

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

---

**“Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de la laguna Verdecocha, Amarilis, Huánuco - 2022”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA  
AMBIENTAL

AUTORA: Alcedo Aparicio, Stefany Xiomara

ASESOR: Calixto Vargas, Simeón Edmundo

HUÁNUCO – PERÚ

2024

# U

### TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Biotecnología y Nanotecnología

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2020)

### CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería ambiental

**Disciplina:** Ingeniería ambiental y geológica

### DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

# D

### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71597791

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22471306

Grado/Título: Maestro en administración de la educación

Código ORCID: 0000-0002-5114-4114

### DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Zacarias Ventura, Hector Raúl	Doctor en ciencias de la educación	22515329	0000-0002-7210-5675
2	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
3	Morales Aquino, Milton Edwin	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	44342697	0000-0002-2250-3288

# H



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:00 horas del día 06 del mes de diciembre del año 2024, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Dr. Héctor Raúl Zacarías Ventura (Presidente)
- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Secretario)
- Mg. Milton Edwin Morales Aquino (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 2663-2024-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"EFECTO DE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) SOBRE LAS AGUAS EUTROFIZADAS DE LAGUNA VERDECOCHA, AMARILIS, HUÁNUCO - 2022"**, presentado por el (la) Bach. **ALCEDO APARICIO, STEFANY XIOMARA**; para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **APROBADO**.... Por **UNANIMIDAD**... con el calificativo cuantitativo de **13**... y cualitativo de **SUFICIENTE**.... (Art. 47)

Siendo las **18:05** horas del día **6**... del mes de **DICIEMBRE**... del año **2024**..., los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Dr. Héctor Raúl Zacarías Ventura  
DNI: 22515329  
ORCID: 0000-0002-7210-5675  
Presidente

Mg. Frank Erick Camara Llanos  
DNI: 44287920  
ORCID: 0000-0001-9180-7405  
Secretario

Mg. Milton Edwin Morales Aquino  
DNI: 44342697  
ORCID: 0000-0002-2250-3288  
Vocal



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: STEFANY XIOMARA ALCEDO APARICIO, de la investigación titulada "Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de la Laguna Verdecocha, Amarilis, Huánuco - 2022", con asesor SIMEÓN EDMUNDO CALIXTO VARGAS, designado mediante documento: RESOLUCIÓN N° 666-2021-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 13 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 05 de septiembre de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

## 29. Alcedo Aparicio, Stefany Xiomara.docx

### INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="http://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://unaj.edu.pe">unaj.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://alicia.concytec.gob.pe">alicia.concytec.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%



**RICHARD J. SOLIS TOLEDO,**  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421

**FERNANDO F. SILVERIO BRAVO**  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

## DEDICATORIA

A mi abuela que es mi ángel; Victorina Olivas Figueroa. Sabiendo que en Dios está la vida eterna, dadiva gratuita en Cristo Jesús.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi madre; Mary Aparicio Olivas, mi padre; Edwin Justiniano Alcedo Díaz, quienes siempre están conmigo para alentarme y motivarme en cada aspecto de mi vida, de la misma manera a mi hermana; Andrea Cristina Alcedo Aparicio.

A mi asesor el Magister; Calixto Vargas, Simeón Edmundo, por su cordial ayuda en el cumplimiento de la investigación, por sus sugerencias y el apoyo constante.

Al biólogo Rolando Duran Nieva, por su apoyo brindado y aporte de conocimiento y el trabajo experimental de la investigación.

A mis compañeros de trabajo y amigos que me apoyaron y motivaron en el ámbito profesional.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPÍTULO I.....	12
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	12
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	14
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	14
1.3. OBJETIVOS .....	14
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	14
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	15
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	15
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
CAPÍTULO II.....	17
MARCO TEÓRICO .....	17
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
2.1.1. ANTECEDENTE A NIVEL INTERNACIONAL.....	17
2.1.2. ANTECEDENTE A NIVEL NACIONAL.....	19
2.1.3. ANTECEDENTE A NIVEL LOCAL .....	22
2.2. BASES TEÓRICAS .....	24
2.2.1. AGUA EUTROFIZADA .....	24
2.2.2. AGUA.....	26
2.2.3. PARÁMETROS QUE INDICAN CALIDAD DEL AGUA.....	26
2.2.4. MICROORGANISMOS EFICIENTES.....	33

