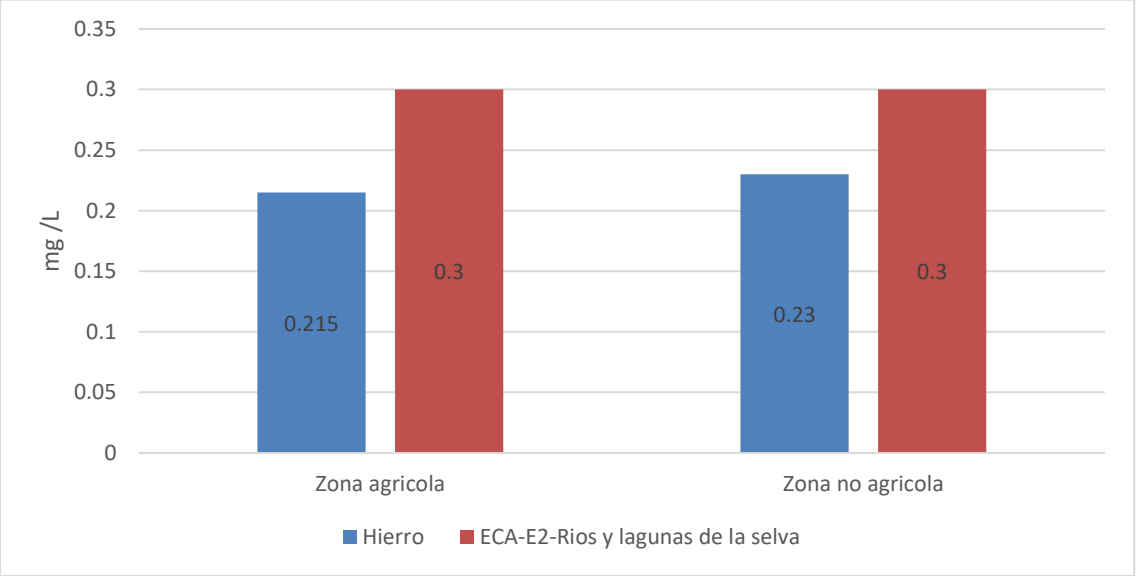
Conservación para ríos y lagunas de la selva, esta presenta un límite de 0.05 mg /L donde en ambas zonas se cumple.

Tabla 14 Análisis de Varianza de los niveles de Fosforo según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Zona	1	0.000009	0.000009	1.00	0.423
Error	2	0.000018	0.000009		
Total	3	0.000027			

En la tabla 14, se aprecia el Análisis de Varianza de los niveles de Fosforo según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo, el valor F calculado es 1,00, lo que indica que la variabilidad entre las zonas es muy similar a la variabilidad dentro de las zonas. Además, el valor p es 0.423, lo que es mayor que el umbral común de 0.05, lo que sugiere que no existe diferencias entre las zonas son estadísticamente significativas. Este análisis concluye que las actividades agrícolas en las distintas zonas de la laguna Pucallpillo no tienen un impacto notable en los niveles de Fosforo en el agua.

Figura 14 Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración de *Hierro* en la laguna de Pucallpillo



En la figura 14, se aprecia la Influencia de las zonas con actividades agrícolas en la concentración de *Hierro* en la laguna de Pucallpillo, donde podemos ver que en las zonas con agricultura con 0.215 mg/L de *Hierro* el cual es menor en un 7% comparada con las zonas sin activados agrícolas con 0.23 mg /L. Comparando con las Estándares de Calidad Ambiental del Agua en la sub categoría E2 de Conservación para ríos y lagunas de la selva, esta presenta un límite de 0.3 mg /L donde en ambas zonas se cumple.

Tabla 15 Análisis de Varianza de los niveles de Hierro según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Zona	1	0.000009	0.000009	1.00	0.423
Error	2	0.000018	0.000009		
Total	3	0.000027			

En la tabla 15, se aprecia el Análisis de Varianza de los niveles de Hierro según zona de actividad agrícola en la laguna Pucallpillo, el valor F calculado es 1,00, lo que indica que la variabilidad entre las zonas es muy similar a la variabilidad dentro de las zonas. Además, el valor p es 0.423, lo que es mayor que el umbral común de 0.05, lo que sugiere que no existe diferencias entre las zonas son estadísticamente significativas. Este análisis concluye que las actividades agrícolas en las distintas zonas de la laguna Pucallpillo no tienen un impacto notable en los niveles de Hierro en el agua.

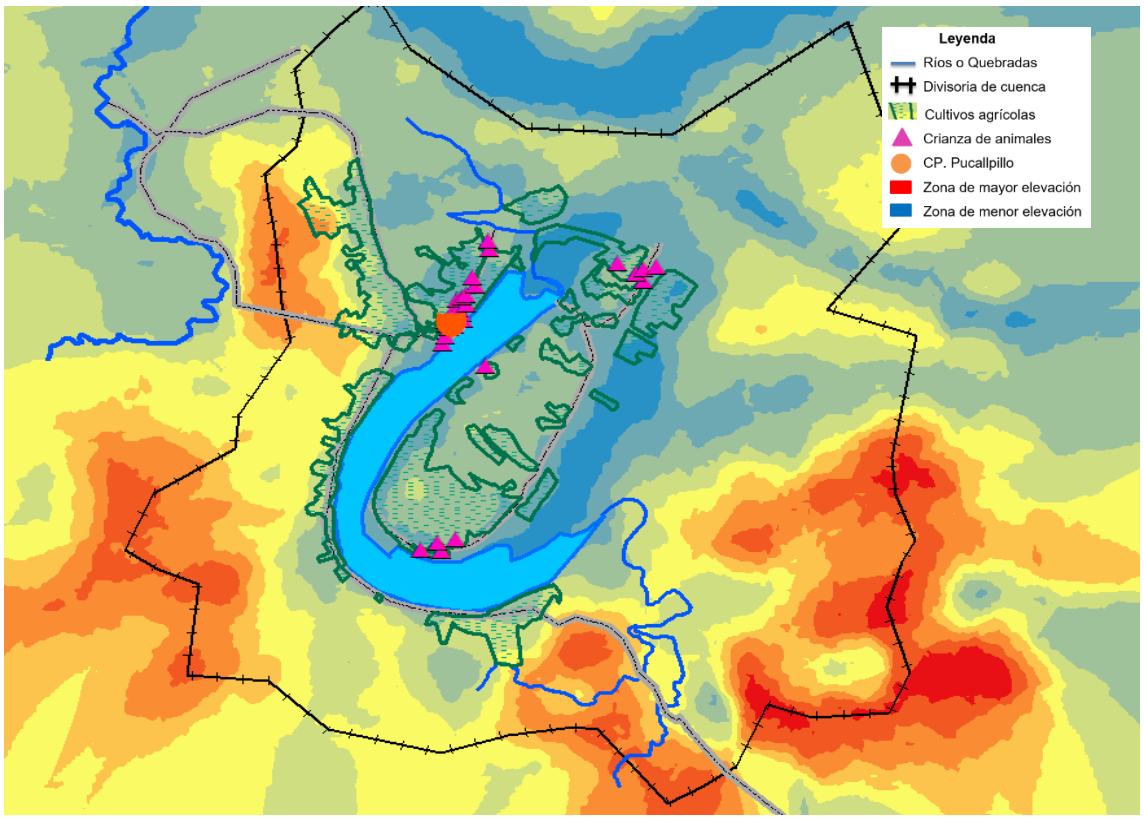
Como se puede apreciar los niveles de nutrientes como Fosforo y Potasio son considerables, aunque no superan los límites, el balance de nutrientes puede ser un indicador apropiado para identificar posibles problemas ambientales relacionados a los recursos naturales agua que están de la mano con la agricultura (Abbona y otros, 2011). Entre los nutrientes de interés ambiental identificados en el agua y asociados con las prácticas agrícolas se encuentran el nitrógeno y el fósforo. Cuando se aplican en exceso como fertilizantes, estos nutrientes se acumulan en las masas de agua, con consecuencias como la eutrofización (Madjar y otros, 2024). Como menciona Medina y otros (2016), es necesario en algunos casos modificar los macronutrientes del suelo y elevar las concentraciones de N, P y K para incrementar la fertilidad y fomentar el manejo de los recursos agrícolas. Por tal se llega la conclusión que la agricultura genera contaminación en el suelo, el cual termina contaminando las quebradas y ríos (Aguilar y Cubas , 2021). La agricultura es una causa importante de la presencia de múltiples contaminantes en el agua (Mengru y otros., 2023). Salcedo y otros (2018), evaluaron la calidad del agua en lagunas metropolitanas y rurales, donde atribuyen la mala calidad del agua al impacto de peri urbanización. Los

coliformes fecales (CF) y el fósforo total (PT-PO4) afectan negativa y frecuentemente la calificación y superaron los lineamientos de la calidad del agua.

Otros cuerpos de agua evaluados, como en el estudio de Vidal y otros (2022), evaluo la calidad del agua de la laguna Olmeca, y obtuvieron un valor de 47.54 es Mala. Asi mismo Huaman y otros (2020), realizaron la evaluación de la calidad del agua de la laguna Marvilla. Del muestreo se obtuvo un valor de 46,3 en el ICA-PE. Se concluye que la calidad de agua de la laguna Marvilla es regular, es decir, se encuentra ocasionalmente amenazada o dañada. También Guajardo y otros (2020), la calidad del agua varía de contaminado a poco contaminado en ambas lagunas, sin embargo, la laguna de Pastoría registra valores de ICA entre 43.86 y 47.15, que están por debajo de los registrados en Chacahua (45.50 a 50.88) en el primer muestreo, mientras que para el segundo muestreo los valores varían de 45.16 a 52.33 en Pastoría y de 47.18 a 53.87 para Chacahua; lo cual indica que la lluvia no influye en la calidad del agua en ambos cuerpos de agua. Así mismo Granillo y otros (2022), evaluaron la calidad del agua de la laguna Yuria, donde los datos muestran que presenta altas concentraciones de sólidos suspendidos y disueltos y una presencia elevada de coliformes totales y coliformes fecales. El valor de ICA fue de 61.77, por lo que la calidad del agua posee un conteo de bacterias aceptable y con tendencia a convertirse en contaminada para su utilización. Esto es contrapalado con un cuerpo de agua dentro de la zona urbana de Pucallpa, en el estudio de Macedo (2022), evaluo la calidad del agua de la quebrada Yumantay, el presento un promedio ICA-WQI de 40.54 clasificado un Índice de la Calidad del Agua MALO, no apto para ninguna categoría del ECA Agua del D.S.003-2017/MINAM.

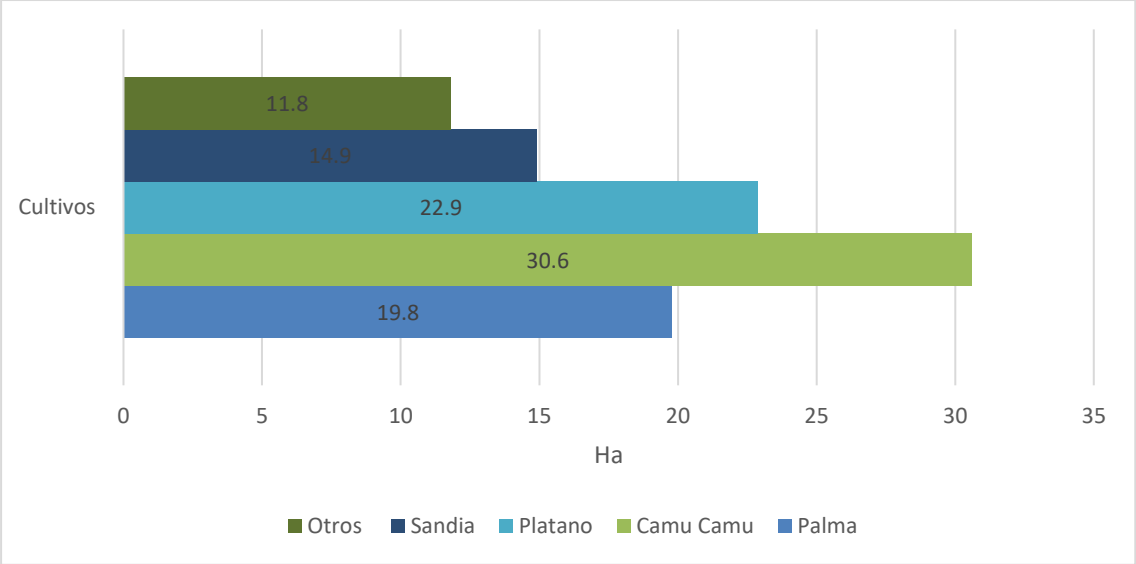
4.2. Actividades agrícolas que se realizan en las riberas de la laguna de Pucallpillo, Distrito de Manantay.

Figura 15 Ubicación de las zonas de cultivo y crianza de animales



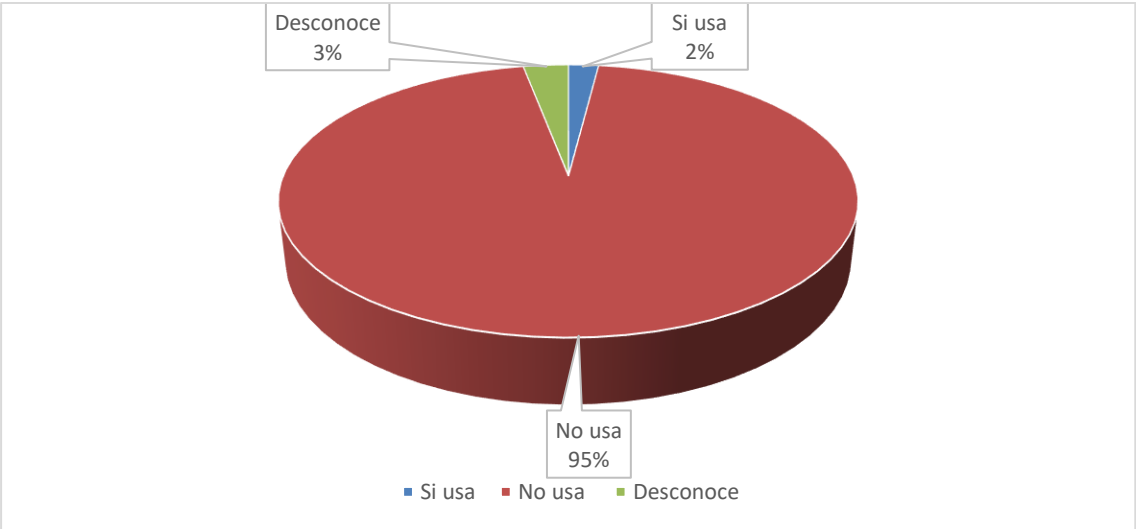
La figura 15, se aprecia la Ubicación de la zona de cultivo y crianza de animales, se puede aprecias que la zona norte de la laguna cercana al centro poblado Pucallpillo, donde se ubica el 70.3% de las actividades de crianza de animales, además se concentra el 41.9% de las actividades agrícolas, seguido en el punto medio de la laguna se ubica solo el 18.8% de las actividades de crianza y el 43% de las actividades agrícolas, por último, en la zona de la desembocadura se concentra solo el 10.9% de las actividades de crianza y el 15.1% de las actividades agrícolas identificadas. Se puede apreciar que las actividades agrícolas como cultivos se aprecia mayormente en las riberas de la laguna.

Figura 16 Cultivos instalados en el área de la laguna Pucallpillo



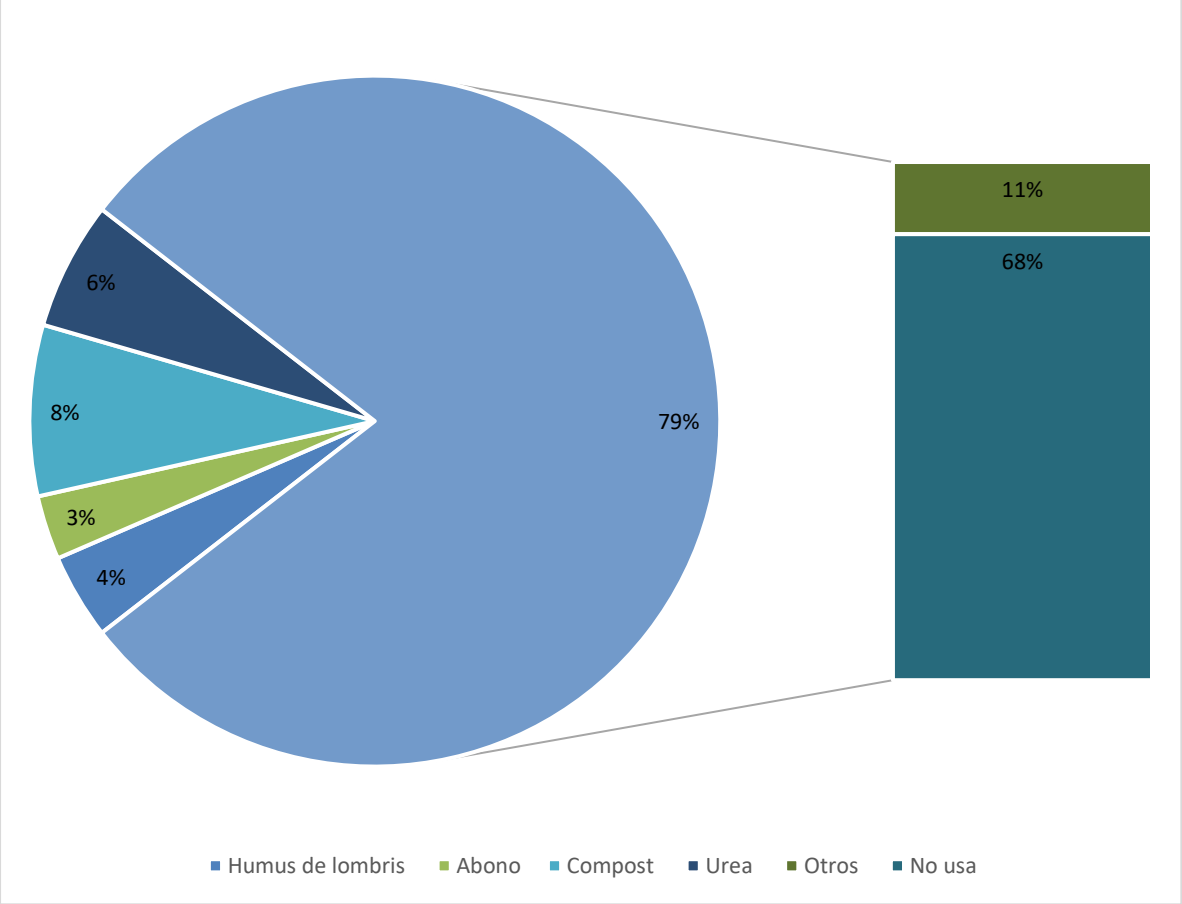
En la figura 16, se muestra los Cultivos instalados en el área de la laguna Pucallpillo, un total de 646 ha instaladas y mecanizadas para diferentes cultivos, siendo el camu camu el cultivo predominante con el 30.6 % del área, seguido por el plátano con el 22.9% del área, seguido por la palma aceitera con el 19.8% y la sandía con el 14.9%, otros cultivos ocupan el 11.8% del área.

Figura 17 Uso de pesticidas o insecticidas para los cultivos



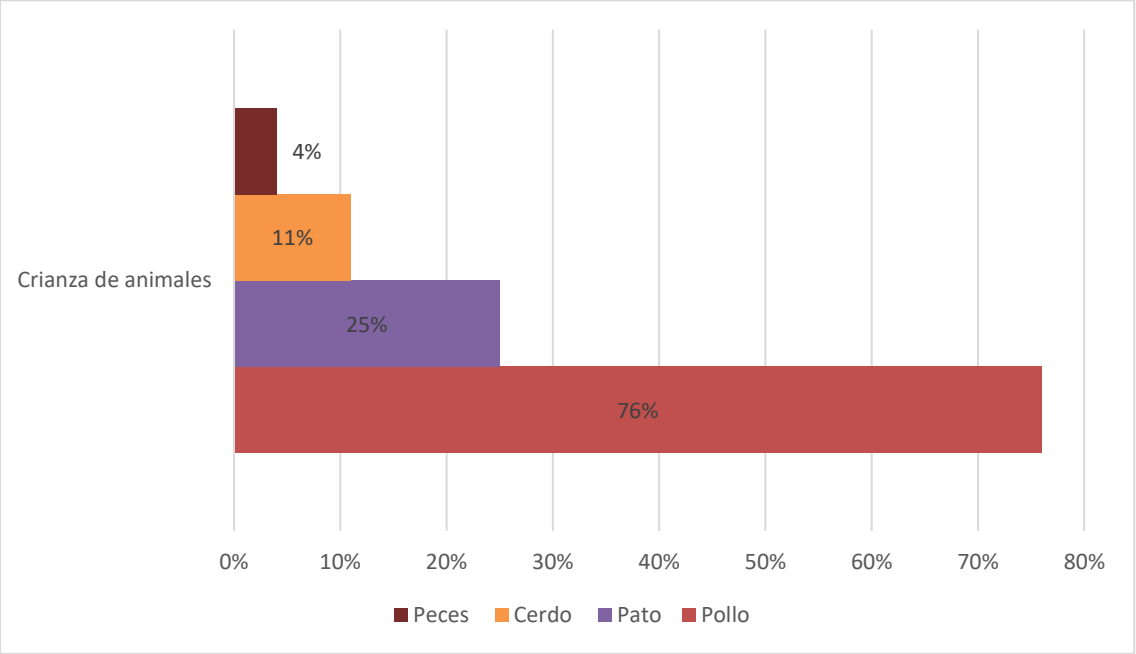
En la figura 17, se aprecia el Uso de pesticidas o insecticidas para los cultivos, el 95.2% de los pobladores indica que no usa pesticidas o insecticidas en sus cultivos, el 2% si usa y el 3% desconoces si se usa pesticidas o insecticidas en sus cultivos.