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	35
2.4. HIPÓTESIS .....	36
2.5. SISTEMA DE VARIABLES.....	36
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	36
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE .....	36
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	37
CAPÍTULO III.....	38
MARCO METODOLÓGICO .....	38
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	38
3.1.1. ENFOQUE .....	38
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	38
3.1.3. DISEÑO .....	39
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	39
3.2.1. POBLACIÓN.....	39
3.2.2. MUESTRA .....	39
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. 40	
3.3.1. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	41
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	41
CAPÍTULO IV.....	42
RESULTADOS .....	42
4.1. PROCESAMIENTO DE RESULTADOS.....	42
4.2. CONTRASTE Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	49
CAPÍTULO V.....	51
DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	51
CONCLUSIONES .....	54
RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
ANEXOS .....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Parámetros bacteriológico para medir la calidad del agua .....	31
Tabla 2	Procesamiento de resultados de los parámetros físicos .....	42
Tabla 3	Procesamiento de resultados de los parámetros químicos. ....	44
Tabla 4	Procesamiento de resultados de los parámetros microbiológicos... ..	47
Tabla 5	Prueba de normalidad de los datos.....	48
Tabla 6	Prueba t de student para muestras independientes .....	49
Tabla 7	Comparación de los parámetros con ECA-Agua .....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Escalas del pH.....	29
Figura 2 Flujo de proceso del experimento .....	40
Figura 3 Comparación de color en los tratamientos .....	42
Figura 4 Comparación de conductividad en los tratamientos .....	43
Figura 5 Comparación del pH en los tratamientos .....	44
Figura 6 Comparación del parámetro oxígeno disuelto .....	45
Figura 7 Comparación del parámetro DBO .....	45
Figura 8 Comparación del parámetro DQO .....	46
Figura 9 Comparación de parámetros microbiológicos.....	47

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Reconocimiento de área en estudio .....	69
Fotografía 2 Identificación de punto de contaminación.....	69
Fotografía 3 Toma de muestras de las aguas eutrofizadas.....	70
Fotografía 4 Recolección de las aguas eutrofizadas .....	70
Fotografía 5 Vista de las condiciones del agua de la laguna.....	71
Fotografía 6 Identificación del crecimiento de algas en el agua .....	71
Fotografía 7 Etiqueta y rotulación de muestras para enviar al laboratorio ...	72
Fotografía 8 Equipo de trabajo para el muestreo.....	72

## RESUMEN

En la investigación titulada “Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de Laguna Verdecocha, Amarilis, Huánuco - 2022”, se tuvo por objetivo evidenciar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha. Para lo cual la metodología fue de tipo experimental, mixta, con 2 grupos operacionales (2 dosis de EM) para la prueba estadística se usó t d student para muestras independientes dado que se tuvo normalidad de datos. Realizando pre muestras y varias post muestras y se compararon ambos grupos y se obtuvieron los siguientes resultados; Coliformes termo tolerantes 1605 (NMP/100 ml) inicial, reduciendo hasta 12.2 (NMP/100 ml) con 2% de EM y hasta 14.4 (NMP/100 ml) con 5% de EM, E. coli 1285 (NMP/100 ml) reduciendo casi en su totalidad (53.2 y 54.8 respectivamente) con ambos tratamientos, un pH inicial de 8.0 moderadamente alcalino, manteniéndose en 7.9 en ambos tratamientos. En color de 179.5 (Pt/Co) inicial, hasta 13.8 (Pt/Co) final con ambas dosis. En conductividad la dosis con 2% tuvo una reducción de 1285.5 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) inicial hasta 1245.6 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) final, a diferencia de la dosis 5% de EM tuvo una reducción hasta 1235.4 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Del OD la dosis de 2% de EM de 6.5 mg/L de OD inicial hasta 6.11 mg/L, con una mayor reducción en la dosis 5% de EM llegando hasta 6.04 mg/l final. Respecto al DBO 13.5 mg/L inicial, con 2% de EM llegando 3.2 mg/L final, en la dosis de 5% se llegó a 2.8 mg/L, y del DQO inicialmente se tuvo 33 mg/L con reducción para la dosis 2% de EM llegando 9 mg/L final, en la dosis de 5% se llegó a 8 mg/L. Concluyendo que Los microorganismos eficientes, evidenciaron tener efecto sobre la calidad del agua eutrofizada, mejorando su condición y su recuperación, lo cual es útil y sostenible. Su aplicación además reduce carga de contaminantes y presentan un buen desenvolvimiento a temperatura ambiente.

**Palabras clave:** eutrofización, sostenible, agua, microorganismos eficientes y contaminación.

## ABSTRACT

In the present research "Effect of the application of efficient microorganisms (MS) on the eutrophicated waters of Laguna Verdecocha, Amarilis, Huánuco - 2022", the objective was to demonstrate the effect of the application of efficient microorganisms (EM) on the eutrophicated waters of Laguna Verdecocha. For this purpose, the methodology was experimental, mixed, with 2 operational groups (2 doses of MS). Pre-samples and several post-samples were carried out and both groups were compared and the following results were obtained; Thermotolerant coliforms 1605 (NMP/100 ml) initially, reducing to 12.2 (NMP/100 ml) with 2% ME and up to 14.4 (NMP/100 ml) with 5% ME, E. coli 1285 (NMP/100 ml) reducing almost entirely (53.2 and 54.8 respectively) with both treatments, an initial pH of 8.0 moderately alkaline, remaining at 7.9 in both treatments. In color from 179.5 (Pt/Co) initial, up to 13.8 (Pt/Co) final with both doses. In conductivity, the dose with 2% had a reduction from 1285.5 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) initial to 1245.6 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) final, unlike the 5% dose of MS had a reduction to 1235.4 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). From the DO, the 2% dose of MS from 6.5 mg/L of initial DO to 6.11 mg/L, with a greater reduction in the 5% dose of ME reaching 6.04 mg/l at the end. Regarding the initial BOD 13.5 mg/L, with 2% of MS reaching 3.2 mg/L at the end, at the 5% dose it reached 2.8 mg/L, and from the COD initially it was 33 mg/L with a reduction for the 2% dose of MS reaching 9 mg/L at the end, at the 5% dose it reached 8 mg/L. Concluding that efficient microorganisms, they were shown to have an effect on the quality of eutrophicated water, improving its condition and recovery, which is useful and sustainable. Their application also reduces pollutant load and performs well at room temperature.