Figura 18 Uso de abono para los cultivos instalados en el área de la laguna Pucallpillo



En la figura 18, se aprecia el Uso de abono para los cultivos instalados en el área de la laguna Pucallpillo, la población indica que el 68% no utiliza abono para los cultivos, el 11% indica que utilizan abonos especiales o otros, el 8% utiliza compost, el 6% usa Urea, el 4% utiliza Humus de lombriz y el 3% utiliza abono de residuos.

Figura 19 Crianza de animales en el área de la laguna Pucallpillo



En la figura 19, se muestra las actividades de Crianza de animales en el área de la laguna Pucallpillo, siendo la actividad predominante la crianza de Pollo con el 76% de la población, seguido con el 25% que crían Patos, el 11% crían cerdos y el 4% crían peces.

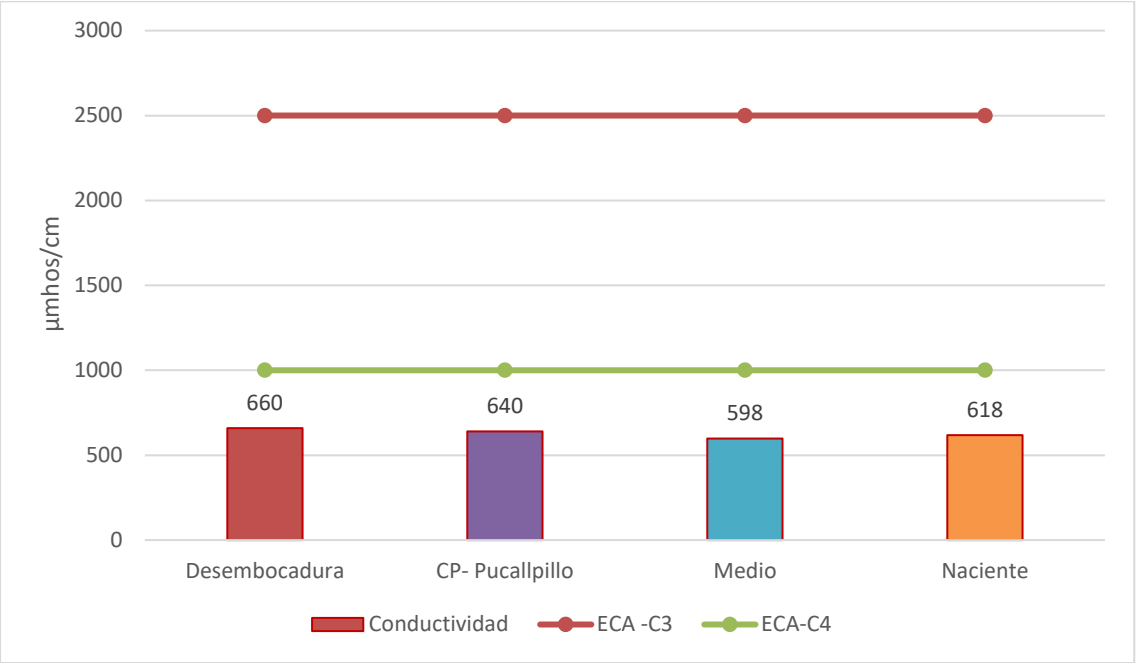
El uso de los agroquímicos y pesticidas es de uso común para las actividades agrícolas, pero el uso indiscriminado de agroquímicos es altamente tóxico y en especial los herbicidas de glifosato, son de preocupación mundial hoy en día, ya que producen altos impactos de contaminación para el acuífero y la salud pública (Polanco y otros, 2019). Los efectos negativos de la agricultura al medio ambiente son cada vez más evidentes. A nivel mundial existe una pérdida de los recursos naturales como la disponibilidad del agua y, por el contrario, existe un aumento de la presencia de residuos poco degradables, debido al crecimiento demográfico y al desarrollo industrial (Velázquez y otros, 2023). Estos contaminantes son biológicamente activos, dañan por igual a los organismos que no son un objetivo, incluyendo los seres vivos (Deknock y otros, 2019)

El aporte de nutrientes de los abonos y agroquímicos en una de las formas más evidentes de revelar la contaminación de acuíferos, debido al alto contenido de estos, la agricultura convencional depende de la aplicación de fertilizantes minerales solubles, con el fin de lograr mayor rendimiento en los cultivos. Pero la aplicación excesiva ha producido: eutrofización, toxicidad de las aguas, contaminación de aguas subterráneas (Paco González Ulibarry, 2019). Como se menciona en el estudio de Enríquez y otros (2022), evaluó la composición de los residuos de origen animal, donde indican que la excreta de porcino tiene un contenido de nitrógeno de 1.1 al 2.5%, el Fosfato de 0.4 al 4.6% y el Potasio de 0.3%, así mismo de las aves como el pollo contenido de nitrógeno de 1.4 al 2%, el Fosfato de 2 al 2.8% y el Potasio de 1.4% y el excremento de los patos un contenido de nitrógeno de 0.6 al 0.8%, el Fosfato de 1.0 al 1.5% y el Potasio de 0.4%. Así mismo el estudio de Pérez (2019), indica que las propiedades físico químicas de la gallinaza, teniendo un contenido de Nitrógeno de 1.5%m el Fosforo del 1% y el Potasio del 0.4%. Flores y Vásquez (2023), el contenido de nutrientes según el tipo de abonos orgánicos es, para estiércol 1.5% de N, 0.7% P y 1.7% K, para Humus de Lombriz 3% de N, 3% P y 2% K, para compost 1.04% de N, 0.8% P y 1.5% K y para residuos orgánicos 15% de N, 4% P y 2.5% K.

Según Indecopi (2023), los fertilizantes de mayor volumen importado fueron la urea de uso agrícola (29.6 %), el sulfato de amonio (28.3 %), el nitrato de amonio estabilizado (10.5 %) y el fosfato diamónico (8.6 %). Lo cual indica su el uso continuo en la agricultura peruana, pero no se puede enlazar directamente a la contaminación de acuíferos o cuerpos de agua.

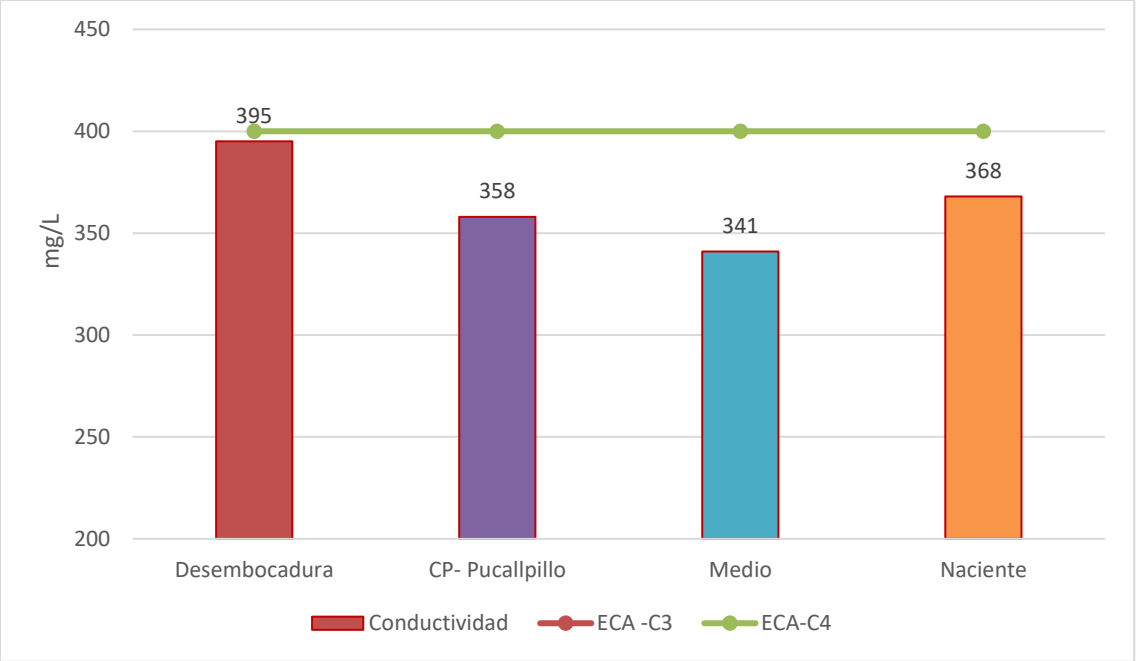
4.3. Características físicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay

Figura 20 Conductividad del agua de la laguna de Pucallpillo



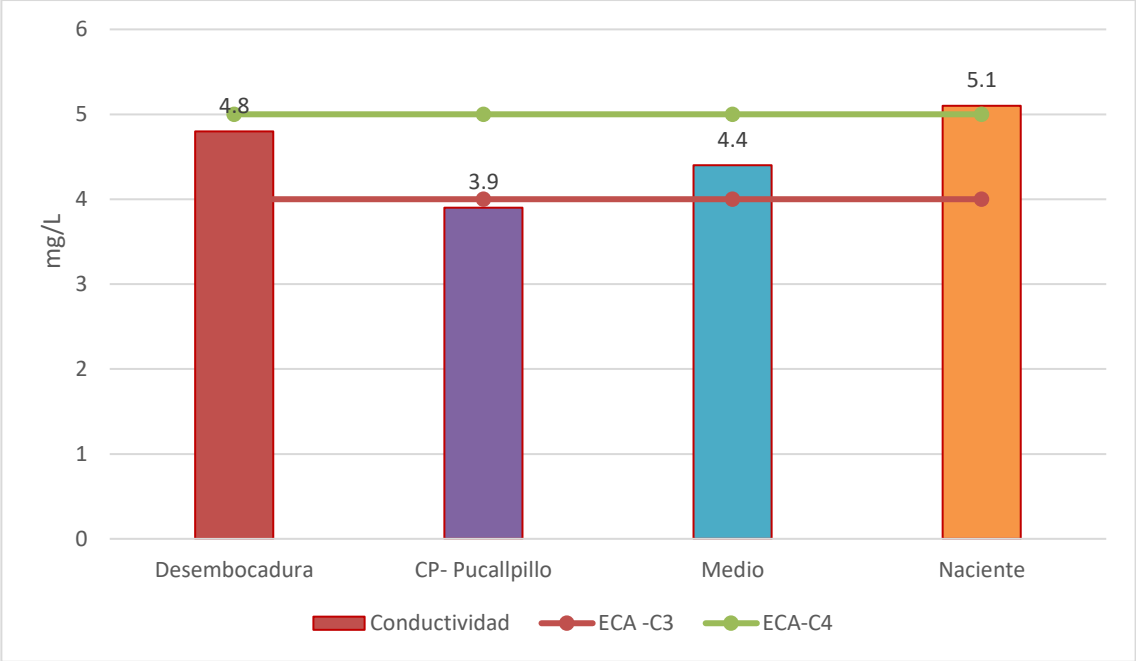
La figura 20, muestra la Concentración de Conductividad en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 598 y 660 µmhos/cm, siendo el punto con mayor concentración la Desembocadura con 660 µmhos/cm, seguido por el la CP-Pucallpillo con 640 µmhos/cm, el punto Naciente con 618 µmhos/cm y el menor el punto Medio con 598 µmhos/cm. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 3 (C3 destinados para riegos de vegetales y bebidas de animales) y Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 2500 µmhos/cm para la C3 y 1000 µmhos/cm para la C4, se evidencia que todas las muestras de la laguna Pucallpillo se encuentran por debajo del límite permitido.

Figura 21 Solidos Totales Disueltos del agua de la laguna de Pucallpillo



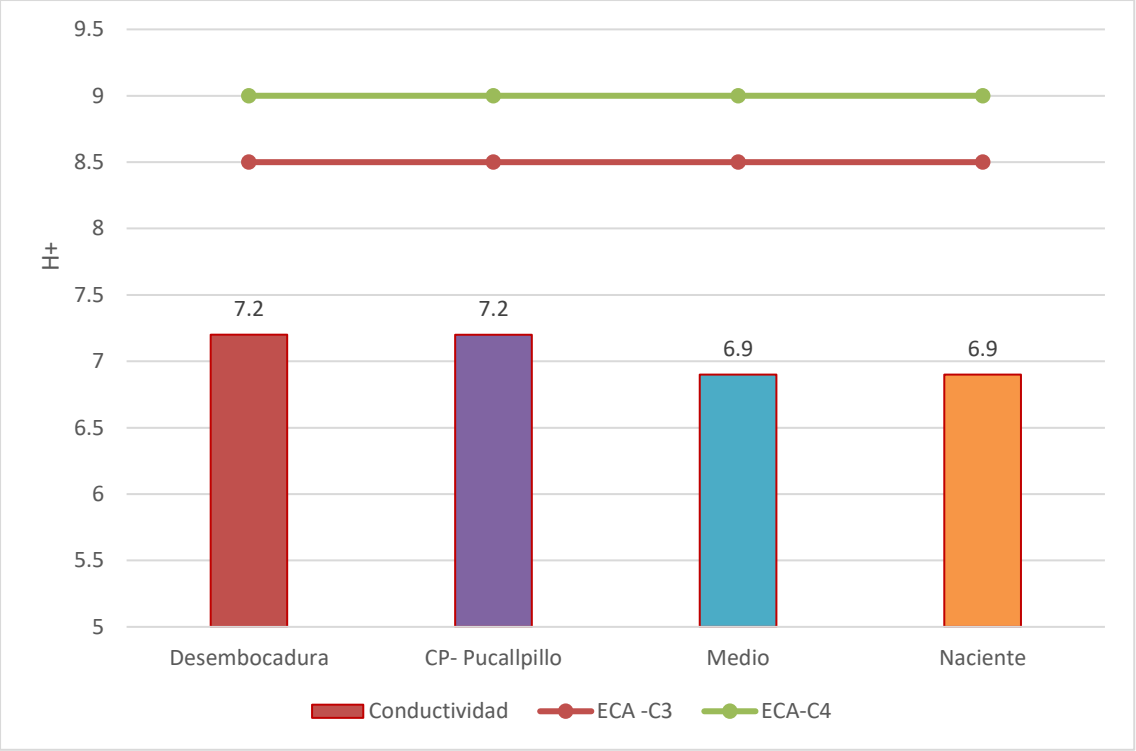
La figura 21, muestra la Concentración de Solidos Totales Disueltos en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 341 a 395 mg/l, siendo el punto con mayor concentración la Desembocadura con 395 mg/l, seguido por la Naciente con 368 mg/l, el punto CP Pucallpillo con 358 mg/l y el menor el punto Medio con 341 mg/l. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 400 mg/l para la C4, se evidencia que todas las muestras de la laguna Pucallpillo se encuentran por debajo del límite permitido, pero cerca a superar este límite.

Figura 22 Oxígeno Disuelto del agua de la laguna de Pucallpillo



La figura 22, muestra la Concentración de Oxígeno Disuelto en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 3.9 a 5.1 mg/L, siendo el punto con mayor concentración la Naciente con 5.1 mg/L, seguido por la Desembocadura con 4.8 mg/L, el punto medio con 4.4 mg/L y el menor el punto CP Pucallpillo con 3.9 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 3 (C3 destinados para riegos de vegetales y bebidas de animales) establece un límite de 4 mg/L incumpliendo el punto CP Pucallpillo y la Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva) establece un límite de 5 mg/L solo cumpliendo el punto Naciente, se puede observar que el punto naciente y desembocadura presenta un mayor nivel de Oxígeno Disuelto comparado a los otros dos puntos.

Figura 23 Potencial de Hidrogeno del agua de la laguna de Pucallpillo



La figura 23, muestra la Concentración de Potencial de Hidrogeno en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 6.9 a 7.2 H+, siendo el punto con mayor concentración la Desembocadura y CP Pucallpillo con 7.2 H+, seguido por la Naciente y el Medio de 6.9 H+. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 3 (C3 destinados para riegos de vegetales y bebidas de animales) establece un límite de 6.5 a 8.5 cumpliendo todos los puntos y la Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva) establece un límite de 6.5 a 9 H+ cumpliendo todos los puntos, se puede observar que el punto naciente y medio presenta una pH marjor y a los otros dos puntos.

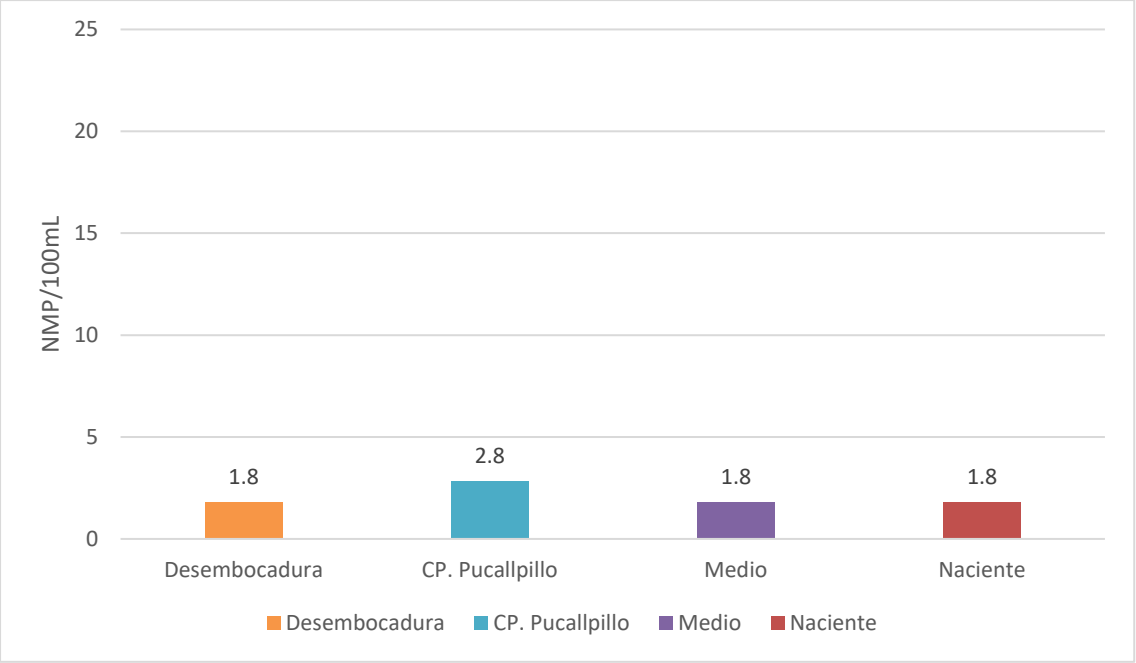
Comparando nuestros resultados con otros estudios donde presentamos una conductividad de 598 a 660 µmhos/cm, los Solidos Totales Disueltos de 341 a 395

mg/l, Oxígeno Disuelto entre 3.9 a 5.1 mg/L y Potencial de Hidrogeno varían entre 6.9 a 7.2 H+, tenemos a los resultados de la laguna Yarinacocha, donde el estudio de Marín (2012), nos presenta resultados de la calidad de agua de una quebrada que desemboca en la laguna de Yarinacocha, presenta niveles promedios de pH de 7.11 H+, Oxígeno Disuelto de 4.95 mg/l. Así mismo Fuchs y Vasquez (2021), nos presenta resultados de la calidad del agua de la laguna de Yarinacocha, donde el promedio de Oxígeno Disuelto fue de 4.46 mg/l, de pH de 7.36 H+ y Solidos Totales Disueltos de 215 mg/l. Así mismo Rodriguez (2023), presenta valores similares de la laguna de Yarinacocha, donde el pH esta desde los 6.5 a 8.3 H+ y el Oxígeno Disuelto de 3.6 a 6.6 mg/l. Vemos que los valores de la laguna son similares a los de nuestro estudio de la laguna Pucallpillo. En comparación con resultados de otras lagunas en zonas de sierra y costa, donde Huaman y otros (2020), realizaron la evaluación de la calidad del agua de la laguna Maravilla. Se analizó la data anual de 2019-2020 y se obtuvieron promedios en los parámetros de pH, conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales de 8,8 H+, 4644,8 µS/cm y 3413,9 ppm, respectivamente. Así mismo Escobar y otros (2021), evaluaron la calidad fisicoquimica de la laguna Colta, los resultados obtenidos indican un pH alcalino con valores entre 8,36 y 9,20 y un valor promedio de 8,87, una temperatura entre 16,4 y 18,9 °C con un valor promedio de 17,91 °C, conductividad eléctrica elevada con un rango de valores a lo largo de la laguna desde 903 a 1253 µs/cm y un valor promedio de 1085 µs/cm, alta cantidad de solidos totales disueltos que variaron entre 537 a 832 mg/L y un valor promedio de 680 mg/L. Rivera y otros (2020), donde evaluaron lla calidad del agua del Esterio el Sauce, obtuvieron un nivel de pH de 6.7 a 9.3 H+, Conductividad de 114 a 5190 us/cm, Oxígeno Disuelto de 2.9 a 7.9 mg/l. Donde los niveles conductividad son más elevados, de igual manera el nivel de pH más alcalino, en contraste con el oxígeno disuelto mucho más elevado en

algunos cuerpos de agua, debido a las quebradas que provienen de los andes. Lo cual también indica que la conductividad eléctrica de las muestras de agua puede indicar la presencia de impurezas inorgánicas, ya que una conductividad alta indica impurezas (rica en varios iones) (Isakova y Gapparov ,2023).

4.4. Características Microbiológicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay

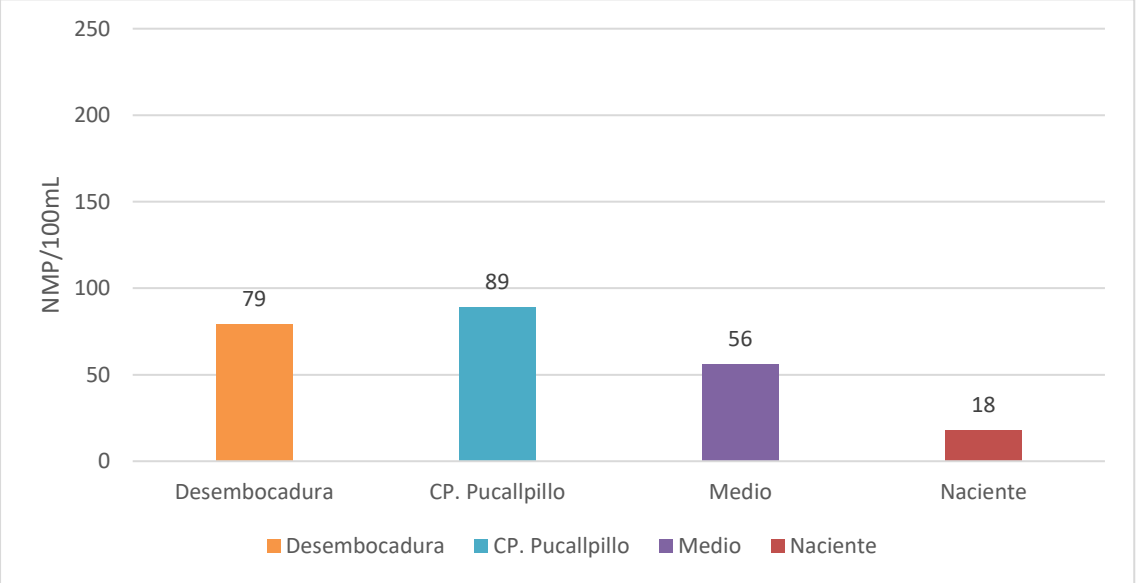
Figura 24 Concentración de E. Coli en la laguna Pucallpillo



La figura 24, muestra la concentración de Escherichia coli (E. coli) en diferentes puntos de la laguna Pucallpillo, Desembocadura, CP. Pucallpillo, Medio y Naciente. Los valores obtenidos varían entre 1.8 y 2.8 NMP/100 mL, siendo el punto con mayor concentración el CP. Pucallpillo 2.8 NMP/100 mL, mientras que los otros tres puntos presentan concentraciones iguales de 1.8 NMP/100 mL. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como clase 1 (destinados al consumo humano con tratamiento convencional), que permite un valor

máximo de 200 NMP/100 mL para E. coli, se evidencia que todas las muestras de la laguna Pucallpillo se encuentran muy por debajo del límite permitido, indicando una baja contaminación microbiológica y, por tanto, una calidad de agua favorable en términos de este parámetro.

Figura 25 Concentración de Coliformes Termo tolerantes o Fecales en la laguna Pucallpillo



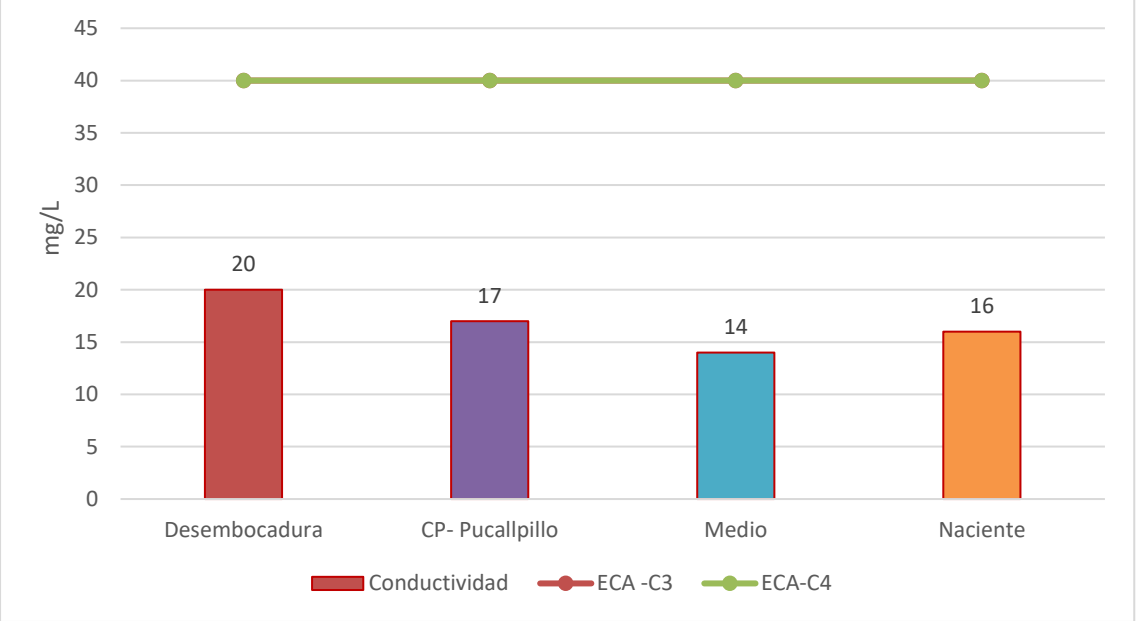
La figura 25, muestra la Concentración de Coliformes Termo tolerantes o Fecales en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 18 y 89 NMP/100 mL, siendo el punto con mayor concentración el CP. Pucallpillo con 89 NMP/100 mL, seguido por el la Desembocadura con 79 NMP/100 mL, el punto medio con 56 NMP/100 mL y el menor el punto Naciente con 18 NMP/100 mL. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 3 (C3 destinados para riegos de vegetales y bebidas de animales) y Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los

límites establecidos de 2000 NMP/100 ml para la C3 y C4, se evidencia que todas las muestras de la laguna Pucallpillo se encuentran muy por debajo del límite permitido, indicando una baja contaminación microbiológica y, por tanto, una calidad de agua favorable en términos de este parámetro.

La laguna de Pucallpillo se encuentra en una zona poco poblada, por lo que no presenta altos niveles de contaminación microbiológica en comparación con otros cuerpos de agua. Estudios realizados en lagunas con escasa urbanización periférica, como el de Acuña y colaboradores (2022), quienes evaluaron la calidad del agua en la laguna María la Gorda, en Río Gallegos (Argentina), reportaron concentraciones de coliformes totales entre 18 y 552 NMP/100 mL y coliformes termotolerantes entre 5 y 181 NMP/100 mL. En contraste, investigaciones en lagunas con mayor urbanización en sus alrededores muestran niveles significativamente más altos. Por ejemplo, Marín (2012) registró en una quebrada que desemboca en la laguna de Yarinacocha un promedio de 11 000 NMP/100 mL de coliformes termotolerantes. De manera similar, Huamán y colaboradores (2020) encontraron en la laguna Maravilla concentraciones promedio de 17 766 NMP/100 mL de coliformes termotolerantes. Asimismo, Macedo (2022) reportó en la quebrada Yumantay niveles de coliformes totales y fecales superiores a $7{,}9 \times 10^{7}$ NMP/100 mL.

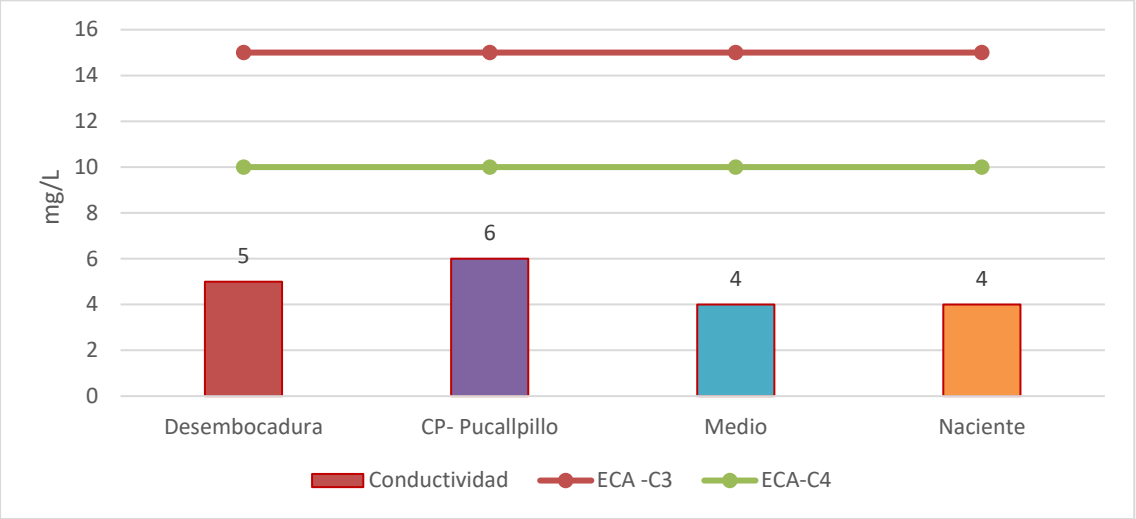
4.5. Características Químicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay

Figura 26 Concentración de la Demanda Química de Oxígeno en la laguna Pucallpillo



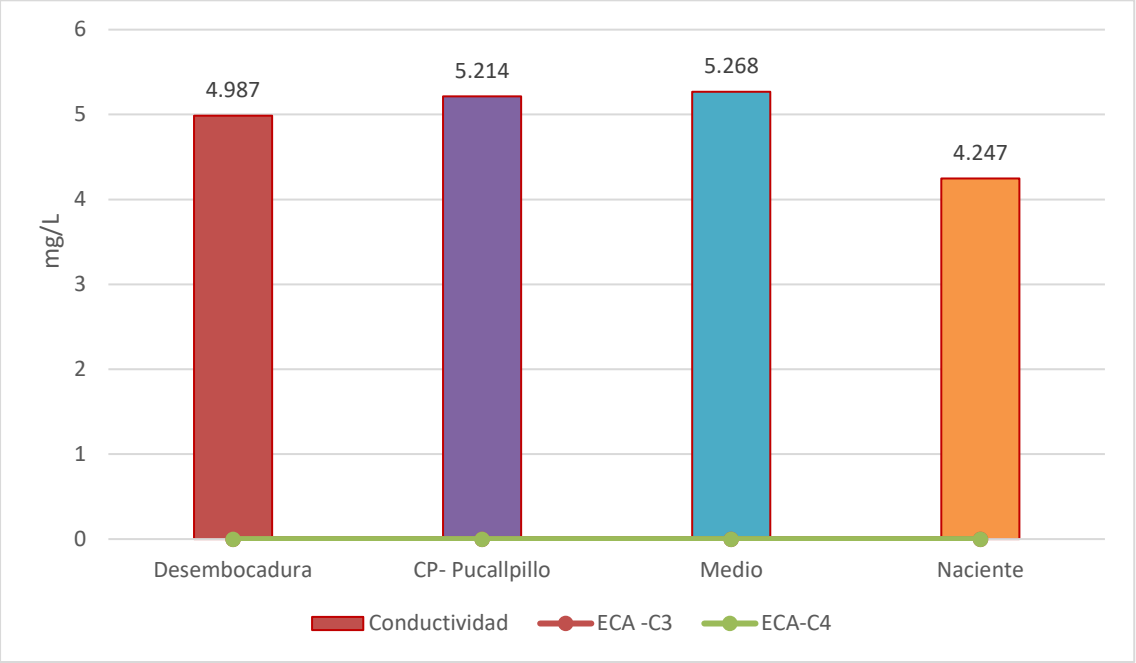
La figura 26, muestra la Concentración de la Demanda Química de Oxígeno en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 14 a 20 mg/L, siendo el punto con mayor concentración la Desembocadura con 20 mg/L, seguido por CP Pucallpillo con 17 mg/L, el punto Naciente con 16 mg/L y el menor el punto Medio con 14 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como la Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva) establece un límite de 40 mg/L cumpliendo todos los puntos. Se observa un aumento progresivo de la DQO desde el sector Medio hacia la Desembocadura, lo que podría estar asociado al incremento de descargas orgánicas en el trayecto del cuerpo de agua, probablemente por actividades antrópicas (viviendas, comercio, aguas residuales sin tratar, etc.).

Figura 27 Concentración de la Demanda Bioquímica de Oxigeno en la laguna Pucallpillo



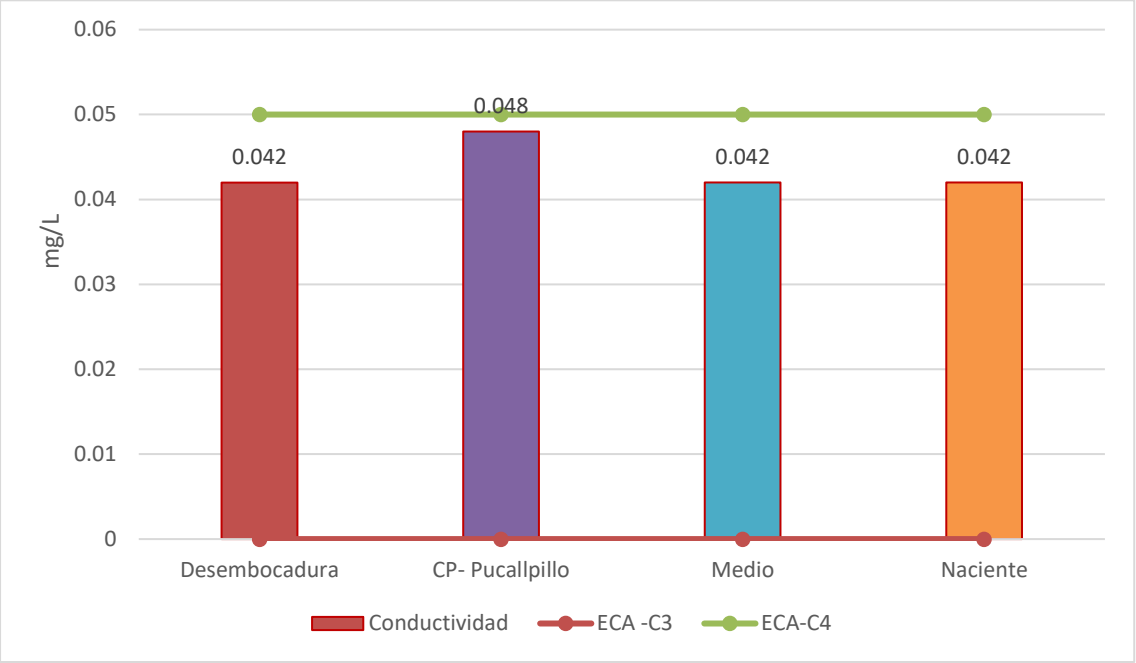
La figura 27, muestra la Concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 4 a 6 mg/L, siendo el punto con mayor concentración la CP Pucallpillo con 6 mg/L, seguido por la Desembocadura con 5 mg/L, el punto Medio con 4 mg/L y el menor el punto Naciente con 4 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 3 (C3 destinados para riegos de vegetales y bebidas de animales) y Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 15 mg/L para la C3 y para la C4 los puntos cumplen con los límites establecidos de 10 mg/l. La concentración de DBO en la laguna Pucallpillo evidencia una tendencia creciente hacia las zonas más urbanizadas o impactadas por actividad humana, especialmente en el punto CP-Pucallpillo, donde se alcanzan los valores máximos permisibles según el ECA-C3. Esto no sugiere la presencia de fuentes puntuales o difusas de contaminación orgánica, como aguas residuales domésticas, vertimientos industriales o agrícolas.

Figura 28 Concentración de Potasio en la laguna Pucallpillo



La figura 28, muestra la Concentración de Potasio en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 4.247 a 5.268 mg/L, siendo el punto con mayor concentración el Medio con 5.268 mg/L, seguido por CP Pucallpillo con 5.214 mg/L, el punto Desembocadura con 4.987 mg/L y el menor el punto Naciente con 4.247 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 3 (C3 destinados para riegos de vegetales y bebidas de animales) y Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), este parámetro no presenta limite. Se observa una mayor concentración de potasio en los sectores Medio y CP-Pucallpillo, con una leve disminución en la Desembocadura y valores más bajos en la Naciente. Esto indica un posible aporte progresivo de potasio a lo largo del recorrido del cuerpo de agua.

Figura 29 Concentración de Fosforo en la laguna Pucallpillo

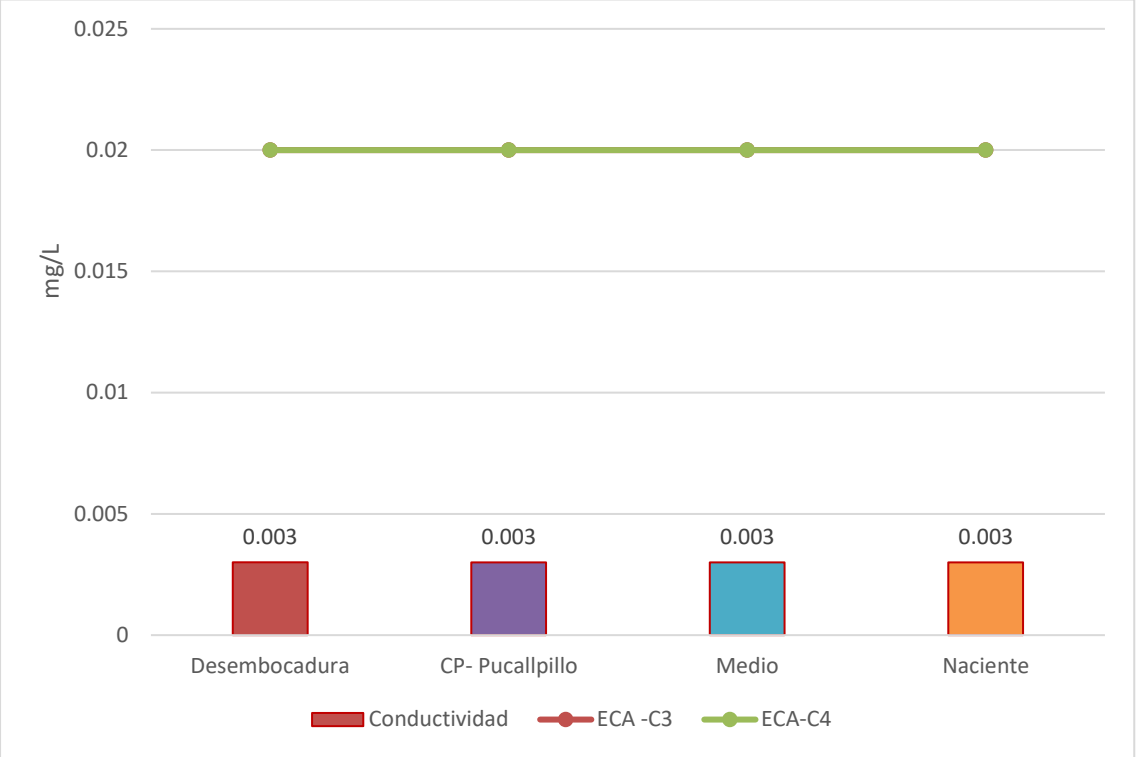


La figura 29, muestra la Concentración de Fosforo en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 0.042 a 0.048 mg/L, siendo el punto con mayor concentración la CP Pucallpillo con 0.048 mg/L, seguido de igual concentración la Desembocadura, Medio y Naciente con un nivel menor a 0.042mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.05 mg/L. La zona CP-Pucallpillo se encuentra muy cercana al límite, lo que podría indicar una influencia local de actividades humanas o fuentes de contaminación puntual.