**Key words:** eutrophication, sustainable, water, efficient microorganisms and pollution.

## INTRODUCCIÓN

La eutrofización a pesar de ser un problema del agua, técnicamente no es difícil darle una solución, puesto que existen soluciones amplias, sin embargo, es necesario la interacción de diferentes disciplinas para obtener mejores resultados reduciendo los costos. La estrategia correcta para resolver problemas de aguas eutrofizadas es la que se integran de manera amigable con el medio ambiente, además de ser eficiente, considerando la sostenibilidad y de fácil acceso a la solución.

Es en estos casos en las que entra a tallar la tecnología limpia de los microorganismos eficientes puesto que estos se destacan por el controla de olores, reduciendo las poblaciones de organismos patógenos, estabilizando el pH, incrementando el oxígeno disuelto y la reducción de los sedimentos. Por medio del proceso de fermentación se aceleran de manera natural la descomposición de compuestos orgánicos, que producen sustancias bio-activas Puesto que la eutrofización del agua presenta niveles elevados de DBO, DQO, pH, etc.

La recuperación de la calidad del agua con medios naturales es económicamente beneficiosa, ayudando a reducir gastos de la zona de estudio, los restos orgánicos pueden ser aplicados en los suelos infértiles que se encuentra en proceso de degradación.

Los microorganismos eficientes, evidenciaron tener efecto sobre la calidad del agua eutrofizada, mejorando su condición y su recuperación, lo cual es útil y sostenible. Su aplicación además reduce carga de contaminantes y presentan un buen desenvolvimiento a temperatura ambiente.

Aplicar microorganismos eficientes reducen de manera significativa los contaminantes del agua, dando resultados óptimos en menor tiempo.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El crecimiento poblacional, además del constante incremento del uso y almacenamiento del agua son desafíos que se presentan en la asistencia del servicio de calidad y cantidad que sea suficiente al mismo tiempo. A esto se suman los factores externos, de ellos el cambio climático, acción de eutrofización, aguas con demasiada carga orgánica, lo cual provocan riesgos salubres en las poblaciones que tienen menor acceso al recurso hídrico. El agua es un recurso muy importante puesto que tiene gran variedad de usos de consumo, que incluye el suministro de agua potable. El mundo toda población con escasos tiene vulnerabilidad y acceso escaso o sin acceso a los servicios de saneamiento y agua potable, y desarrollan su vida de esa manera, dependen muchas veces de aguas con microorganismos y otras que perjudican la salud (Young & Rose, 2015).

Los avances de las técnicas y análisis de las aguas en las últimas décadas, ofrece una mayor capacidad para poder monitorizar los contaminantes, patógenos y demás componentes que pueden afectar la calidad del agua. Esto ayuda a tener un entendimiento más profundo de los contaminantes y sobrecarga nutritiva del agua, además de buscar tratamientos para eliminar todo agente contaminante del agua.

En 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas dio a conocer de manera explícita el derecho humano de contar con abastecimientos de agua y de saneamiento. Toda persona tiene el derecho de disponer en un modo continuo del recurso hídrico que sea salubre, idóneo, de calidad, físicamente accesible, asequible y que cumpla al uso individual y de los hogares. (Organismo Mundial de la Salud, 2019).

En el Perú, al igual que en otros países internacionales, el agua para consumo tiene un rol especial en el bienestar y desarrollo de la sociedad. Es esta razón, que la responsabilidad para cuidar los cuerpos naturales de agua

es de todos, puesto que teniendo en cuenta que las aguas superficiales y subterráneas son usadas para el abastecimiento de la población son mínimas en el territorio peruano. La situación se pone aún más dificultoso al considerar que en el País, un 72,3 % de un total de 33.1 millones de habitantes se asientan en zonas urbanas, entre tanto que el 27,7 % habitan en zonas rurales, estas poblaciones por lo general tienen menores accesos al agua potable. Del total de la población urbana, tiene acceso directo al agua potable un 81,1 %; el restante solo son abastecidos por medio de piletas o algún otro sistema público alternativo (SUNASS, 2004).

La población que reside en zonas urbanas del Perú, obtiene el suministro de agua potabilizada y saneamiento por medio de empresas privadas de agua o empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS). Dichos grupos tienen un aproximado de 13,5 millones de habitantes abastecidos con el servicio; de estos, 7,9 millones se abastecen de ríos y lagunas, y 5,6 millones de manantiales, pozos y galerías de infiltración. Para garantizar la calidad del agua la manera correcta es que una empresa prestadora del servicio otorgue tenga por exigencia la ejecución de programas para el control de calidad. (SUNASS, 2004).