Los resultados obtenidos para nutrientes como fósforo y potasio, así como para indicadores de contaminación orgánica (DBO_5 y DQO), evidencian concentraciones por debajo de los límites establecidos en la normativa, lo que refleja un estado de conservación favorable en la laguna Pucallpillo. Esta condición contrasta con otros

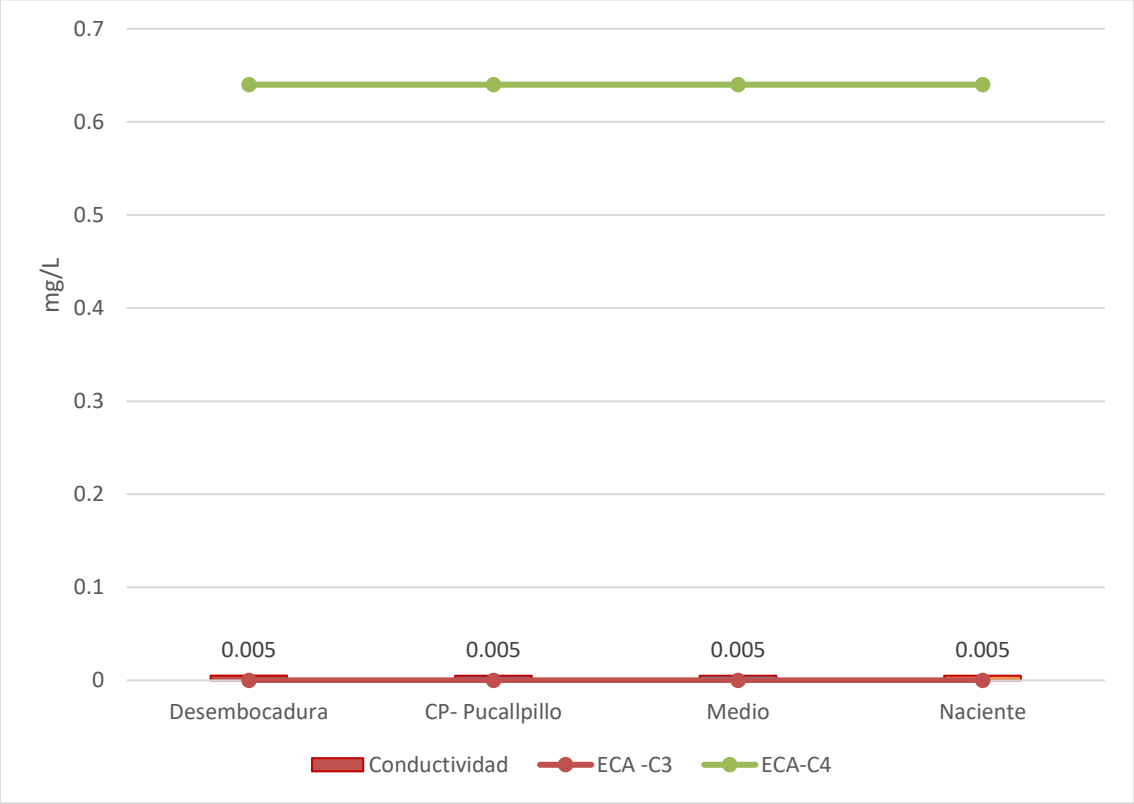
cuerpos de agua de la región y de contextos internacionales. Por ejemplo, Magariños y Villar (2025) reportaron en la laguna Cashibococha un nivel promedio de fósforo de 0,084 mg/L y una DBO_5 de 4,6 mg/L, valores en concordancia con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). En cambio, Marín y colaboradores (2020), al evaluar la laguna de Peonías, identificaron concentraciones de materia orgánica (DBO entre 0,20 y 22,88 mg/L y DQO entre 5,25 y 2074,07 mg/L), nitrógeno total (0,52-17,37 mg/L) y fósforo total (0,75-11,49 mg/L), características propias de ecosistemas hipereutróficos. De manera similar, Acuña y colaboradores (2022) señalaron que la laguna María la Gorda, en Río Gallegos (Argentina), presentó DBO en un rango de 3,4 a 11 mg/L, DQO de 266 a 378 mg/L, potasio entre 13 y 22 mg/L y fosfatos entre 0,16 y 0,57 mg/L. Asimismo, en ecosistemas fluviales cercanos a centros urbanos, García y Endara (2020) registraron en el río Alambrado valores promedio de DBO de 16,11 mg/L y DQO de 35,67 mg/L, mientras que Macedo (2022) determinó en la quebrada Yumantay niveles significativamente elevados, con DQO de 377 mg/L y DBO_5 de 166 mg/L. Estos resultados reflejan una clara relación entre la cercanía a zonas urbanizadas y el incremento de la carga contaminante, particularmente en términos de materia orgánica biodegradable y no biodegradable. En contraste, la laguna Pucallpillo mantiene parámetros en rangos aceptables, lo cual evidencia un menor impacto antrópico y una condición de relativa conservación natural, diferenciándose de los cuerpos de agua sometidos a presiones urbanas o industriales.

Figura 30 Concentración de Aluminio en la laguna Pucallpillo.



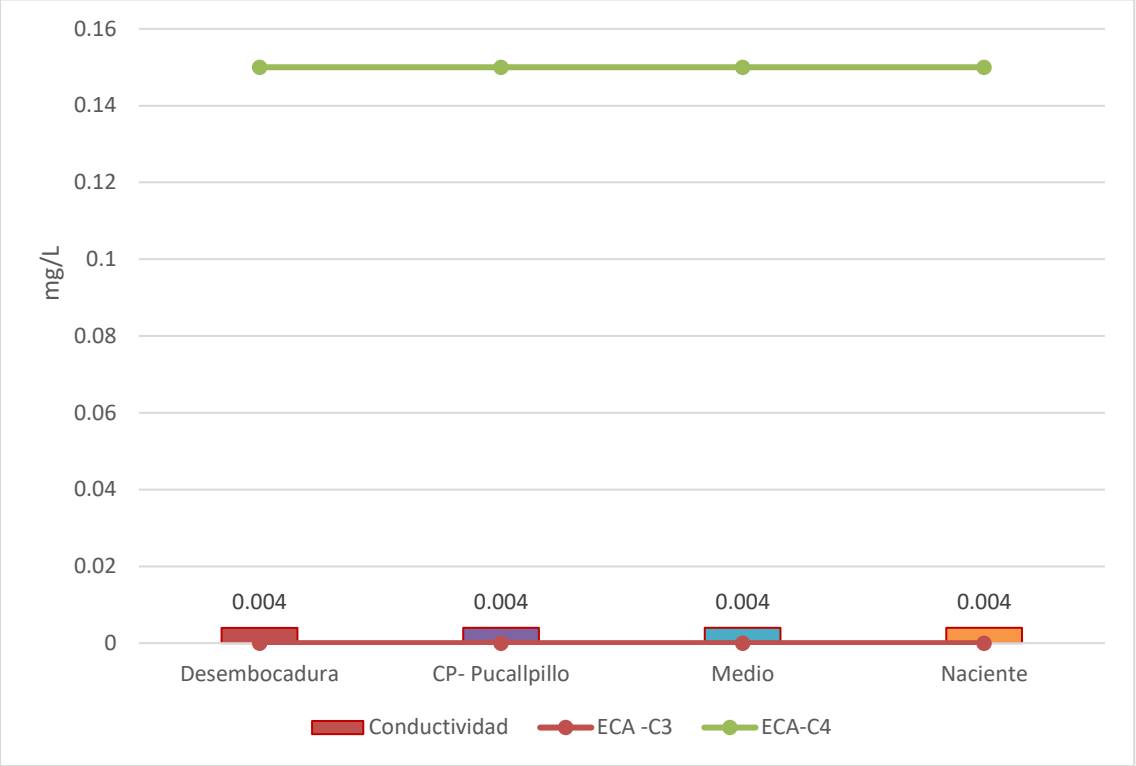
La figura 30, muestra la Concentración de Aluminio en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos 0.003 mg/L, Todos los puntos presentan concentraciones de Aluminio menores a 0.003 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.02 mg/L.

Figura 31 Concentración de Antimonio en la laguna Pucallpillo.



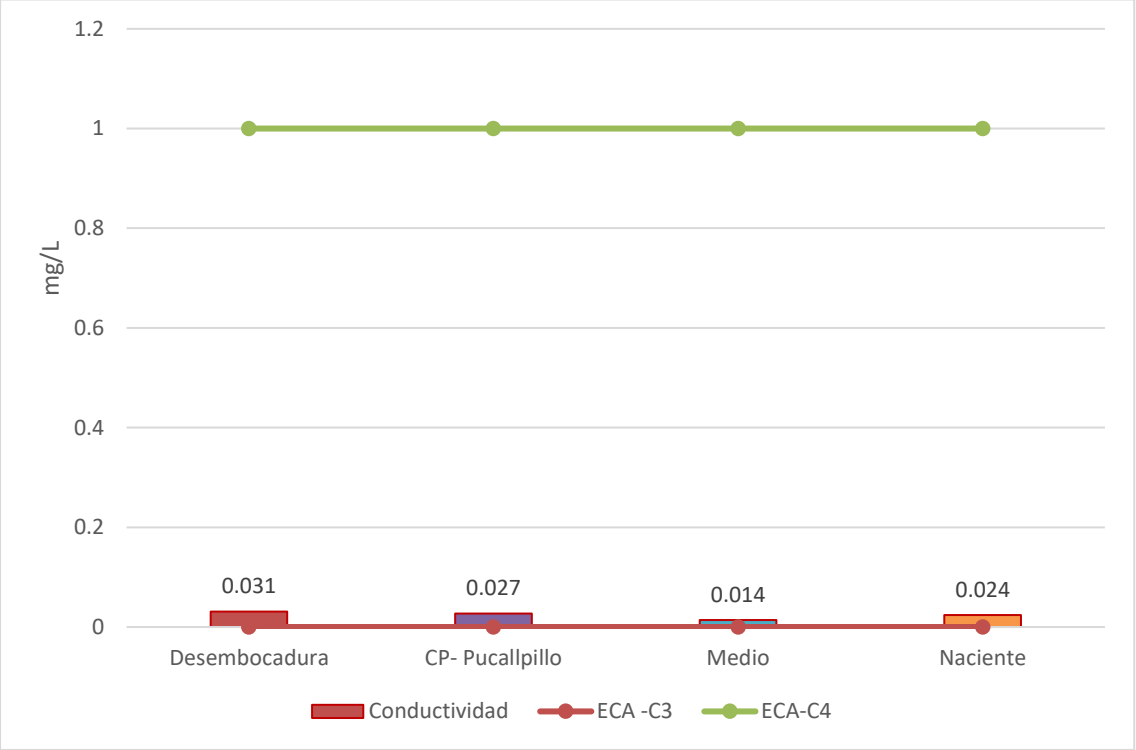
La figura 31, muestra la Concentración de Antimonio en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos 0.005 mg/L, Todos los puntos presentan concentraciones de Antimonio menores a 0.005 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.64 mg/L.

Figura 32 Concentración de Arsénico en la laguna Pucallpillo.



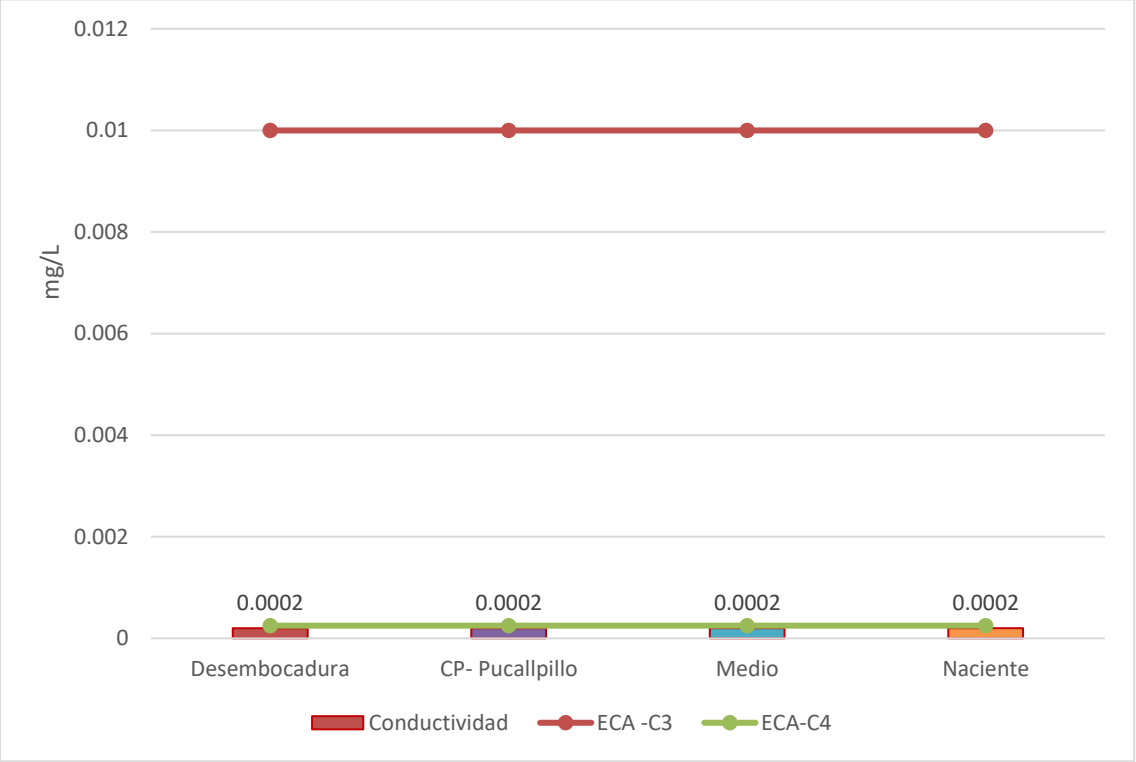
La figura 32, muestra la Concentración de Arsénico en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos 0.004 mg/L, Todos los puntos presentan concentraciones de Arsénico menores a 0.004 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.15 mg/L.

Figura 33 Concentración de Bario en la laguna Pucallpillo.



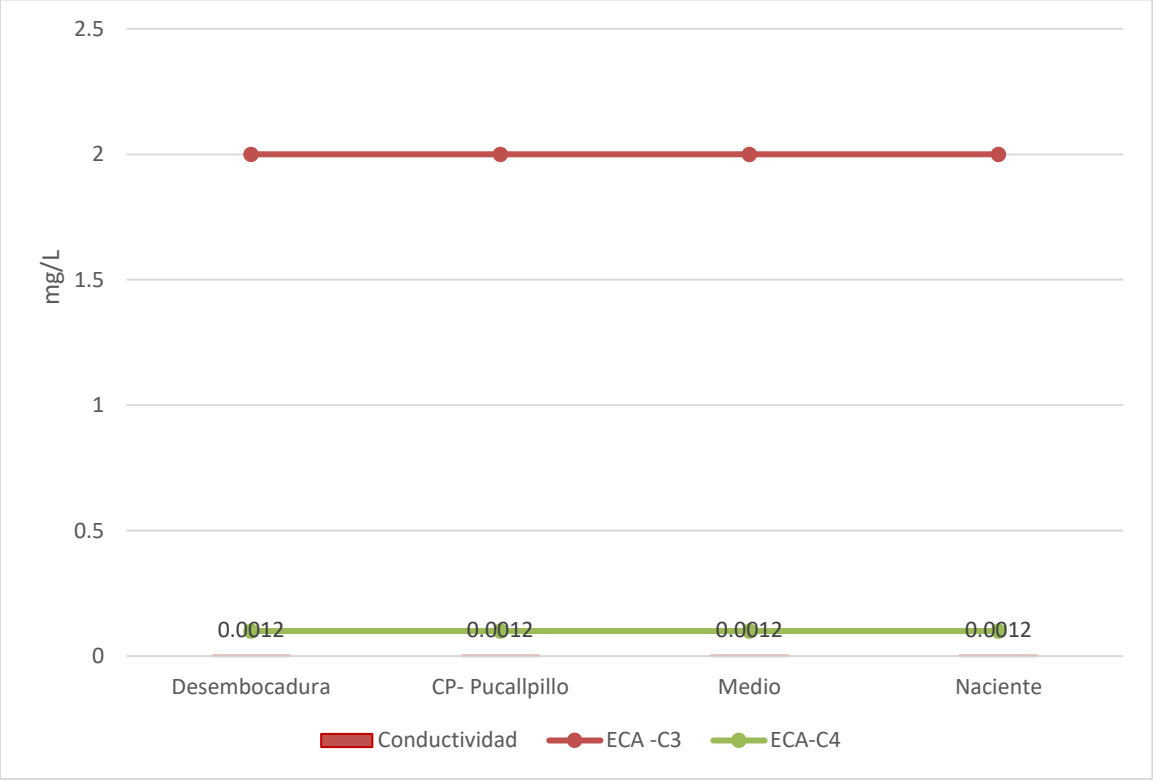
La figura 33, muestra la Concentración de Bario en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 0.014 a 0.031 mg/L, siendo el punto con mayor concentración la Desembocadura con 0.031 mg/L, seguido de CP Pucallpillo con 0.027 mg/L, seguido la Naciente con 0.024 mg/L y el Medio con 0.014mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 1.00 mg/L.

Figura 34 Concentración de Cadmio en la laguna Pucallpillo.



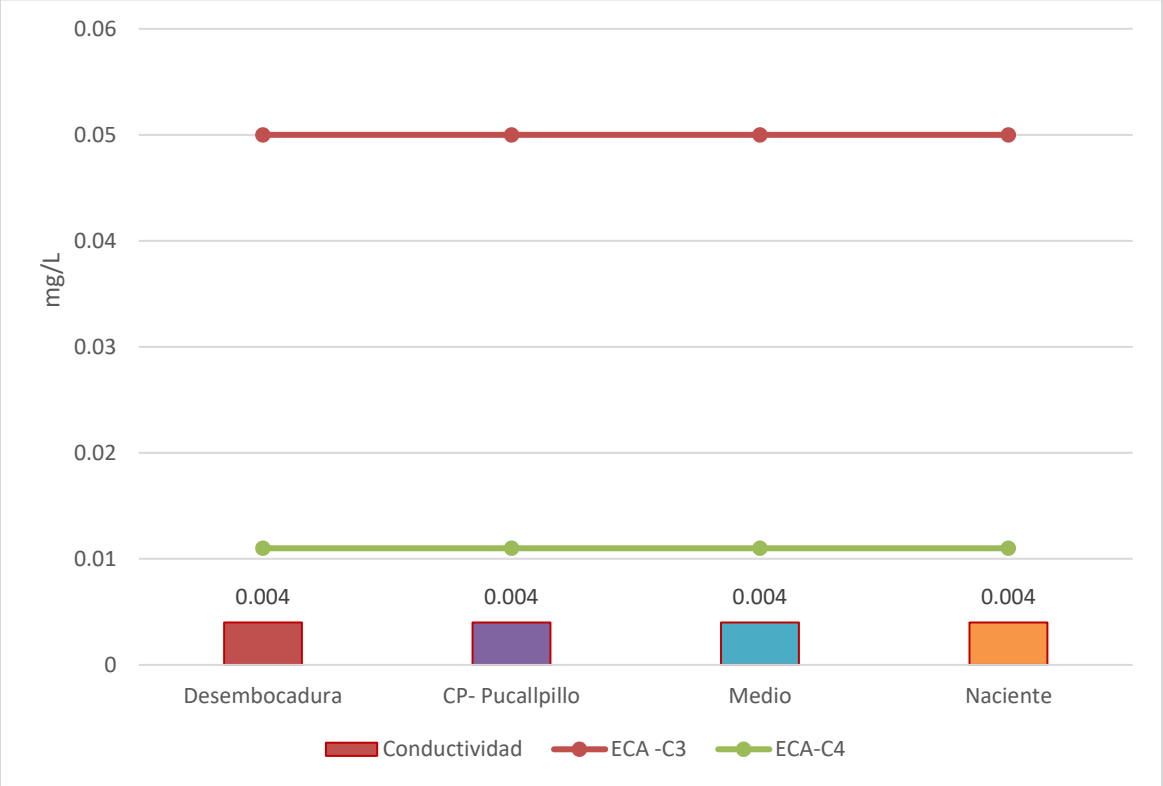
La figura 34, muestra la Concentración de Cadmio en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos 0.0002 mg/L, Todos los puntos presentan concentraciones de Cadmio menores a 0.0002 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva) los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.002 mg/L y para la Categoría 3 (C3 destinados para riegos de vegetales y bebidas de animales) los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.01 mg/L.

Figura 35 Concentración de Cobre en la laguna Pucallpillo.



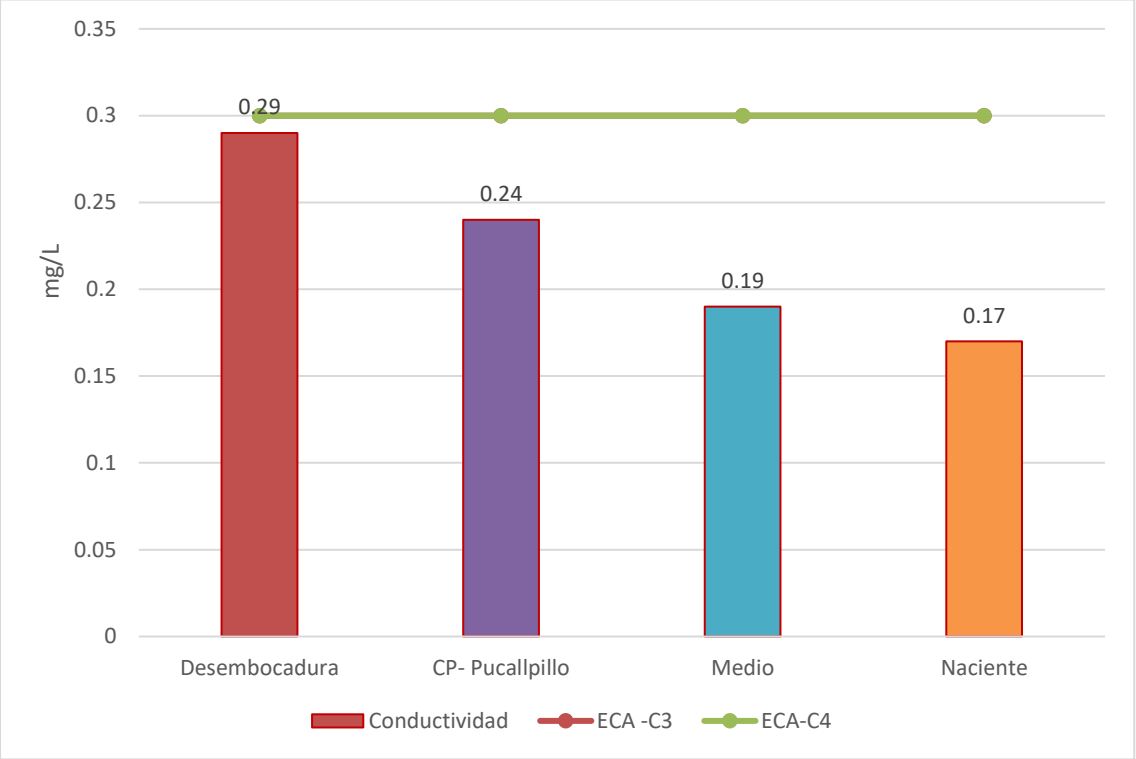
La figura 35, muestra la Concentración de Cobre en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos 0.0012 mg/L, Todos los puntos presentan concentraciones de Cobre menores a 0.0012 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva) los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.002 mg/L y para la Categoría 3 (C3 destinados para riegos de vegetales y bebidas de animales) los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 2 mg/L.