El exceso de maleza, otra vegetación molesta, algas y bacterias en suspensión en las vías fluviales de la Laguna Verdecocha se está convirtiendo en un problema real. Esto ocurre en muchos casos debido a la abundancia de nutrientes que ingresan a las vías fluviales de las actividades urbanas, la escorrentía de las zonas agrícolas y las producciones piscícolas.

Por tal razón en la presente investigación se pretende contribuir a la información y descripción de la calidad de agua que se capta de la Laguna Verdecocha, y resolver los problemas de eutrofización que presenta, haciendo uso de los microorganismos eficientes como solución netamente ecológica.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

- ¿Cuál es el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha, Amarilis Huánuco 2022?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuáles son las características físicas antes y después de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha?
- ¿Cuáles son las características químicas antes y después de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha?
- ¿Cuáles son las características microbiológicas antes y después de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Evidenciar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha, Amarilis Huánuco 2022.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir las características físicas antes y después de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha.
- Describir las características químicas antes y después de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha.
- Describir las características microbiológicas antes y después de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha.

#### 1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La recuperación de la calidad del agua con medios naturales es económicamente beneficiosa, ayudando a reducir gastos de la zona de estudio, los restos orgánicos pueden ser aplicados en las tierras infértiles que se encuentra en proceso de deterioro.

De manera práctica porque remediar la calidad del agua eutrofizada es de fácil aplicación, además de ser sustentable, se aportó además un nuevo paquete tecnológico en la recuperación de la calidad del agua para un desarrollo sostenible. En este estudio se trató de dar un aporte teórico importante con conclusiones que deben llevar a plantearse nuevas soluciones de nivel experimental que permitan resolver hipótesis de desarrollo sostenible.

El provecho metodológico de la investigación con el uso de microorganismos eficientes (ME), se enfocó en un experimento amigable con el medio ambiente ayudando a realizar nuevas investigaciones para conservar el ecosistema en equilibrio, y con ello una calidad de vida óptima para los pobladores además de poder mejorar la gestión de conservar la Laguna.

#### 1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- Se limitó al uso de EM comercial, para el tratamiento de aguas.
- El área de estudio y toma de muestras de la laguna Verdecocha fue de difícil acceso.

#### 1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

- **Viabilidad ambiental:** Es viablemente ambiental ya que una buena gestión de la calidad del agua es importante para la salud y el medio ambiente.
- **Viabilidad operativa:** Se cuenta con los recursos operativos necesarios los que estuvieron disponibles para llevar a cabo el estudio ya que se han analizado las necesidades que puede cubrir la propuesta. Además, se midió que la metodología empleada mitigó los problemas y efectuó las oportunidades.

- **Viabilidad técnica:** Los resultados se trasladaron a un laboratorio acreditado para el análisis requerido. Así como los procedimientos de toma de muestra, análisis físico-químico e interpretación para los cuales se dispone de la experiencia establecida para este estudio.
- **Viabilidad económica:** La ejecución del proyecto de investigación tuvo sentido porque la implementación del proyecto estuvo cubierta económicamente por la investigadora.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTE A NIVEL INTERNACIONAL

Romero (2019) en su investigación titulada: “*Eutrofización. Carga crítica de fósforo*” Universidad Politécnica de Valencia – España. Tuvo como **objetivo** evaluar la carga de fósforo a un ecosistema acuático. **Metodología:** se aplicó un modelo de eutrofización de estudio de nutrientes en embalses y lagunas de diferente complejidad (alto o bajo) que dependía principalmente la información obtenida, así como del ecosistema. Con 3 etapas: Cálculo de carga de nutriente. Predicciones de concentraciones de nutrientes. Predicción de eutrofización. **Resultados:** Existe un cerrado vínculo entre la concentración y la clorofila de P total en casi todas de las lagunas templadas. Donde las lagunas templadas se pudieron estimar clorofila estival promedio (Cla) = -1,14. para lagunas templados y para lagunas tropicales pueden usarse la 332. Peq 1,21. **Concluyendo** que dificulta la gestión de las cuencas fluviales la carga interna de P para el control de eutrofización, esto debido a la contaminación del medio acuático que lo cual es un problema dificultoso de control y supervisión constantemente, para la reducción de tal contaminación deben implementarse limpieza y el ahondamiento de sedimentos que están en el fono.

Méndez & Orejuela (2021) en su Tesis titulada: “*Evaluación de microorganismos eficientes mediante un filtro anaerobio de flujo ascendente en agua residual sintética, determinado por la eficiencia de remoción de DQO y SST*” Uniautónoma del Cauca – Colombia. Teniendo por **objetivo** determinar la eficiencia de remoción de DQO y SST en dos reactores con lecho de grava e inoculación de microorganismos eficientes. **Metodología:** se realizaron revisiones bibliográficas del tema, el trabajo de investigación tuvo un enfoque mixto, los diseños y ejecución de los filtros, muestras del agua residual artificial, inoculantes de

microorganismo eficiente, selección y lavado de los lechos filtrantes, inicio del proceso de los FAFA, recolecta muestra y análisis de las características físicas, químicos el cálculo de la eficiencia para remover DQO y SST de agua residual. **Resultados:** La información que se obtuvieron en el laboratorio de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca y posterior del correcto estudio, dio como resultado que la remoción de SST y DQO en un FAFA con microorganismos eficientes llega hasta un 56 % y 55 % respectivamente, entre tanto que un FAFA en ausencia de microorganismos eficientes llega a 18 % y 16 %, estos valores confirman la capacidad de descontaminación que poseen los microorganismos sobre las aguas residuales puesto que ejercen influencias degradadoras sobre el material orgánico que se encuentran en aguas residuales. **Concluyendo** que los microorganismos son eficientes sobre el SST y DQO favoreciendo a la calidad del agua.