Figura 36 Concentración de Cromo en la laguna Pucallpillo



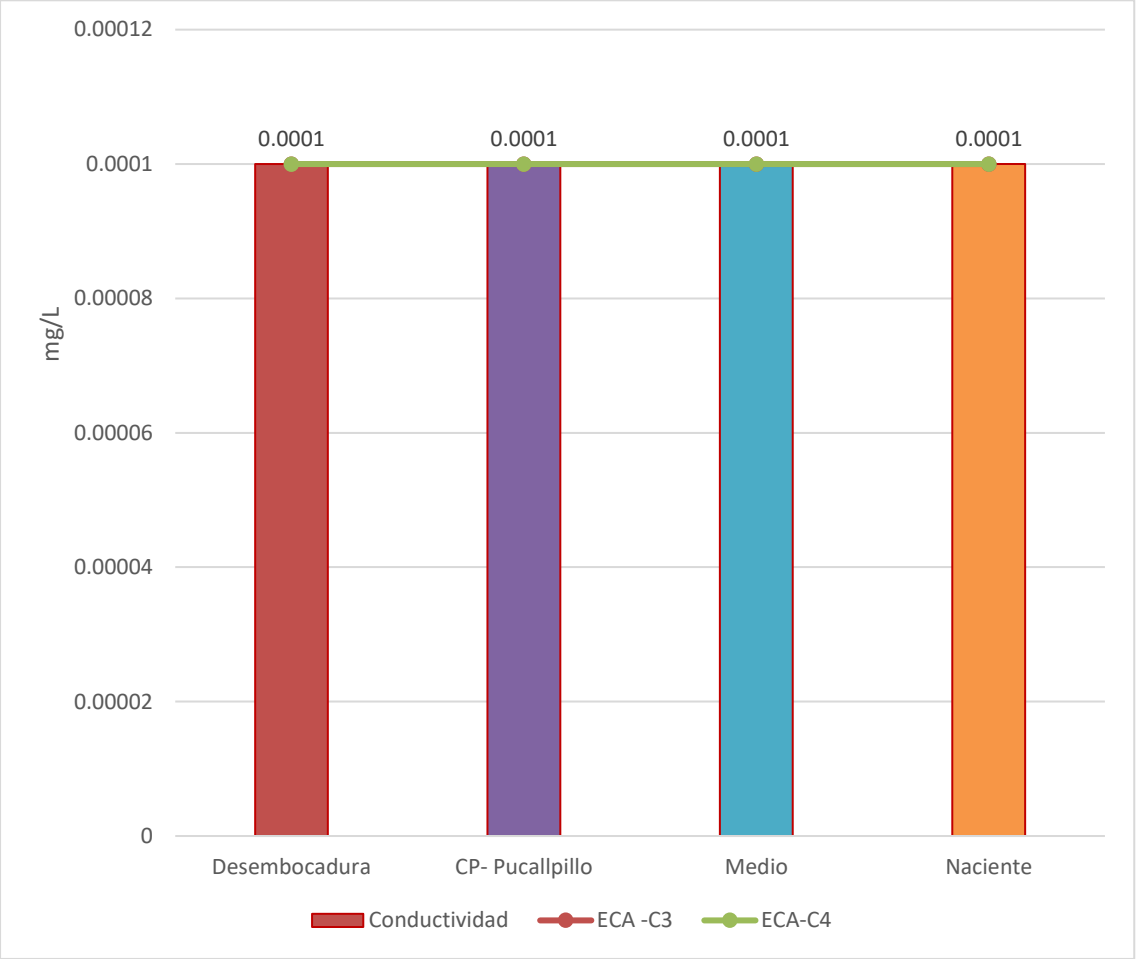
La figura 36, muestra la Concentración de Cromo en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos 0.004 mg/L, Todos los puntos presentan concentraciones de Cromo menores a 0.004 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva) los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.011 mg/L y para la Categoría 3 (C3 destinados para riegos de vegetales y bebidas de animales) los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.05 mg/L.

Figura 37 Concentración de Hierro en la laguna Pucallpillo.



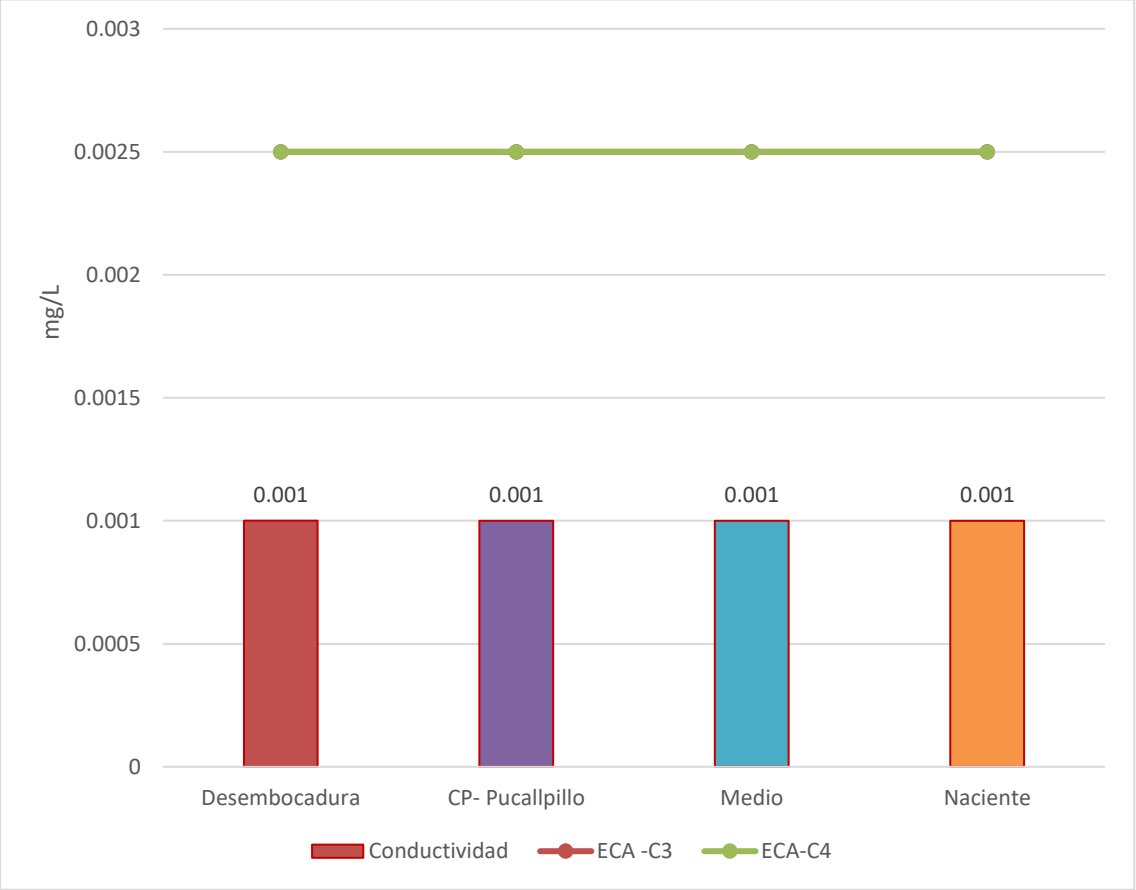
La figura 37, muestra la Concentración de Hierro en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 0.17 a 0.29 mg/L, siendo el punto con mayor concentración es la Desembocadura con 0.29 mg/L, seguido por el punto CP Pucallpillo con 0.24 mg/l, el Medio con 0.19 mg/l y Naciente con un nivel menor de 0.17 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.3 mg/L.

Figura 38 Concentración de Mercurio en la laguna Pucallpillo



La figura 38, muestra la Concentración de Mercurio en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 0.0001 mg/L, siendo que los puntos Desembocadura, CP Pucallpillo, Medio y Naciente tienen una concentración menor a 0.0001 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.0001 mg/L.

Figura 39 Concentración de Plomo en la laguna Pucallpillo.



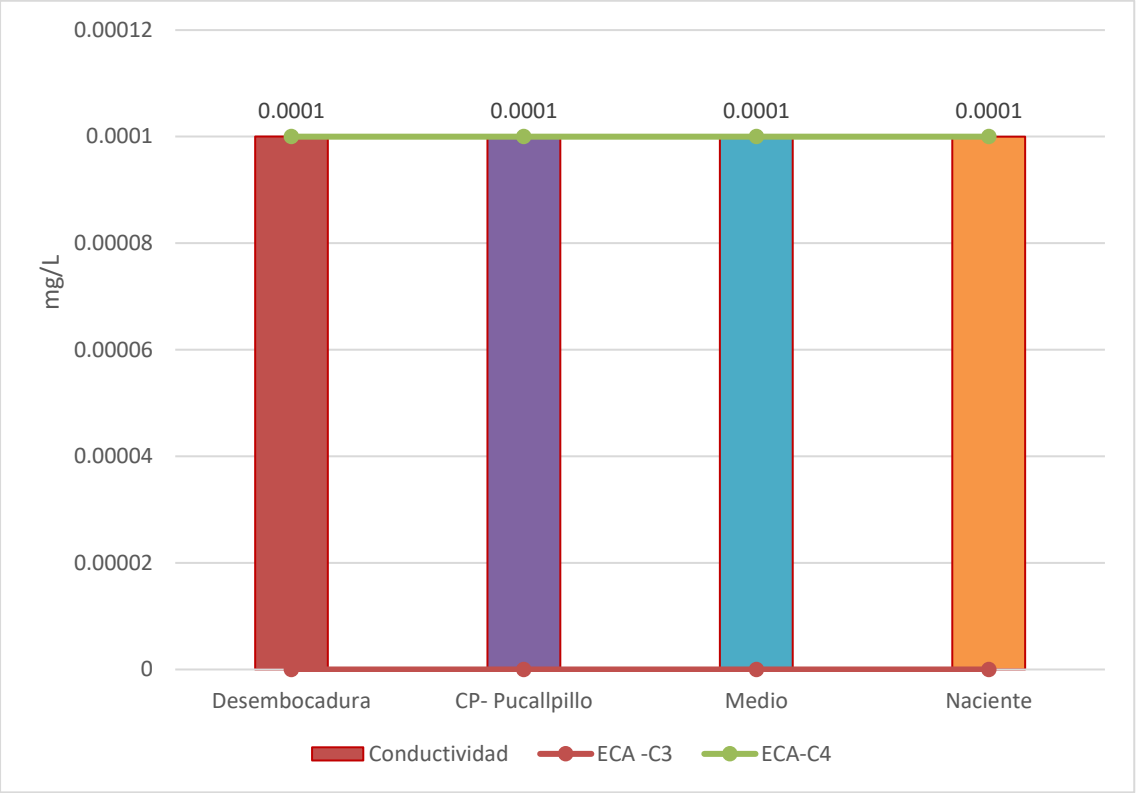
La figura 39, muestra la Concentración de Plomo en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 0.001 mg/L, siendo que los puntos Desembocadura, CP Pucallpillo, Medio y Naciente tienen una concentración menor a 0.001 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.0025 mg/L.

En este estudio los únicos metales que fueron detectados son el Bario de 0.014 a 0.31 mg/l y el Hierro de 0.17 a 0.29 mg/l, ninguno de estos metales evaluados supera las Estándares de Calidad para agua. En cuerpos de agua como laguna,

menciona Acuña y otros (2022), que evaluaron la calidad de agua de la laguna Maria la Gorda en rio Gallegos Argentina, no presento concentración cuantificable de Arsénico, Bario, Cadmio, Cobre, Cromo, Mercurio, Níquel y Plomo. En otro cuerpo de agua regional Panduro y Pizango (2024), evaluaron la concentracion de metales en el rio Neshuya, donde kos resultados registradosn niveles de Cd < 0.0006 mg/l, Cr < 0.0005 mg/l, de Pb < 0.003 mg/l, Hg < 0.00005 mg/l y As < 0.0001 mg/l, sin embargo, se encontró concentraciones de Fe en un promedio de 0.011 mg/l. Pero a diferencia de un cuerpo de agua ubicado en la zona urbana, como mencion Macedo (2022), que evaluo la calidad del agua de la quebrada Yumantay, los metales en promedio como el Aluminio de 0.1092 mg/L, el Cobre de 0.00306 mg/L, el Hierro de 0.014 mg/L y otros metales menores a su límite de cuantificación. Tambien es importante reconocer las actividades que se realizan en la zona, que afectan directamente la calidad del agua, Graza y Quispe (2015), en su proyecto de investigación “Determinación de Pb, Cd, As en aguas del río Santa en el pasivo minero ambiental de Recuay, Ticapampa”, la concentración de As fue 0,0404 mg/L, del Pb 0,6402 mg/L y del Cd 0,0396 mg/L. Así mismo evaluaron laguna alto andinas en la provincia de Pasco, donde los niveles de Arsénico están de 0.034 a 12.7 mg/l, Cadmio de 0.0 a 0.175 mg/l, Cobre de 0.012 a 26.5 mg/l, Plomo de 0 a 0.3 mg/l y no se detectó Mercurio (Baylón y otros,2018). En un estudio evaluaron la calidad del agua de 6 lagunas, donde los niveles de aluminio rondan de 0.36 a 8 mg/l, Arsénico de 0.02 a 0.136 mg/l, Hierro de 1.05 a 16.22 mg/l, Calcio de 25 a 272 mg/l, Plomo de 0.0 a 0.3 mg/l Mercurio, Molibdeno, Níquel no se detectó (Tapia y otros, 2018). También los sedimentos que componen el cuerpo de agua pueden afectar la calidad del agua, pero el estudio de Salas y otros (2020), en donde se investigó la “Distribución de metales pesados y metaloides en aguas

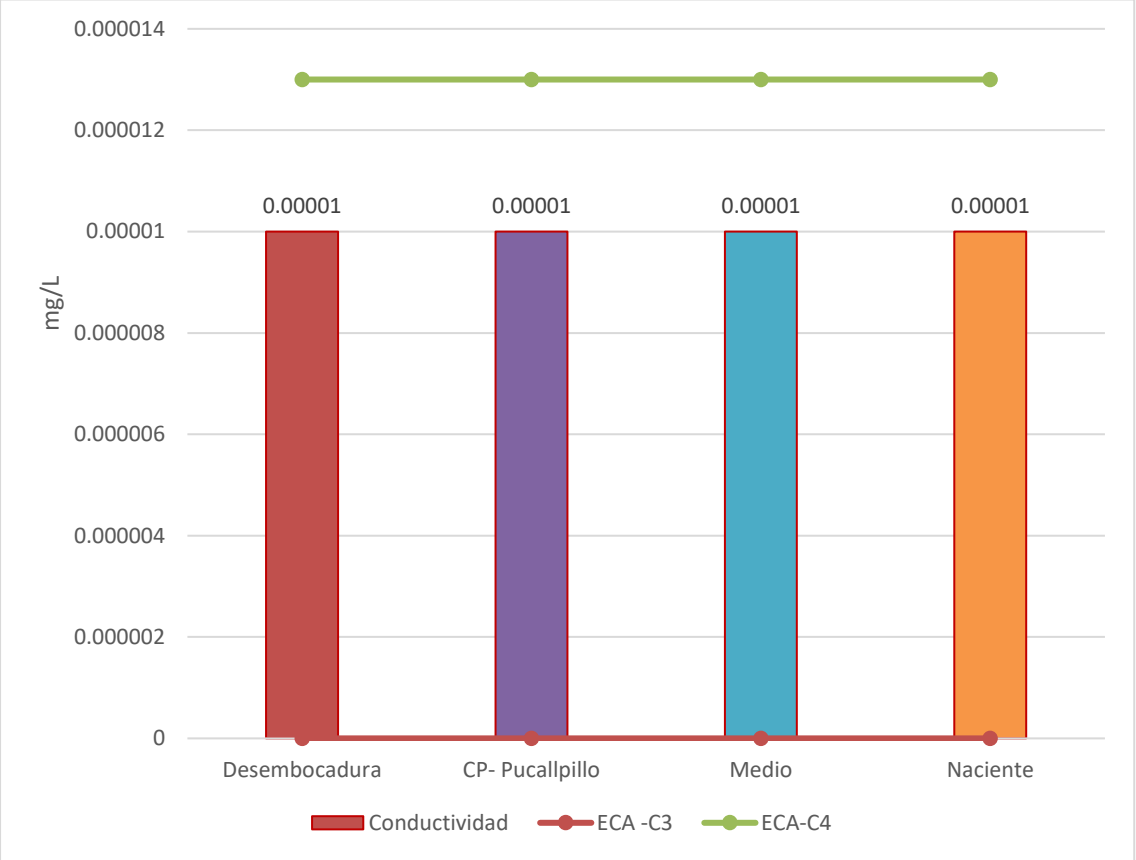
superficiales y sedimentos del río Crucero, Perú". donde la concentración de metales en agua no excede los estándares de calidad ambiental nacionales.

Figura 40 Concentración de Malatión en la laguna Pucallpillo



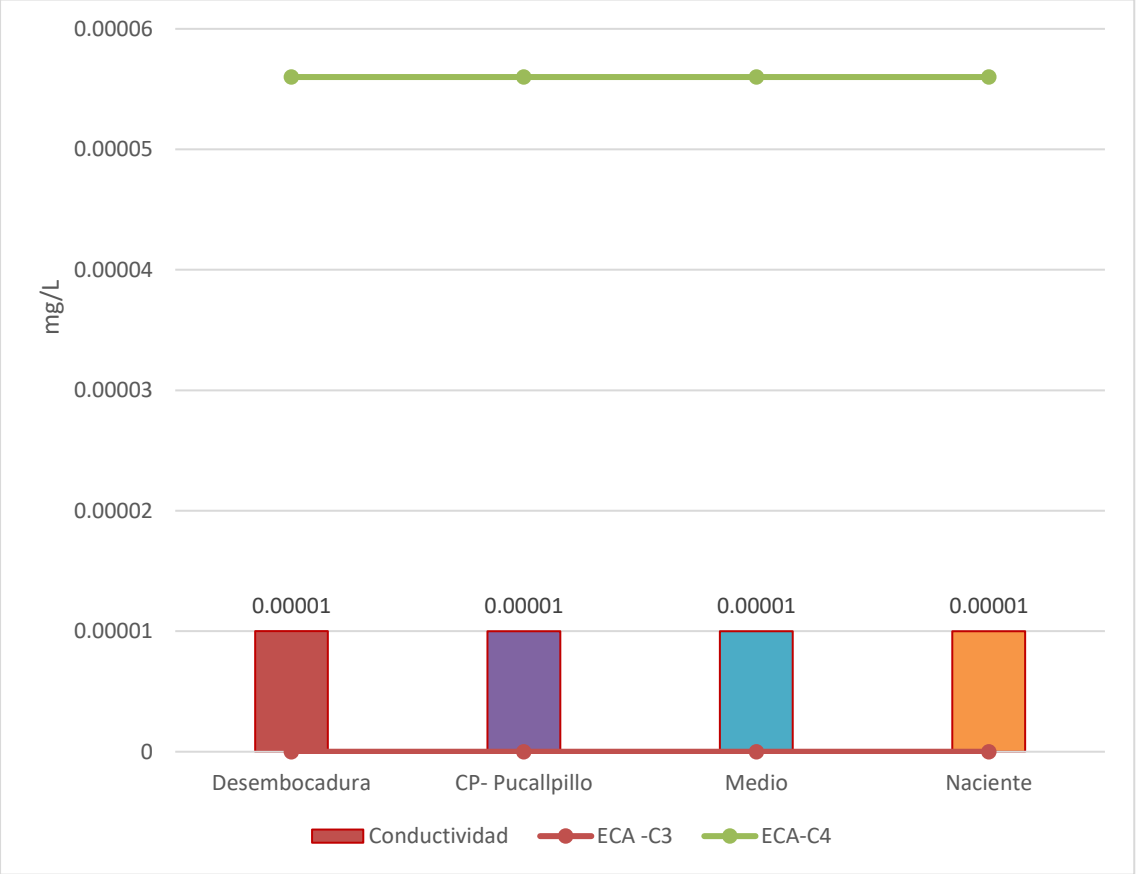
La figura 40, muestra la Concentración de Malatión en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 0.0001 mg/L, siendo que los puntos Desembocadura, CP Pucallpillo, Medio y Naciente tienen una concentración menor a 0.0001 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.0001 mg/L.