Mengo et al. (2018) en la investigación titulada: “*El hierro como factor promotor de crecimiento de poblaciones naturales de Microcystis aeruginosa (Embalse San Roque)*” Universidad Católica de Córdoba – Argentina. cuyo **objetivo** fue corroborar si el Fe es un factor promotor de floración de cianobacterias y establecer diferencias de distintas concentraciones y pulsos. **Metodología:** Se trabajaron en 2 grupos de experimentos con tratamientos de: Control; con adición de Fe: T1: +500 µg. L-1, el primer día y T2: 250 µg. L-1 el primer día (primer pulso), y 250 µg. L-1 el noveno día (segundo pulso) con *Microcystis aeruginosa* del ESR; 1 se tuvieron tratamientos: Control, y adición de Fe: TI: +250, TII: +500 y TIII: +1000 µg. L-1. Cuyos **resultados** muestran en el Experimento uno que el valor ideal de hierro para la vida de la cianobacteria dentro de estas condiciones, es de 1000 - 500 µg. L-1, ya que en TIII y TII la tasa de desarrollo fue de manera significativa mayor al resto. Entre tanto el Experimento dos la tasa de crecimiento fue mayor en T2 y T1 en referencia al control. Lo que indica que la cianobacteria responde casi igual en situaciones iniciales de disposiciones de hierro menor a la ideal (250 µg. L-1) como a cantidades superiores (500 µg. L-1), y si aún persiste la disponibilidad de hierro se realiza un segundo

pulso. **Conclusión:** Se requiere mayores estudios en la que se puedan comparar distintos lapsos de pulsos de hierro, profundizando el rol controlador del hierro en el desarrollo de la cianobacteria (*M. aeruginosa*).

### 2.1.2. ANTECEDENTE A NIVEL NACIONAL

Vásquez (2019) en su investigación titulada: “*Efecto de microorganismos eficientes para la disminución de la demanda biológica de oxígeno del agua residual domésticas*” Universidad César Vallejo – Chiclayo La investigación tuvo por **objetivo** Evaluar el efecto de diferentes dosis de M.E. para la disminución de la DBO de aguas residuales domésticas. **Metodología:** se usaron en particular los microorganismos EM, las cuales se agregaron en las aguas residuales del hogar (ARD), con la técnica de observación y el constante monitoreo a la variable demanda bioquímica de oxígeno, en la que los microorganismos eficientes fueron los encargados de tratar las aguas residuales domésticas. **Resultados:** muestran la remoción del parámetro DBO5 obtenidas de los análisis en el laboratorio en diferentes periodos (0; 15; 30 y 45 días) del momento de aplicación de tres dosis diferentes de 5 ml ME/20L ARD, 10 ml ME/20L ARD, 15 ml ME/20L ARD, Los EM con las que se trabajó para el tratamiento son *saccharomyces spp* y *lactobacilos spp*, inicialmente la cantidad de DBO fue 748 mg/L, posterior a la aplicación de EM se obtuvo DBO 110.7mg/l, con 15 ml/ME, DBO 104.4 mg/l con 5 ml/ME, DBO 89.2 mg/l con 10 ml/ME, se pudo determinar que la cantidad más eficiente la cual fue 10 ml/ME en 30 días de la aplicación de los Microorganismos Eficientes según los LMP que es 100 mg/L para DBO. Por lo que se **concluye** que la mejor cantidad de microorganismos eficientes para disminuir DBO, en aguas residuales urbanas es de 10 mg/L ME en 30 días puesto que se obtuvo una disminución concentraciones de 748mg/L, hasta 89.2 mg/L, este un valor que se muestra dentro de lo establecido por el límite máximo permisible lo cual indica 100 mg/L.

Calderón et al. (2019) en su investigación titulada: “*Tratamiento Aguas Residuales por medio de Tecnología de Microorganismos*

*Eficientes*”, Universidad Nacional de Juliaca - Ica Perú. Fue analizar el tratamiento de aguas residuales con la aplicación tecnología de microorganismos eficientes. **Metodología:** Entre junio y septiembre de 2018, se analizaron las características físicas y químicas del agua de la laguna de oxidación ubicada en el distrito de Subtanjalla. Se midieron indicadores como el DBO, pH, DQO, olor, cloruros, color, dureza total, nitratos, así como coliformes termo tolerantes y coliformes totales. Y fueron comparados por medio del diseño antes después. **Resultados:** después de adicionar lo microorganismos eficaces sobre las aguas residuales domesticas de las lagunas de oxidación se redujeron la cantidad DQO en un 68,11 %, DBO en un 65,83 %, nitratos en un 81,87 %, cloruros en un 28,53 %, coliformes totales en 99,96 %, la dureza total en un 15,30 %, después de 45 días desde la aplicación. Por lo que se puede **concluir** que el tratamiento con los microrganismos eficaces, pese a tener efectos que favorecen a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, no suele ser mejor frente a otros métodos.