Figura 41 Concentración de Paratión en la laguna Pucallpillo



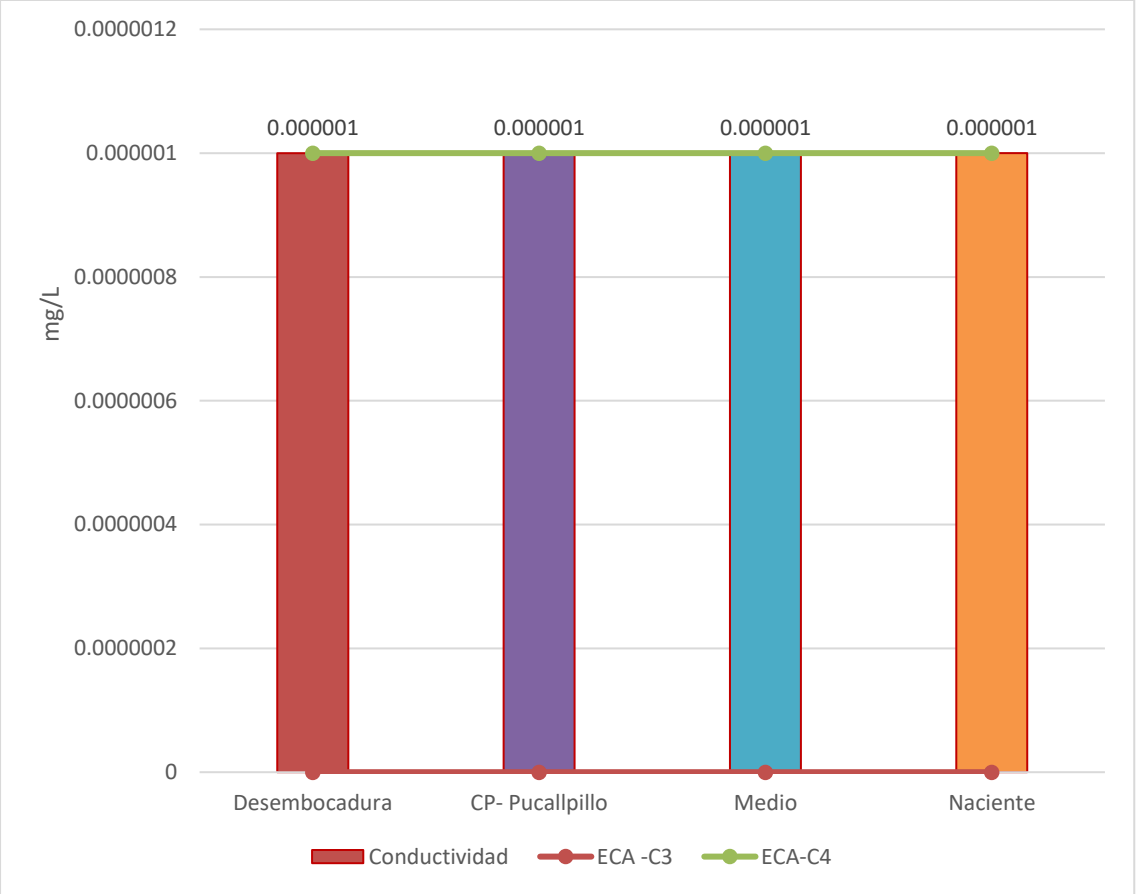
La figura 41, muestra la Concentración de Paratión en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 0.00001 mg/L, siendo que los puntos Desembocadura, CP Pucallpillo, Medio y Naciente tienen una concentración menor a 0.00001 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.000013 mg/L.

Figura 42 Concentración de Endosulfán en la laguna Pucallpillo



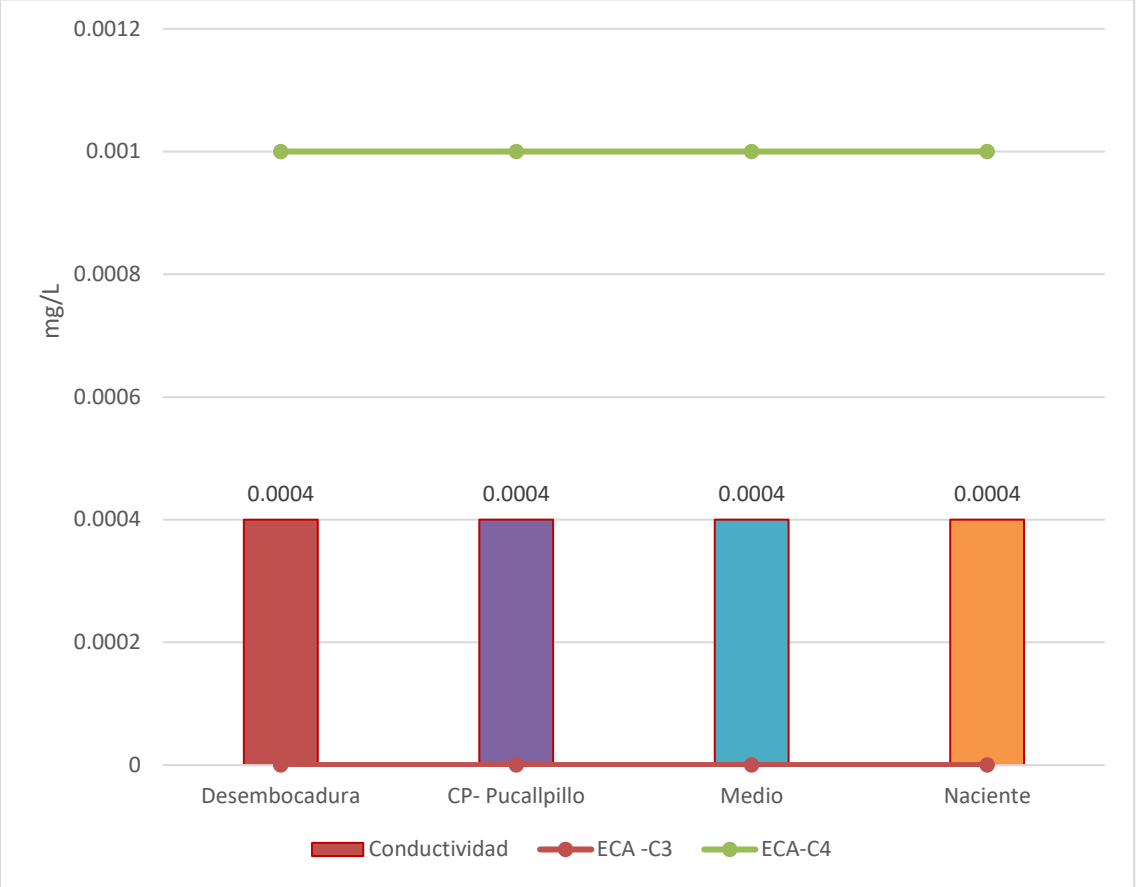
La figura 42, muestra la Concentración de Endosulfán en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 0.00001 mg/L, siendo que los puntos Desembocadura, CP Pucallpillo, Medio y Naciente tienen una concentración menor a 0.00001 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.000056 mg/L.

Figura 43 Concentración de DDT (Total) en la laguna Pucallpillo



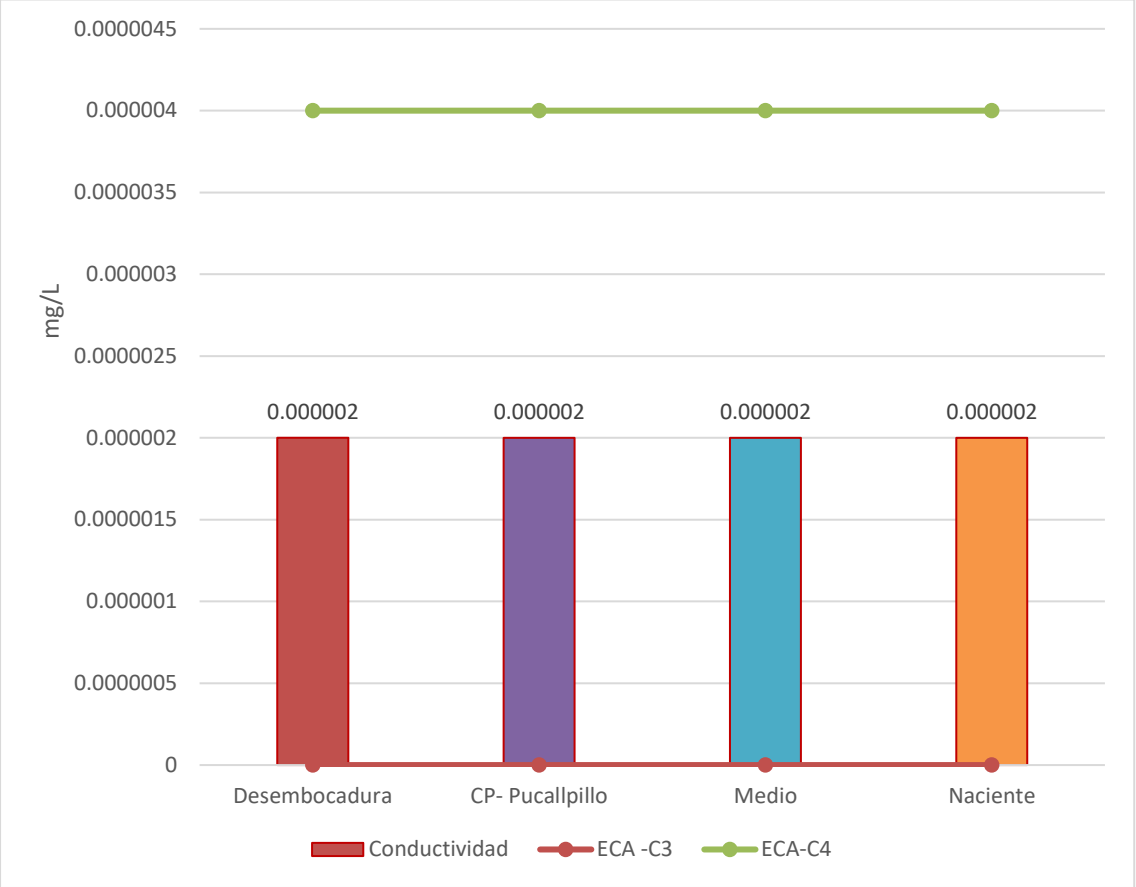
La figura 43, muestra la Concentración de DDT (Total) en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 0.000001 mg/L, siendo que los puntos Desembocadura, CP Pucallpillo, Medio y Naciente tienen una concentración menor a 0.000001 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.000001 mg/L.

Figura 44 Concentración de Aldicarb en la laguna Pucallpillo.



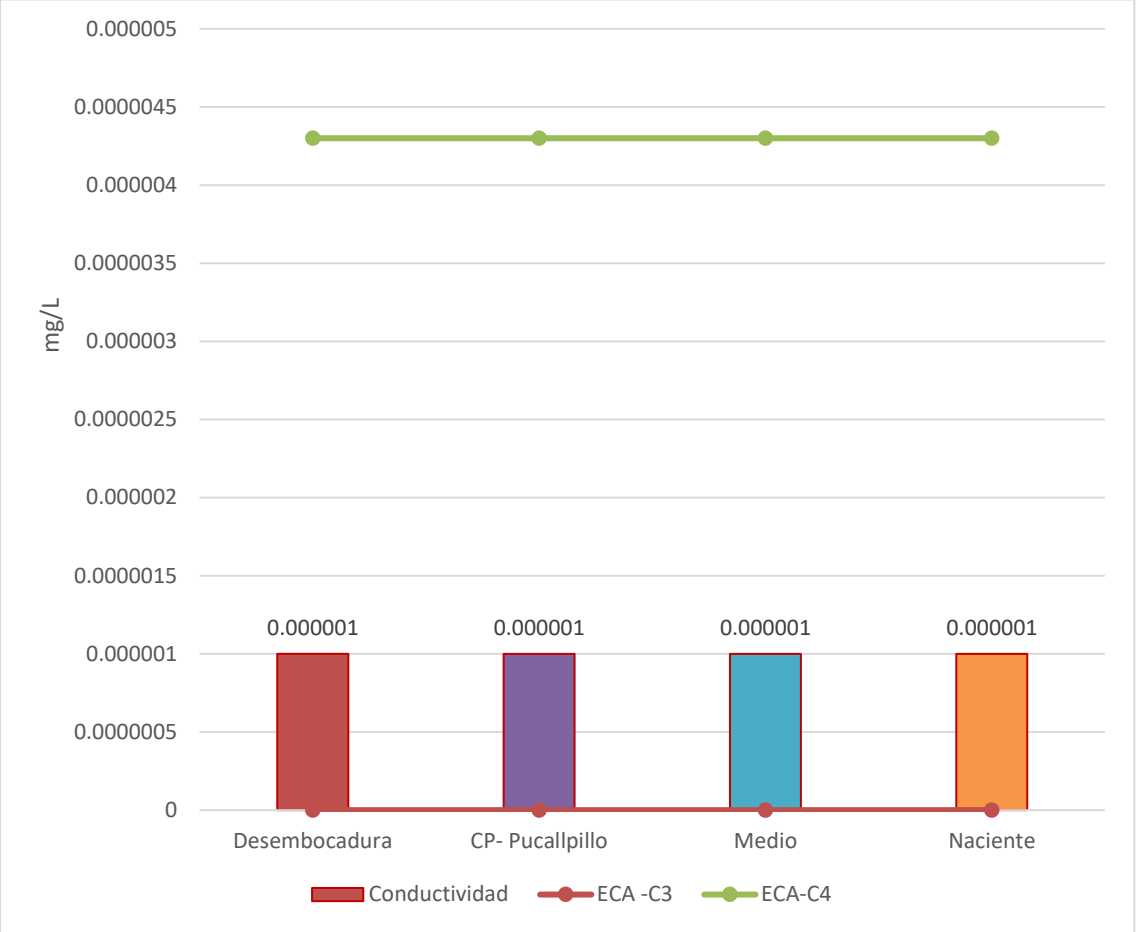
La figura 44, muestra la Concentración de Aldicarb en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 0.0004 mg/L, siendo que los puntos Desembocadura, CP Pucallpillo, Medio y Naciente tienen una concentración menor a 0.0004 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.001 mg/L.

Figura 45 Concentración de Aldrín en la laguna Pucallpillo.



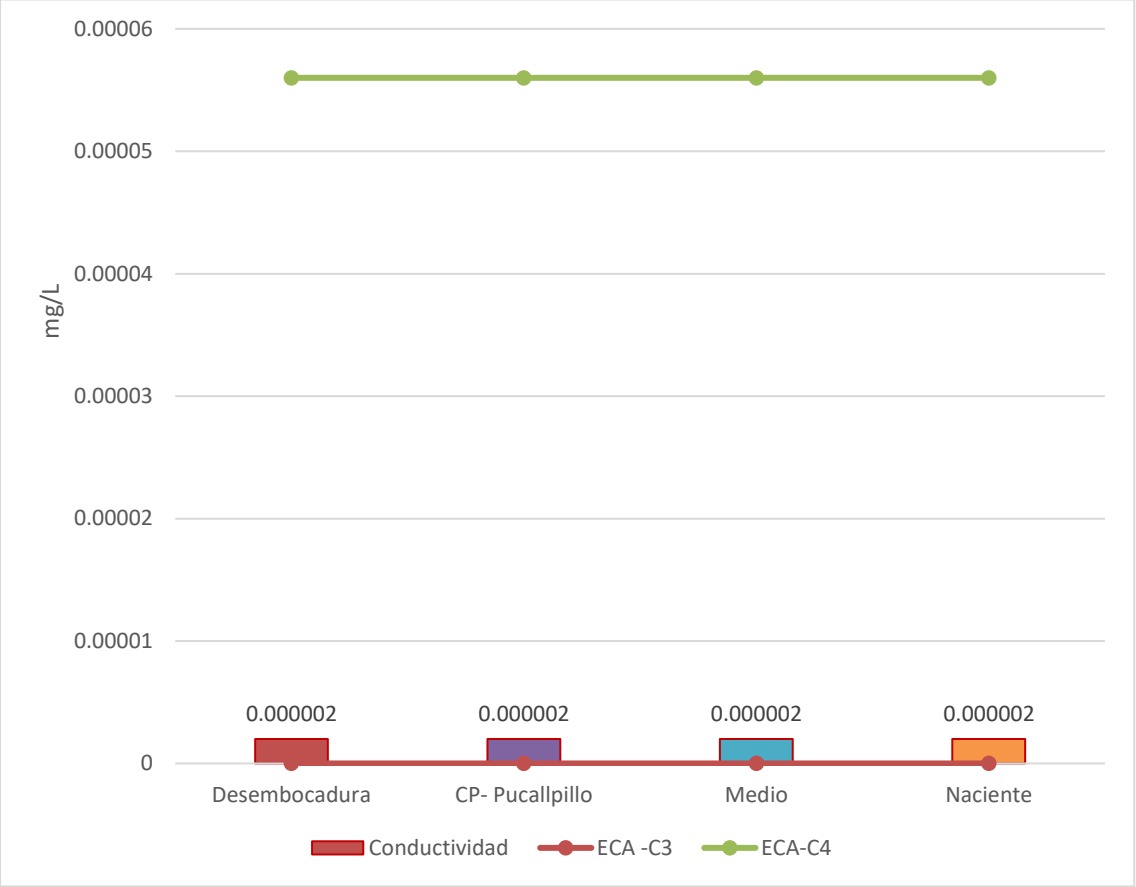
La figura 45, muestra la Concentración de Aldrín en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 0.000002 mg/L, siendo que los puntos Desembocadura, CP Pucallpillo, Medio y Naciente tienen una concentración menor a 0.000002 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.00004 mg/L.

Figura 46 Concentración de Clordano (Total)*en la laguna Pucallpillo.



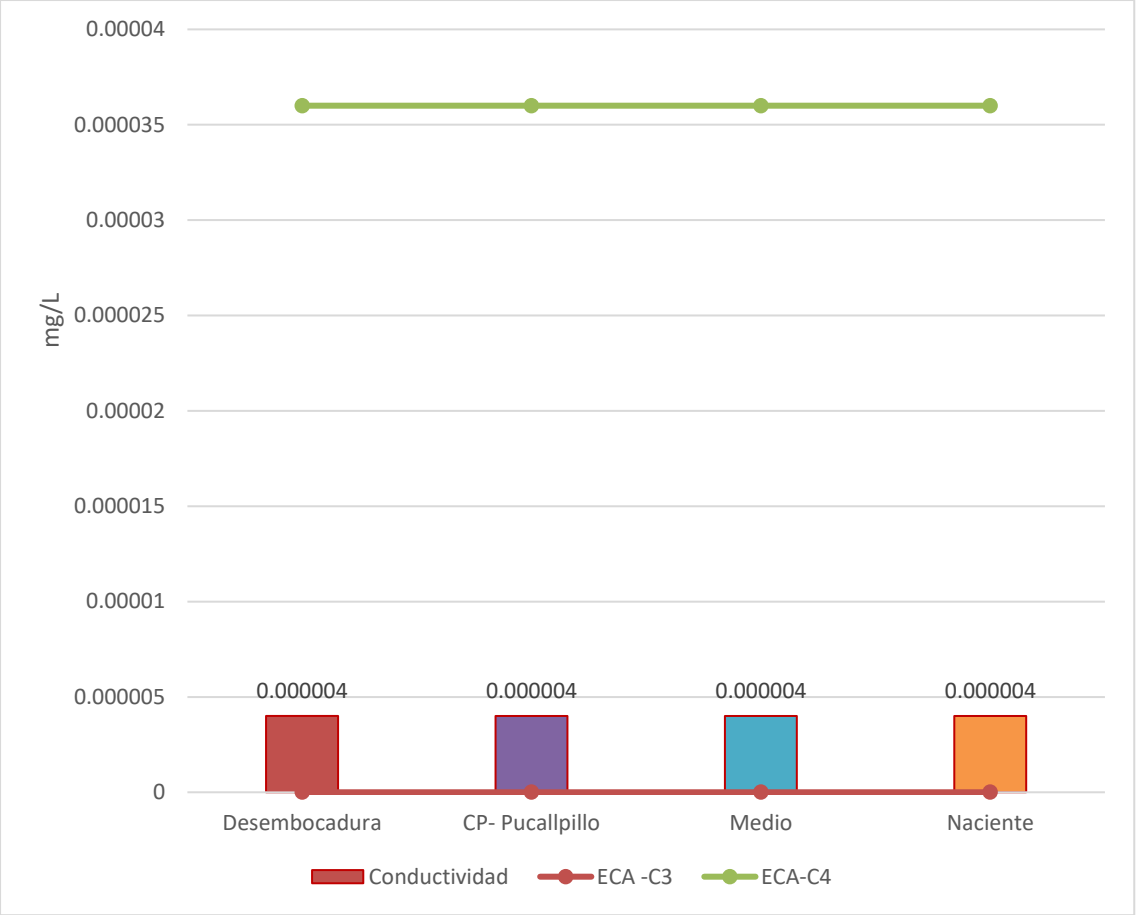
La figura 46, muestra la Concentración de Clordano (Total)* en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 0.000001 mg/L, siendo que los puntos Desembocadura, CP Pucallpillo, Medio y Naciente tienen una concentración menor a 0.000001 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.0000043 mg/L.

Figura 47 Concentración de Dieldrín en la laguna Pucallpillo



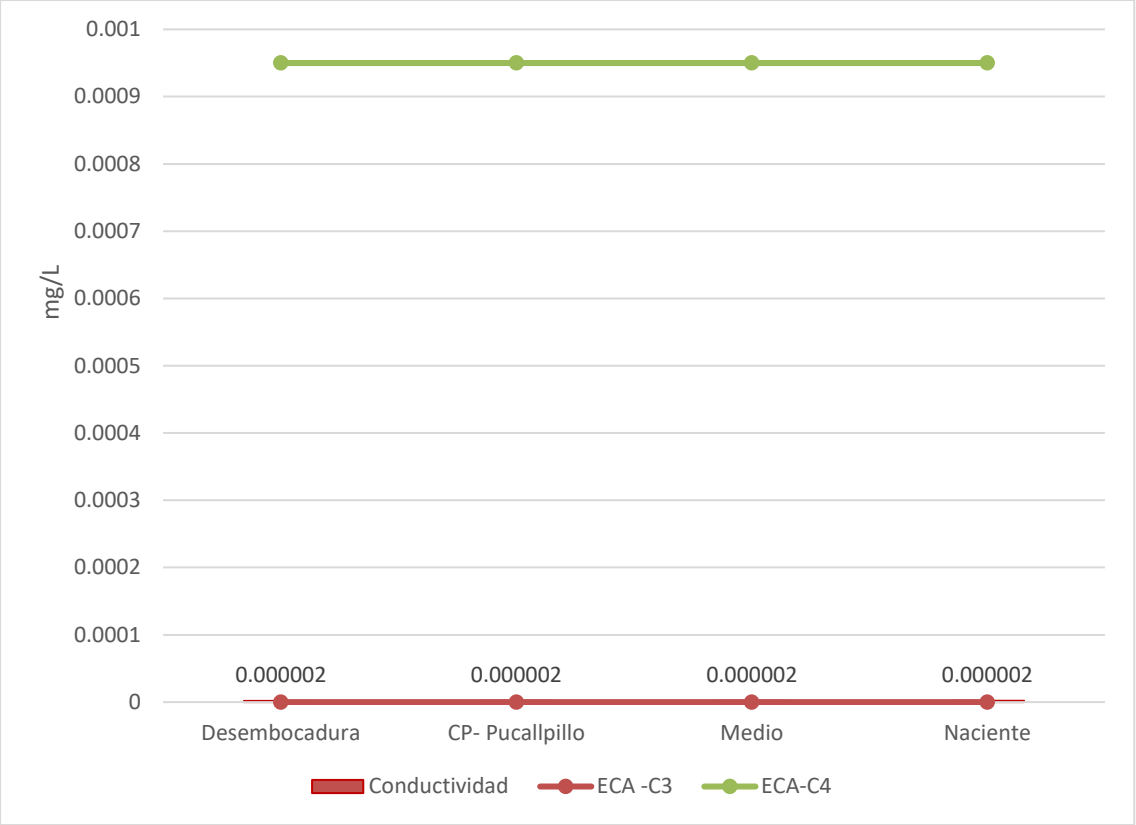
La figura 47, muestra la Concentración de Dieldrín en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 0.000002 mg/L, siendo que los puntos Desembocadura, CP Pucallpillo, Medio y Naciente tienen una concentración menor a 0.000002 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.000056 mg/L.