Coila (2018) en su Tesis titulada: “*Bacterias endofíticas aisladas de Elodea potamogeton (“llachu”) de aguas contaminadas de la bahia interior del Lago Titicaca*” en la Universidad Nacional San Agustín - Arequipa. Tuvo como **objetivo** aislar y caracterizar molecularmente bacterias endofíticas de la planta acuática *Elodea potamogeton (llachu)* que crece en aguas eutrofizadas. **Metodología:** fueron tomadas muestras de las plantas y del agua que circula para analizarlas en parámetros químico (nitritos, nitratos, pH y fosfatos,). Para desinfectar planta se hizo con lavado usando agua, posteriormente alcohol de 70 % además de hipoclorito de sodio al 0,5 %. se aisló y obtuvo muestras originales de bacterias endofíticas por medio de trituración, centrifugar y cultivos en medio *Luria-Bertani (LB)*. Tomaron 3 cepas para ser sembradas con 3 repeticiones sobre agar y se realizó análisis morfológicos a simple vista de las colonias. Posterior a ello, se extrajeron DNA por medio de mezclas fenol-cloroformo-alcohol isoamílico (25;24:1) de cada colonia, se usó el espectrofotómetro ultravioleta para purificar y se cuantificar. La pureza del DNA fue evaluada en agarosa 1% por

electroforesis. después se extendió el fragmento 16S rDNA por medio Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) usando primer universales. Los **resultados** muestran que, los análisis químicos del agua analizada, están dentro aguas eutrofizadas con un pH 9,42 alcalino, cantidad alta de nitritos (0,08 mg/dL), nitratos (0,14 mg/dL) y fosfatos totales (1,05 mg/dL). Se logró separar fragmentos de 1112, 1115 y 1057 nucleótidos correspondientes a cepas 12, 10 y 11, correctamente. A través del análisis molecular y morfológico se identificó a la cepa 10 como *Pantoea sp.* con una identidad superior al 76 %, a la cepa 12 como *Raoultella terrigena sp.* o *Klebsiella sp.* con una identidad de 99 % y la cepa 11 como *Pseudomonas sp.* con una identidad del 100 %. **Concluyendo** que por el mayor porcentaje de identidad que se mostró las cepas 12 y 11, fueron registradas con sus secuencias fueron en el *GenBank* cuyas accesiones son: SUB4252655 y SUB4288247, correctamente.

Chota & Ojanama (2019) en su Tesis titulada: “*Aplicación de Microorganismos Eficientes e la remoción el contenido de nitrógeno total y fósforo total del agua de la laguna Ricuricocha*” Universidad Peruana Unión – San Martín, Perú. Teniendo por **objetivo** evaluar la aplicación de Microorganismos Eficientes con dosificaciones de 5 % y 10% para la remover nitrógeno y fósforo total. **Metodología:** se evaluó en diferentes periodos de 1 día; 30 días y 60 días, en la que se cogieron muestras en el marco del Procedimientos para la Toma de Muestras, Preservando, Conservando, Transportado, Almacenado y Recepción de agua para Consumo Humano que se establece según la R.D. N° 160 – 2015. Los parámetros físicos y químicos que se evaluaron fueron determinados en el laboratorio EQUAS S.A. - Lima, con las técnicas analíticas NMP/100 mL y APHA. En las que los **resultados** fueron comparados con el D. S. N°004-2017-MINAM. Mostrándose que la cantidad de P total inicialmente superaba lo establecido en el ECA, al aplicar los ME-Agua al 10 % y 5 % en periodos de 60 y 30 días se pudo evidenciar reducciones de concentraciones en el sistema del 10 % que alcanzó un valor permitido por la normativa; respecto al nitrógeno total inicialmente superaba el ECA, al someterlo con el tratamiento EM-Agua en dosis de

5% y 10% que se evaluaron a los 30 y 60 días pudo evidenciarse la reducción de concentraciones, que satisfacen los valores que se establecen en la normativa. En cuanto al grado de remoción con la incorporación de EM-agua en dosis de 10 % y 5 %, en el sistema de 10 % con un valor de 99.520 para P total y 59.277 para N total. Tanto en turbiedad y pH redujeron en ambos sistemas encontrándose en lo que establece la normativa. Respecto al amoníaco se comprueba un aumento gradual en ambos casos en la evaluación de 60 días esto sobrepasa lo establecido. **Concluyendo** que los tratamientos con EM-Agua son favorables en la remoción de nitrógeno y fósforo.