Figura 48 Concentración de Endrín en la laguna Pucallpillo



La figura 48, muestra la Concentración de Endrín en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 0.000004 mg/L, siendo que los puntos Desembocadura, CP Pucallpillo, Medio y Naciente tienen una concentración menor a 0.000004 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.000035 mg/L.

Figura 49 Concentración de Lindano en la laguna Pucallpillo



La figura 49, muestra la Concentración de Lindano en la laguna Pucallpillo. Los valores obtenidos varían entre 0.000002 mg/L, siendo que los puntos Desembocadura, CP Pucallpillo, Medio y Naciente tienen una concentración menor a 0.000002 mg/L. Al comparar estos resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú, establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para cuerpos de agua categorizados como Categoría 4 (C4 Conservación de ríos de la Selva), los 4 puntos cumplen con los límites establecidos de 0.0009 mg/L.

En la evaluación de los resultados no se identificó la presencia de pesticidas en las aguas de la laguna Pucallpillo, lo que contrasta con otros estudios realizados en diferentes cuerpos de agua. Por ejemplo, Nunja (2018) evaluó la calidad del agua de la laguna La Encantada en la provincia de Huaura, donde se detectaron concentraciones de Atrazina (0,030 µg/L) y Carbendazim (0,178 µg/L). De igual modo,

Silva y otros (2019) reportaron residuos de glifosato (2.05 mg/kg), DDT (0.31 mg/kg) y hexaclorobenceno (0.01 mg/kg), mientras que Zeng y otros (2019) encontraron DDT (0.06 mg/kg), hexaclorociclohexano (0.02 mg/kg) y benzopireno (0.04 mg/kg) en sus análisis. En México, Hernández y otros (2019) señalaron niveles considerablemente más altos en el río Atoyac, donde se registraron residuos de DDT (620.2 µg/L), hidrocarburos aromáticos policíclicos (47’015,800 µg/L) y pireno (1,689 µg/L). Estos hallazgos reflejan la influencia de la actividad agrícola intensiva y el uso frecuente de agroquímicos como estrategia para incrementar la productividad, motivados por la variedad, accesibilidad y bajo costo de estos productos (Abril y Peña, 2023). Esta situación se confirma en el estudio de Rodríguez y otros (2021), quienes analizaron la influencia de plaguicidas en cultivos de melón y sandía, identificando la presencia de un fungicida y siete insecticidas en agua y/o sedimentos, entre ellos azoxistrobina en agua y cipermetrina en sedimentos, con concentraciones elevadas de endosulfán (5.76 µg/L) y cipermetrina (301 µg/kg). Asimismo, Merlo y otros (2024) evaluaron la presencia de pesticidas en tierras agrícolas de Michoacán, reportando las concentraciones más altas para imidacloprid (1195 ng/L), carbendazim (932 ng/L) y el metabolito 3-PBA (494 ng/L). Diversos autores advierten que el uso excesivo e indiscriminado de plaguicidas tiene efectos colaterales sobre la biodiversidad y genera alteraciones en los ecosistemas, representando riesgos significativos para la salud y el ambiente (Salamanca, 2020). En este contexto, se puede afirmar que en la laguna Pucallpillo el uso de plaguicidas e insecticidas es limitado, lo que concuerda con las afirmaciones de los pobladores, en su mayoría agricultores, quienes sostienen que su empleo en la zona es reducido.

CAPITULO V

CONCLUCIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- Las actividades agrícolas influyen negativamente en la calidad del agua de la laguna Pucallpillo generando niveles elevados de Fosforo y Potasio.
- Las principales actividades agrícolas que se realizan en las riberas de la laguna de Pucallpillo son la crianza pollos a pequeña escala y cultivos de camu camu.
- Las actividades agrícolas que se realizan en la zona del aportante hídrico de la cuenca de la laguna Pucallpillo son el cultivo de Camu Camu, seguido por el cultivo de Platano y Sandia.
- Las características físicas del agua de la laguna Pucallpillo son en promedio de Oxígeno Disuelto de 4.5 mg O2/L, Conductividad de 629 µmhos/cm y pH de 7.05 H+.
- Las características Microbiológicas del agua de la laguna Pucallpillo son para Coliformes Termo tolerantes 60.5 NMP/100mL y E. Coli 2 NMP/100mL.
- Las características Químicas del agua de la laguna Pucallpillo son para DQO 16.75 mg O2/L, DBO5 4.5 mg BOD5/L, Fosforo 0.0435 mg/L, Potasio de 4.92 mg/L, los metales presentes son el Bario de 0.024 mg/L, Hierro de 0.22 mg/L y otros metales no detectables y no se presenta concentraciones cuantificables de plaguicidas.

5.2. Recomendaciones.

- Se recomienda implementar prácticas agrícolas sostenibles y establecer zonas l entre las áreas de cultivo y la laguna para reducir la escorrentía de nutrientes como el fósforo y potasio hacia el cuerpo de agua.

- Se sugiere regular y monitorear las actividades de crianza avícola y cultivo de camu camu mediante ordenanzas locales que limiten su expansión sin control, promoviendo el uso de buenas prácticas agropecuarias que minimicen el impacto ambiental.
- Es recomendable realizar campañas de concientización y asistencia técnica para los agricultores de camu camu, plátano y sandía, orientadas a un uso eficiente de fertilizantes y manejo adecuado de residuos orgánicos e inorgánicos.
- Se recomienda continuar con un monitoreo periódico de los parámetros físicos del agua como oxígeno disuelto, conductividad y pH, especialmente en época de creciente y vaciante, a fin de identificar tendencias y tomar medidas correctivas oportunas.
- Se sugiere establecer controles sanitarios más estrictos en las zonas de cultivo y evitar el acceso directo de animales al cuerpo de agua, así como realizar campañas de sensibilización sobre el adecuado manejo de excretas y residuos domésticos.
- Se recomienda mantener la vigilancia constante de los niveles de materia orgánica, nutrientes y metales, fortaleciendo la capacidad técnica del gobierno local para ejecutar programas de monitoreo ambiental e implementar medidas de mitigación si se detectan variaciones significativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abbona, Esteban Andrés. Sarandón, Santiago Javier y Vázquez, Mabel Elena. (2011). Balance de nutrientes como indicador del manejo sustentable del suelo y el agua en la producción hortícola a campo de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Cadernos de Agroecologia,* *6*(2). Obtenido de https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/126807

Abril Ulloa, Mariana y Peña Cala, Alberto. (2023). *Análisis de riesgo ambiental causado por plaguicidas y agroquímicos en los cultivos de mora de la ciudad de Piedecuesta.* Santander: RI-UTS. Obtenido de http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/13447

Acuña Adrián Javier, Szewczuk Javier Américo, Pucci Graciela Natalia. (2022). CALIDAD AMBIENTAL DE LA LAGUNA MARÍA LA GORDA DE LA CIUDAD DE RÍO GALLEGOS, ARGENTINA. *Revista internacional de contaminación ambiental,* *37*(1). Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992021000100131&script=sci_arttext

Aguilar Sánchez Juan de Dios y Napoleón Cubas Irigoín. (2021). Contaminación de suelos por el uso de aguas residuales. *ALFA. Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias,* *5*(14), 131-144. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/96911041/298-libre.pdf?1673019558=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DContaminacion_de_suelos_por_el_uso_

de_ag.pdf&Expires=1751473975&Signature=fzXVHAD8Xpn-93KF6iWiLBSskhhCqR8cmaVCb~MlfzWehLnNFn-of1OZLv

ANA. (2016). *Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de los Recursos Hidricos Superficiales.* Lima: MINAGRI. Obtenido de https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/1475.pdf

ANA. (2018). *Autoridad Nacional del Agua. LINEAMIENTOS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE FUENTES CONTAMINANTES RELACIONADAS CON LOS RECURSOS HÍDRICOS.* LIMA: MINAM.

ANA. (2018). *METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA-PE, APLICADO A LOS CUERPOS DE AGUA CONTINENTALES SUPERFICIALES.* Ica. Obtenido de https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2440

AQYUAE. (28 de Diciembre de 2021). *fundacionaquae*. Obtenido de https://www.fundacionaquae.org/wiki/tipos-contaminacion/

Baylón Coritoma, Maribel, Roa Castro, Karen, Libio Sánchez, Tito, Tapia Ugaz, Liliana, Jara Pena, Enoc, Macedo Prada, Diego, Salvatierra Sevillano, Alan, & Dextre Rubina, Abigail. (2018). ation of the diversity of phytoplanktonic algae as water quality indicators in high andean lakes of the department of Pasco (Peru). *Ecología Aplicada, 17*(1), 119-132. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-22162018000100013&script=sci_arttext&tlng=en

CHRISTIAN JOEL MARIN LÓPEZ. (2012). *CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA YARINACOCHA PARA USO RECREACIONAL.* Tingo Maria: UNIVERSIDAD

NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA. Obtenido de https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5a25c74a-51b5-4b3b-b94b-6ae93ae0ec2e/content

Deknock, A., Troyer, N., Houbraken, M., Dominguez-Granda, L., Nolivos, I., Echelpoel, W. V., Eurie, M.A., Spanoghe, P. Goethals, P. (2019). Distribution of agricultural pesticides in the freshwater environment of the Guayas River basin (Ecuador). *Science of the Total Environment, 646*, 996-1008. Obtenido de https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30235652/

Enríquez-Estrella, Quevedo-Escobar, & Guamán Bravo. (2022). Evaluación del aprovechamiento de residuos sólidos ganaderos para producir biogás y abonos en la comunidad El Calvario, Provincia de Pastaza El Calvario. *Revista Estudios Ambientales, 10*(1), 18-34. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Miguel-Enriquez-2/publication/362580180_Evaluacion_del_aprovechamiento_de_residuos_solidos_ganaderos_para_producir_biogas_y_abonos_en_la_comunidad_El_Calvario_Provincia_de_Pastaza_Ecuador/links/62f286aa88b83e7320beba85

EPA. (16 de Mayo de 2024). *Agencia de Proteccion Ambiental de Estados Unidos*. Obtenido de https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-pesticidas#:~:text=Un%20pesticida%20es%20cualquier%20sustancia,Utilizarlo%20como%20estabilizador%20de%20nitr%C3%B3geno.

Escobar Arrieta, Sandra, Albuja, Ana, & Andueza Leal, Félix Daniel. (2021). Calidad fisicoquímica del agua de la laguna Colta. Chimborazo. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo, 11*(1), 76-81. Obtenido de

http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2602-84842021000100076

ESRI. (2024). *support.esri*. Obtenido de https://support.esri.com/es-es/gis-dictionary/anthropogenic

Flores Yaranga, Andrea Luz, & Vásquez Pérez, Renzo Alberto. (2023). *Diseño de modelo de la cadena de suministros del fertilizante orgánico para reutilizar desechos orgánicos y abordar el bajo consumo de fertilizantes en el Perú.* Lima: UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/671604/Flores_YA.pdf;jsessionid=6A3C02C321866C523E5D09207BC71DC0?sequence=1

FUCHS ODICIO ANGGIE MELISSA y VÁSQUEZ SOPLIN KELLY JULIO. (2021). *“EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y BIOLÓGICOS EN TRES PUNTOS DE CONFLUENCIA DE LAS AGUAS DE LA QUEBRADA DE TUSHMO Y LA LAGUNA DE YARINACOCHA, DISTRITO DE YARINACOCHA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI 2020”.* Pucallpa: UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI. Obtenido de https://repositorio.unu.edu.pe/items/8417cbb0-14e6-4cc9-a367-4e5dd1a0007e

Garcia Christian y Endara Alexandra. (2020). Evaluación de la calidad del agua en el río Alambrado utilizando macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores en la zona del embalse de la Laguna de la Mica. *Revista Bionatura, 5*(4), 1380-1386. Obtenido de https://www.revistabionatura.com/2020.05.04.17.html

GEOenciclopedia. (27 de Diciembre de 2022). *GEOenciclopedia.com*. Obtenido de https://www.geoenciclopedia.com/lagunas-79.html

Graza Evaristo, F. W., & Quispe Pozo, R. (2015). *Determinaciòn de Pb, Cd, As en aguas del Rio Santa en el pasivo minero amnbiental de Recuay, Tipicapampa; Recuay - Ancash.* Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4205

Hernández-Ramírez, A. G., Martinez-Tavera, E., Rodriguez-Espinosa, P. F., Mendoza-Pérez, J. A., Tabla-Hernández, J., Escobedo-Urías, D. C., Jonathan, M. P. & Sujitha, S. B. (2019). Detection, provenance and associated environmental risks of water quality pollutants during anomaly events in River Atoyac, Central Mexico: A real-time monitoring approach. *Science of the Total Environment, 669*, 1019-1032. Obtenido de https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30970451/

IDEAM. (2007). *COLIFORMES TOTALES Y E. COLI POR EL METODO NMP.* Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Obtenido de http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Coliformes+totales+y+E.+coli+en+agua+NMP+M%C3%A9todo+Colilert.pdf/463a6c8d-122c-4f75-8572-81bd64baa2d2#:~:text=La%20Escherichia%20coli%20forma%20la,los%20alimentos%2C%20de%20manera%20que

Ileana Jimena Granillo-Suárez, Eugenia López-López, Enrique Martínez y-Ojeda. (2022). ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA LAGUNA DE YURIRIA, GUANAJUATO, ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA LAGUNA DE YURIRIA, GUANAJUATO,. *Revista Mexicana de Agroecosistemas, 9*(1), 19-

29. Obtenido de https://revistaremaeitvo.mx/index.php/remae/article/download/15/11

Indecopi. (2023). *Reporte de Mercado de Fertilizantes en el Perú.* Lima: Dirección Nacional De Investigación Y Promoción De La Libre Competencia (DLC). Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5511128/4909571-reporte-de-mercado-de-fertilizantes-en-el-peru-2023.pdf

Isakova, M., y Gapparov, A. (2023). Estudio de las características de los recursos hídricos a través de la conductividad eléctrica: Un estudio de caso de Uzbekistán. Serie de Conferencias IOP: Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente , 1142. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1142/1/012057 .

Macedo Miriam. (2022). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADA DE YUMANTAY – DEPARTAMENTO DE UCAYALI -2022.* Ucayali: UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI. Obtenido de https://apirepositorio.unu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/91f0aaea-397f-4ddf-b339-5b3c113fc2a5/content

Madjar, R., Sandu, M., & Scăețeanu, G. (2024). Nutrient Water Pollution from Unsustainable Patterns of Agricultural Systems, Effects and Measures of Integrated Farming. *Water, 16*(21). Obtenido de https://www.mdpi.com/2073-4441/16/21/3146

MAGARIÑOS GONZALEZ, GUADALUPE DEL PILAR y VILLAR ACHO, KATTY ANDREA. (2025). *MACROFITAS FLOTANTES COMO BIOINDICADOR DE EUTROFIZACIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL DE LA LAGUNA DE CASHIBOCOCHA, UCAYALI 2022.* Pucallpa: UNIVERSIDAD NACIONAL DE

UCAYALI. Obtenido de https://repositorio.unu.edu.pe/items/b39be246-fe54-46ae-a209-f5d9554a209e

Marín-Leal, J. C., Fernández-Álvarez, A. M., Flores-Nava, J. B., López-Inaudi, Y. del V., & Corona-Quintero, Ángel E. (2020). Dinámica espaciotemporal de la calidad de agua en la laguna Las Peonías (Zulia, Venezuela): 2013-2016. *Revista Facultad De Ciencias Básicas, 15*(2), 83-106. Obtenido de https://revistas.umng.edu.co/index.php/rfcb/article/view/4204

Medina Valdovinos, Edna Karen, Mancilla Villa, Oscar Raúl, Larios, Mayra Michel, Guevara Gutiérrez, Rubén Darío, Olguín López, José Luis, & Barreto García, Oscar Arturo. (2016). Calidad del agua para riego y suelos agrícolas en Tuxcacuesco, Jalisco. *Idesia (Arica), 34*(6), 51-59. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292016005000035&script=sci_arttext

Mengru WANG, Qi ZHANG, Yanan LI, Mirjam P. BAK, Sijie FENG, Carolien KROEZE, Fanlei MENG, Ilaria MICELLA, Vita STROKAL, Aslıhan URAL-JANSSEN, Maryna STROKAL. (2023). WATER POLLUTION AND AGRICULTURE: MULTI-POLLUTANT PERSPECTIVES. *Front. Agr. Sci. Eng., 10*(4), 639–647. Obtenido de https://journal.hep.com.cn/fase/EN/10.15302/J-FASE-2023527

Merlo-Reyes, Christine Baduel, Céline Duwig, M. Isabel Ramírez. (2024). Risk assessment of pesticides used in the eastern Avocado Belt of Michoacan, Mexico: A survey and water monitoring approach. *cience of The Total Environment, 916*. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969724004236

MINCETUR. (15 de Setiembre de 2023). *https://consultasenlinea.mincetur.gob.pe*. Obtenido de https://consultasenlinea.mincetur.gob.pe/fichaInventario/index.aspx?cod_Ficha=5861

MITECO. (18 de Enero de 2022). *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*. Obtenido de https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/proteccion-eutrofizacion/impacto.html

Monserrat Vidal Álvarez, José Luis Marín-Muñiz,Dainiz Hernández y Hernández. (2022). Indicador de la calidad del agua, caso de estudio: Laguna Olmeca, Veracruz, México. *Journal of Basic Sciences, 8*(23), 122-132. Obtenido de https://revistas.ujat.mx/index.php/jobs/article/view/5351/3930

Nunja Garcia Jose. (2018). *DETERMINACION DE LOS PARAMETROS FISICOS QUIMICOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE AGUA EN LA LAGUNA LA ENCANTADA PROVINCIA DE HUAURA - 2016.* HUACHO: UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN. Obtenido de https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/2226/ATANACIO%20ROJAS%20ROSI.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Paco González Ulibarry. (2019). *onsecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes.* Chile: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Obtenido de https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf

Panduro Zeila y Pizango Bianka . (2024). *DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Cd, Cr, Fe, Pb, Hg y As) EN LAS AGUAS DEL RÍO NESHUYA, UCAYALI, PERU.* Pucallpa: UNIVERSIDAD

NACIONAL DE UCAYALI. Obtenido de https://apirepositorio.unu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/f67f8574-c69e-4c35-aec9-6ccd009963d7/content

Pérez Triana Edwin Yamir. (2019). *Evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos comparados con fertilización convencional, en el cultivo de arroz (Oryza Sativa L) variedad Victoria1039 en el municipio de Villavicencio, departamento del Meta.* Villavicencio: Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD. Obtenido de https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/28026/eyperezt.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Polanco Rodríguez, Angel Gabriel, Magaña Castro, Teresa Virginia, Cetz Luit, Jorge, & Quintal López, Rocío. (2019). Uso de agroquímicos cancerígenos en la región agrícola de Yucatán, México. *Centro Agrícola, 46*(2), 72-83. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-57852019000200072&script=sci_arttext

Rafael A. Guajardo-Panes, Finlandia Barbosa-Moreno, Gabriel Díaz-Padilla, Ignacio Sánchez-Cohen. (2020). Cálculo de un índice de calidad del agua en un cuerpo de agua: estudio de caso lagunas Chacahua y Pastoría, Oaxaca. *Guajardo-Panes, 5*(2), 650-669. Obtenido de http://www.rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/105

Rivera Castro Cecilia Andrea, Letelier Pino Jaime Andrés, Acevedo Pizarro Betzabé, Tobar Correa Tamara del Pilar, Loreto Torres Lepe Catalina, Cataldo Figueroa Anita María. (2020). CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO EL SAUCE, VALPARAÍSO, CHILE CENTRAL. *Rev. Int. Contam. Ambient, 36*(2), 261-273.

Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992020000200261&script=sci_arttext

Rodríguez-Rodríguez, C., Matarrita, J., Herrero-Nogareda, L., Pérez-Rojas, G., Alpízar-Marín, M., Chinchilla-Soto, C., Pérez-Villanueva, M., Vega-Méndez, D., Masís-Mora, M., Cedergreen, N., & Carazo-Rojas, E. (2021). Environmental monitoring and risk assessment in a tropical Costa Rican catchment under the influence of melon and watermelon crop pesticides.. Environmental pollution, 284, 117498 . https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117498.