### 2.1.3. ANTECEDENTE A NIVEL LOCAL

Herrera (2019) en su investigación titulada: *“Estudio de la contaminación de la laguna de Los Milagros por descargas de aguas residuales, caserío Los Milagros”* Universidad de Huánuco. Tuvo por **objetivo** Diagnosticar la calidad del agua de la laguna de Los Milagros afectada por descargas de aguas residuales. **Metodología:** Se obtuvieron muestras de agua de la laguna en 5 diversos puntos, con unas frecuencias de 3 repeticiones cada dos semanas observando los cambios que se presentasen, para ello se determinó en las características químicas, físicas y microbiológicas del agua. Los **resultados** se compararon con la normativa ECA, estándares de calidad ambiental D.S. 004-2017-MINAM, de Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Sub Categoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación. **Conclusiones.** Los cuerpos de agua de la laguna se conservan en buena calidad y condiciones óptimas, esto se debe a que los parámetros físicos y químicos están dentro de lo que establece el estándar de calidad, del mismo modo los parámetros bacteriológicos, con excepción de las bacterias coliformes totales y heterotróficas, puesto que sus niveles sobrepasan los valores que establece la normativa.

Nieto (2020) en su Tesis titulada: *“Influencia de la radiación solar en la descontaminación de aguas residuales urbanas a través de la fotodegradación”* Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo

María. Tuvo por **objetivo** determinar el nivel de depuración que se puede lograr del agua eutrofizada. **Metodología:** Para lo cual se realizó cubas de vidrio de 10 litros que se posicionaron en una superficie de plástico blanco con lo que se logró la reflexión solar, estos tratamientos se colocaron en tres volúmenes de aguas residuales con diferentes niveles de profundidad, los cuales fueron 16; 8 y 4 cm, en un tiempo que acumulado de 24 horas de exposición, en el día con alta radiación solar, y se tomó por referencia el aplicativo de pronóstico del clima *Accuweather*, y se completaron los tratamientos en 7 días. En las que los **resultados** demostraron que, la lámina de agua a mayor profundidad, mayor es el nivel de depuración, tal efecto se evidenció con un incrementó un 66,7 % de oxígeno disuelto, una disminución de 2 % del pH, se redujo DQO y la DBO de 76.3 % y 75.7 % respectivamente y se eliminó Coliformes Totales 100 %. **Concluyendo** que se respalda la propuesta de instalación del sistema de foto degradación usando energía solar para poder depurar las aguas grises por efluentes del hogar, como la tecnología de gestión ambiental a un reducido costo y favorable con el ambiente.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. AGUA EUTROFIZADA**

Zarza (2019) sostiene que la eutrofización hace referencia de aportes en exceso de los nutrientes inorgánicos que proceden de la actividad humanas, estos nutrientes son Nitrógeno (N) y Fósforo (P), principalmente sobre los ecosistemas acuáticos, como consecuencia se producen proliferaciones descontroladas de algas Fito planctónicas lo que provocan efectos adversos en grandes masas de agua con estos nutrientes. La eutrofización en el ecosistema se da cuando el agua adquiere vertimientos de nutrientes, tales pueden ser desechos de agricultura o forestales, lo que favorecen crecimientos en exceso de materia orgánica, provocando así un crecimiento de manera acelerada de algas entre diversas plantas verdes que terminan cubriendo la parte superficial del agua por completo.

Además, la proliferación en exceso provoca enturbiamientos del agua debido al alga lo cual impedirán que los rayos solares puedan llegar a la parte profunda de los ríos. Como resultado de esto, la flora se limita a la realización de fotosíntesis y son menguados, lo que genera que bacterias u otros microorganismos, se alimenten de la materia en descomposición, lo cual consume el oxígeno la cual es necesarios para los peces y moluscos, y además se generan algas tóxicas y microorganismos que hacen daño al ambiente y la salud (Zarza, 2019).

#### **2.2.1.1. CAUSAS DE LA EUTROFIZACIÓN**

- **Agrícolas:** Al emplear fertilizantes nitrogenados para el abono de las áreas de cultivos, causan filtración en el suelo y llegan a los efluentes como también a las aguas profundas del sub suelo.
- **Ganaderías:** las excretas de los grupos de animales que tienen cantidad de nutrientes, sobre todo de nitrógeno. Si es que estos excrementos no reciben una buena gestión adecuada terminan contaminando las aguas que se encuentran cerca.

- Residuo urbano: los principales son los detergentes con fosfatos.
- Actividades industriales: al producirse vertidos de los productos nitrogenados tales con contenido fosfatado entre otras muchas toxinas.
- Gases atmosféricos: la emisión de azufre y óxidos de nitrógeno tienen reacción en nuestra atmósfera lo que produce las lluvias ácidas, esto conllevan nutrientes de esa manera a los cuerpos de aguas.
- Deforestaciones: todos los restos forestales las cuales, son abandonados en los ríos se van degradando lo que aportan mayor nitrógeno y demás nutrientes que presentan las plantas.