Rodriguez Vasquez Flor de Maria. (2023). *EL FITOPLANCTON Y ZOOPLANCTON COMO BIOINDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA, DURANTE EL PERIODO DEL 2015 AL 2020, EN LA LAGUNA DE YARINACOCHA, UCAYALI, 2023.* Pucallpa: UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI. Obtenido de https://apirepositorio.unu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/fe63b949-f48f-426c-8710-35b76bdc67af/content

Salamanca Castillo Gilmar. (2020). EFECTO DE LOS AGROQUÍMICOS EN SALUD PÚBLICA Y MEDIO AMBIENTE. *AGROQUÍMICOS EN SALUD PÚBLICA Y MEDIO AMBIENTE*, 1-22. Obtenido de https://core.ac.uk/download/pdf/344703632.pdf

Salas Mercado, D., Hermoza Gutierrez , M., & Salas Avila, D. (2020). Distribución de metales pesados y metlaoides en aguas superficiales y sedimentos del río Crucero, Perú. *Revista Boliviana de Quimica*, 185-193. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602020000400001

Salcedo, M.A.; Sánchez, J.A.; Cruz-Ramírez, A.; Álvarez-Pliego, N.; Florido, R.; Ruíz-Carrera, V.; Garrido, A., Alejo-Díaz, R. (2018). APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (WQI-NSF) EN LAGUNAS METROPOLITANAS Y RURALES. *Agroproductividad, 11*(7), 81-86. Obtenido de https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/919/780

Shanndy Huaman-Vilca , Musye Lucen-Espinoza , Mariela Paredes-Vite y Daniela Changanaqui Alfaro. (2020). Evaluación de la calidad del agua de la laguna Marvilla en los Pantanos de Villa (Lima, Perú). *South Sustainability, 1*(2), 1-8. Obtenido de https://scholar.archive.org/work/xeubpqgn7ncbpouvilte77lug4/access/wayback/https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/southsustainability/article/download/779/747

Silva, V., Mol, H. G. J., Zomer, P., Tienstra, M., Ritsema, C. J. & Geissen, V. (2019). Pesticide residues in European agricultural soils - A hidden reality unfolded. *Science of the Total Environment, 653*, 1532-1545. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969718343420

Tapia Liliana, Sánchez Tito, Baylón Maribel, Jara Enoc, Arteaga Caren, Maceda Diego et al . (2018). Invertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua en lagunas Altoandinas del Perú. *Ecología Aplicada, 17*(2). Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-22162018000200003&script=sci_arttext&tlng=en

Velázquez-Chávez Leticia de Jesús, Ortiz-Sánchez Ixchel Abby, Chávez-Simental Jorge Armando, Pámanes-Carrasco Gerardo Antonio, Carrillo-Parra Artemio, Pereda-Solís Martín Emilio. (2023). nfluencia de la contaminación del agua y

el suelo en el desarrollo agrícola nacional e internacional. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*(25). Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2022000100312

Zeng, S., Ma, J., Yang, Y., Zhang, S., Liu, G. & Chen, F. (2019). Spatial assessment of farmland soil pollution and its potential human health risks in China. *Science of the Total Environment, 653*, 642-653. Obtenido de https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31220718/

ANEXOS

Anexo 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Influencia de las actividades agrícolas en la calidad de agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay, Ucayali 2024.					
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensión	Indicadores
General	General	General	**Dependiente:**	Índice ICA	Excelente (95-100)
¿Cómo influye las actividades agrícolas en la calidad de agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay, Ucayali 2024?	Evaluar la influencia de las actividades agrícolas en la calidad de agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay, Ucayali 2024	Las actividades agrícolas influyen negativamente la calidad de agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay	Calidad del agua		Bueno (80-94) Favorable (65-79) Regular (46-64)} Malo (0 -44)
				Físico	Conductividad (µS/cm) pH (H+) Turbiedad (UNT)
Específicos	Específicos	Específicos			
¿Cuáles son las actividades agrícolas que se realizan en las riveras de la laguna de Pucallpillo, Distrito de Manantay?	Evaluar las actividades agrícolas que se realizan en las riveras de la laguna de Pucallpillo, Distrito de Manantay	Las actividades agrícolas que se realizan en las riveras de la laguna de Pucallpillo, Distrito de Manantay, son la siembra de palma y sandia.		Microbiológicos	Coliformes totales (UFC/100 ml) Coliformes Fecales (UFC/100 ml) E. Coli (UFC/ ml) Org. Vida Libre (Unidad/ l)
¿Qué actividades agrícolas se realizan en la zona del aportante hídrico de la cuenca de la laguna Pucallpillo, Distrito de Manantay?	Determinar las actividades agrícolas que se realizan en la zona del aportante hídrico de la cuenca de la laguna Pucallpillo, Distrito de Manantay	Las actividades agrícolas que se realizan en la zona del aportante de la cuenca de la laguna Pucallpillo, Distrito de Manantay		Químicos	Aceites y grasas (mg/l) DBO5(mg/l) DQO(mg/l) Fosforo (mg/l) Amonio (mg/l) Oxígeno Disuelto (mg/l) STD(mg/l)
¿Cuáles son las características físicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay?	Evaluar las características físicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay	Las características físicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay, están por debajo de los ECA-Agua	**Independiente:** Actividades Agrícolas		Sulfatos(mg/l) Metales(mg/l) Pesticidas(mg/l)
¿Cuáles son las características Microbiológicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay?	Evaluar las características Microbiológicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay	Las características Microbiológicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay, están por debajo de los ECA-Agua		Cuenca	Área aportante hídrica
				Sembríos	Plátano Sandia Otros
¿Cuáles son las características Químicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay?	Evaluar las características Químicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay	Las características Químicas del agua de la laguna Pucallpillo Distrito de Manantay, están por debajo de los ECA-Agua		Crianza	Pollos Cerdos Vacas
				Sembrío	Altura (m.s.n.m.) Distancia (m)
				Tipo de pesticida	Herbicida Pesticida Insecticida Otro
				Fertilizantes	Natural Químico

Anexo 2: Panel fotográfico

Figura 50 Llenado de cadena de custodio y formato de campo



Figura 51 Revisión del multiparametro de campo



Figura 52 Medición de parámetros de campo en la laguna de Pucallpillo



Figura 53 Recolección de muestra de agua recipiente 1



Figura 54 Recolección de muestra de agua recipiente 2



Figura 55 Identificación de actividades agrícolas en viviendas de Pucallpillo



Figura 56 Identificación de cultivos de Camú Camú en el centro poblado Pucallpillo

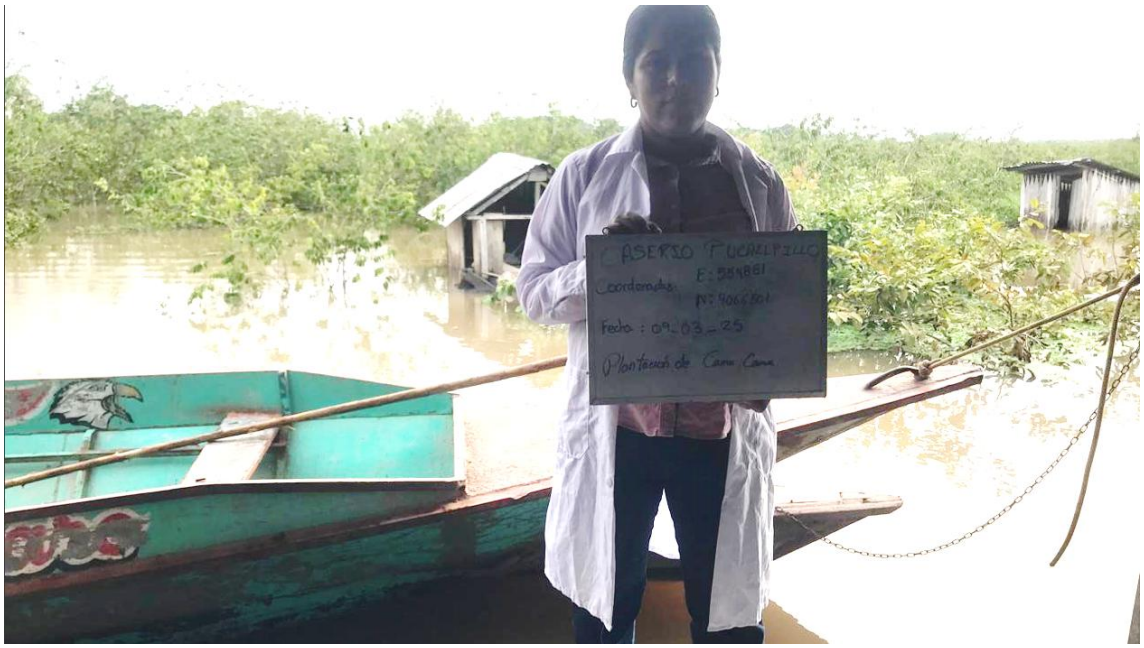


Figura 57 Identificación de actividades agrícolas de crianza de gallinas en viviendas de Pucallpillo



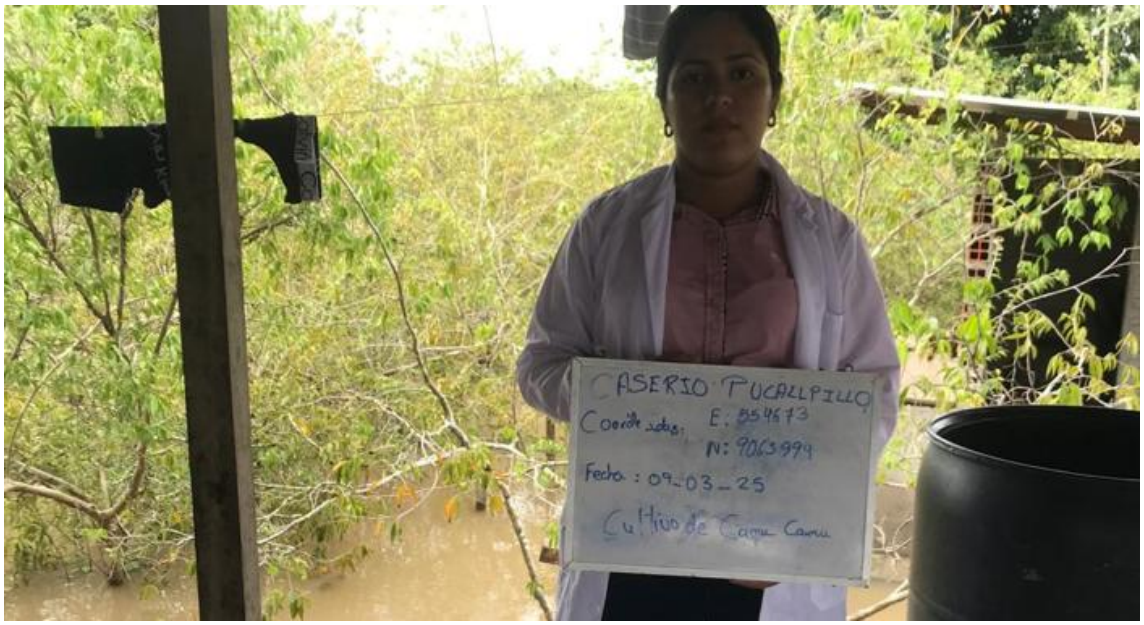
Figura 58 Identificación de actividades agrícolas de crianza de gallinas en viviendas de Pucallpillo



Figura 59 Identificación de actividades agrícolas de crianza de gallinas en viviendas



Figura 60 Identificación de cultivos de Camú Camú en el centro poblado Pucallpillo



Anexo 3: Certificados de análisis

Inspection & Testing Services del Perú S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 120

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N°LE - 120

INFORME DE ENSAYO 26859.21

N° de Orden de Servicio	: O.S. 26859 DA
N° de Protocolo	: 2159.01
Cliente	: **Universidad Nacional de Ucayali**
Dirección legal del cliente	: Carretera Federico Basadre Km.6.500 Agua Superficial
Muestra(s) declarada(s)	: Muestreado por el cliente
Procedencia de la Muestra	: **Nombre del proyecto:** Monitoreo de la calidad de agua de la laguna Pucallpillo
	: **Lugar del proyecto:** Laguna Pucallpillo
Cantidad de Muestra(s) para ensayo	: 04 muestras
Forma de Presentación	: 01 frasco de vidrio ámbar de 1000 mL por muestra
Identificación de la Muestra	: Código de laboratorio del 07-2159.01 al 07-2159.04
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2025-03-10
Fecha de Inicio del Análisis	: 2025-03-10
Fecha de Emisión de Informe	: 2025-04-19

Código de Laboratorio			07-2159.01	07-2159.02	07-2159.03	07-2159.04
Código de Punto de Muestreo			Naciente	Medio	CP. Pucallpillo	Desembocadura
Descripción del Punto de Muestreo			Laguna	Laguna	Laguna	Laguna
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			2025-03-09 10:00 Hrs	2025-03-09 09:00 Hrs	2025-03-09 08:00 Hrs	2025-03-09 07:00 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			2025-03-09 10:30 Hrs	2025-03-09 09:30 Hrs	2025-03-09 08:30 Hrs	2025-03-09 07:30 Hrs
Tipo de Muestra			Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0555794 N 9062910	E 0553415 N 906386	E 0554833 N 9065775	E 0555958 N 9066411
Organofosforados						
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Dimetoato	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Disulfoton	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Famphur	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Forato	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Malatión	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Metil Paratión	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Paratión	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Sulfotep	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
O, O, O -Trietil tiofosfato	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Tionazin	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Organoclorados						
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
2,4-D (Ácido 2,4-diclorofenoxiacético)	mg/L	0,000005	< 0,000005	< 0,000005	< 0,000005	< 0,000005
DDT (Total)	mg/L	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
4,4' Diclorodifenil dicloroetano	mg/L	0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
4,4' Diclorodifenil dicloroetileno	mg/L	0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
4,4' Diclorodifenil tricloroetano	mg/L	0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Alacloro	mg/L	0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Aldrin*	mg/L	0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que le produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. SI INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C no realizo la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Desinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

INFORME DE ENSAYO 26859.21

Alfa Hexaclorociclohexano*	mg/L	0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004
Clordano (Total)*	mg/L	0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
Alfa Clordano*	mg/L	0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004
Beta Clordano	mg/L	0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004
Delta Clordano	mg/L	0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004
Dieldrin	mg/L	0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002
Endosulfan I	mg/L	0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007
Endosulfan II	mg/L	0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007
Endosulfan sulfato	mg/L	0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000009
Endrin	mg/L	0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004
Endrin aldehído	mg/L	0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004
Endrin cetona	mg/L	0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004
Epiclorhidrina	mg/L	0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004
Gamma Clordano	mg/L	0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	mg/L	0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004	<0.000004
Hexaclorobenceno	mg/L	0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002
Lindano	mg/L	0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002
Metoxicloro	mg/L	0.000002	<0.000002	<0.000002	0.000004	<0.000002	<0.000002	<0.000002
Pentaclorofenol	mg/L	0.000001	<0.000001	<0.000001	<0.000001	<0.000001	<0.000001	<0.000001

Observaciones:

- Los resultados con valor "< " esta debajo del Límite de Cuantificación de Método

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
PESTICIDAS ORGANOFOSFORADOS	EPA Method 8270 E. Rev 6 Semivolatile Organic Compounds by gas chromatography /Mass spectrometry
PESTICIDAS ORGANOCLORADOS	EPA Method 8270 E Rev. 06 Semivolatile Organic Compounds by gas chromatography /Mass spectrometry

Mblgo. Grover A. Rupay Falcón
C.B.P.8505
Jefe de Laboratorios

LABORATORIO INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU SAC

Ing. Alex Herlyn Depaz Ramos
C.I.P. 225833
Supervisor de Laboratorio de Fisicoquímica

Fin de documento

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados 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. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

ITS
Inspection & Testing Services del Perú S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 120

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N°LE - 120

INFORME DE ENSAYO 26859.22

N° de Orden de Servicio	: O.S. 26859 DA
N° de Protocolo	: 2159.01
Cliente	: **Universidad Nacional de Ucayali**
Dirección legal del cliente	: Carretera Federico Basadre Km.6.500 Agua Superficial
Muestra(s) declarada(s)	: Muestreado por el cliente
Procedencia de la Muestra	: **Nombre del proyecto:** Monitoreo de la calidad de agua de la laguna Pucallpillo
	: **Lugar del proyecto:** Laguna Pucallpillo
Cantidad de Muestra(s) para ensayo	: 04 muestras
Forma de Presentación	: 01 frasco de vidrio ámbar de 1000 mL por muestra 01 frasco de plástico de 500 mL por muestra 01 frasco de plástico de 250 mL por muestra
Identificación de la Muestra	: Código de laboratorio del 07-2159.01 al 07-2159.04
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2025-03-10
Fecha de Inicio del Análisis	: 2025-03-10
Fecha de Emisión de Informe	: 2025-04-19

Código de Laboratorio			**07-2168.04**	**07-2168.03**	**07-2168.02**	**07-2168.01**
Código de Punto de Muestreo			Desembocadura	CP. Pucallpillo	Medio	Naciente
Descripción del Punto de Muestreo			Laguna	Laguna	Laguna	Laguna
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			2025-03-09 07:00 Hrs	2025-03-09 08:00 Hrs	2025-03-09 09:00 Hrs	2025-03-09 10:00 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			2025-03-09 07:30 Hrs	2025-03-09 08:30 Hrs	2025-03-09 09:30 Hrs	2025-03-09 10:30 Hrs
Tipo de Muestra			Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0555958 N 9066411	E 0554833 N 9065775	E 0553415 N 906386	E 0555794 N 9062910
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Escherichia coli NMP (44.5±0.2°C)	NMP/100mL	1.8	<1.8	2.80	<1.8	<1.8
Fecal Coliform NMP (44.5±0.2°C)	NMP/100mL	1.8	79.00	89.00	56.00	18.0
Conductividad	µmhos/cm	0.1	660.0	640.00	598.00	618.00
Oxigeno Disuelto	mg O2/L	0.1	4.80	3.90	4.40	5.10
Demanda Química de Oxigeno	mg O2/L	5	20	17	14	16
Demanda Bioquímica de Oxigeno	mg BOD5/L	2	5	6	4	4
pH	Unidad de pH	0.01	7.20	7.20	6.9.	6.90
Sólidos Totales Disueltos	mg STD/L	6	395.00	358.00	341.00	368.00
Potasio	mg/L	0,0977	4.987	5.214	5.268	4.247
Fosforo	mg/L	0.042	0.042	0.048	0.042	0.042
Calcio	mg/L	0.005	20.851	19.156	19.259	21.368
Aluminio	mg/L	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Antimonio	mg/L	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Arsénico	mg/L	0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Bario	mg/L	0.0008	0.031	0.027	0.014	0.024
Cadmio	mg/L	0.00020	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Cobre	mg/L	0.0012	<0.0012	<0.0012	<0.0012	<0.0012
Cromo	mg/L	0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Hierro	mg/L	0,0054	0.29	0.24	0.19	0.17
Mercurio	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Plomo	mg/L	0.0010	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados 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. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

INFORME DE ENSAYO 26859.22

Observaciones:

- Los resultados con valor "< " está debajo del Límite de Cuantificación de Método

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
ESCHERICHIA COLI	FDA/BAM Online 8th Ed. Rev. A/1998. Chapter 4, Item G. September 2002. Rev. October 2020. Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria. Solid medium method - Coliforms.
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 24th Edition. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
CONDUCTIVIDAD	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B; 24th Ed. Conductivity. Laboratory Method
OXÍGENO DISUELTO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G, 24th Ed. Oxygen (Dissolved). Membrane Electrode Method
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (D.Q.O.)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. Chemical Oxygen Demand. Closed Reflux, Colorimetric Method.
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24th Ed. pH. Electrometric Method
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 24th Ed. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C
METALES TOTALES Y DISUELTOS	EPA METHOD 200.8 . Rev 5.4 1994. VALIDADO. Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. LABORATORIO

Mblgo. Grover A. Rupay Falcón
C.B.P.8505
Jefe de Laboratorios

Ing. Alex Herlyn Depaz Ramos
C.I.P. 225833
Supervisor de Laboratorio de Fisicoquímica

Fin de documento

El informe de ensayo sólo es valido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados 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. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

Inspection & Testing Services del Perú S.A.C.

CADENA DE CUSTODIA

FR 024

CADENA DE CUSTODIA DE:		CALIDAD DE AIRE		CALIDAD DEL AGUA		CALIDAD DE SUELO		OTROS ESPECIF.		PAG.		DE:	
ORDEN DE SERVICIO N°		PROTOCOLO (Informe de ensayo)											

DATOS DEL CLIENTE					
Razón Social:					
RUC:					
Dirección:					
Contacto:		Teléfono		Correo	
Nombre del Proyecto					
Lugar de Muestreo					

ITEM	CÓDIGO DE PUNTO DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN DE PUNTO DE MUESTREO	INICIO DE MUESTREO		TÉRMINO DE MUESTREO		TIPO DE MUESTRA (*)	CÓDIGO DE FILTRO	COORDENADAS (UTM)	ALTITUD (m.s.n.m)	NÚMERO TOTAL DE FRASCOS POR PUNTO DE MUESTREO	ANÁLISIS REQUERIDOS																Código de laboratorio
			FECHA	HORA	FECHA	HORA					PRESERVACIÓN	OTRO																
												pH>9																
												pH<2																
												Indicar con un (x) en los recuadros inferiores, los analisis requeridos por cada muestra.																	
									E:																			
									N:	