#### **2.2.1.2. CONSECUENCIAS DE LA EUTROFIZACIÓN**

- Cuando los nutrientes exceden las plantas y demás organismos tienen un crecimiento sin control. En ese tiempo y putrefacción, se consume mayor volumen del oxígeno disuelto y lo que aporta materia orgánica (fango) excesiva.
- Al eutrofizarse se ve afectada la calidad del agua, puesto que al incrementar la podredumbre y disminuir el oxígeno, el agua va adquirir olores nauseabundos. Lo que pueden ocasionar pérdidas de actividades que generan economía (zonas que pierden valor, turismo), problemas de salud, principalmente el respiratorios y el consumo pueden conllevar problemas de salud a la población de la zona.
- También pueden tener afecciones al desarrollo de peces de un área, ya sea por exceso de pesca o por medio de las faenas de trabajo. Suele generar grandes volúmenes de nutrientes a las aguas aledañas la acuicultura por lo que necesitan supervisión y buena gestión.
- Las grandes cantidades de algas generan que un río que es navegable ya no lo sea. Ya que muchos de las áreas de algas suelen producir componentes nocivos. Y las sustancias conllevan a la muerte a los animales al consumirlas. Los

animales que se ven afectados actuarían como vectores perjudicando a las demás especies lo que alcanzaría a las personas.

### **2.2.2. AGUA**

Sierra (2011) menciona que el agua es una sustancia formada por 2 átomos de hidrógeno y 1 de oxígeno. Puede encontrarse en tres estados: líquido, sólido (hielo) y gaseoso (vapor). Se sabe, que naturalmente sigue el ciclo (ciclo hidrológico). Pero, ese conocimiento en menor parte lo conoce. A las propiedades que presenta el agua, esto sea que estén en contaminación o no, se le denomina como propiedad del agua. Estas identificaciones son características que van a distinguir al agua de todos los otros líquidos.

Desde el punto de vista de Lozano-Rivas (2013) el agua y su calidad están estrechamente relacionados con la salud y la pobreza. Puesto que, al hablar de agua, no es suficiente sólo tenerla de calidad es también la cantidad, la escasez del agua también tiene una relación con las enfermedades por parásitos que se asocian a la falta de higiene. Las malas condiciones en el agua que se bebe afectan la salud de las personas lo cual lo limita a trabajar, no producir, no construye y se convierten en un pasivo para las comunidades, lo cual lo limita tener un progreso económico y ambientalmente.

### **2.2.3. PARÁMETROS QUE INDICAN CALIDAD DEL AGUA**

#### **2.2.3.1. PARÁMETROS FÍSICOS**

Son clasificados los parámetros físicos a todas los componentes que inciden directamente sobre todas las condiciones superficiales que tiene el agua (Sierra, 2011).

- **Turbiedad**

Se hace referencia a capacidad que tiene todo material en suspensión presente en el agua lo que obstaculiza que la luz llegue a la profundidad. La turbiedad se produce diferentes causas. De las cuales los más importantes son:

- Las erosiones naturales en las cuencas lo que aportan restos a los ríos sobre sus cauces.
- La descomposición que se causa por las industrias o por todo desecho doméstico.

- **Color**

El color está ligado a la turbiedad, esto se puede considerar como una característica independiente y la turbiedad es considerada la que se ocasiona por un gran volumen de partículas (diámetro > 10<sup>-3</sup> mm), el color se considera que se genera por los coloides y componentes que se disuelven (Sierra, 2011). Lo que se clasifica como:

- Color aparente: es considerado a lo producido por todo material que se encuentra en suspensión.
- Color verdadero: se le considera al que permanece dentro del agua después de la remoción de la turbiedad.

- **Olor y sabor**

El olor y sabor son mencionados conjuntamente porque están ligados íntimamente. El olor y sabor en el agua se asocian con la presencia de alguna sustancia no deseable lo que causa rechazos de los consumidores. El olor y sabor objetable se deben son causados por el plancton, los materia orgánica que se generan por actividades de las algas y bacterias, al desecho industrial y la degradación de todo material orgánico (Sierra, 2011). principalmente las sustancias que producen olores en la degradación orgánico es el ácido sulfúrico. La inexistencia de herramientas para identificar el olor y sabor en el agua; por lo general estos son reportados en los análisis de laboratorio.

- **Temperatura**

La temperatura del agua es un indicador físico principal. Así mismo afecta su velocidad y viscosidad con la que pasan cada reacción química, interviene sobre la forma de la casi todos los

procesos de cada tratamiento de agua (sedimentación, coagulación, etc.). En el ambiente en el que vivimos, el agua es entregada a cada consumidor con una temperatura que se mide en el origen de la que se capta. Únicamente en los procesos industriales se necesita otorgar el agua a una temperatura determinada.

- **Sólidos**

Para diagnosticar sobre la calidad del agua, se necesita determinar la cantidad de material sólido lo cual contiene las muestras. Cada diferente forma de los sólidos propuestos va a indicar e identificar las sales diluidas, partículas suspendidas de origen inorgánico y orgánico. Con el parámetro sólido se pueden determinar vínculos con parámetros tales como la DBO, DQO, turbiedad además del color, para que, cuando están identificadas las relaciones empíricas por medio de un grupo de datos, puedan ahorrarse parámetros como el DBO.

Entre ellos se consideran: Suspendidos volátiles, Sólidos totales y disueltos además de sedimentarios.

### **2.2.3.2. PARÁMETROS QUÍMICOS**

Los parámetros químicos del agua son divididos en 2 clases:

- pH en la que se mide el grado ácido o alcalino.
- Sustancias químicas.

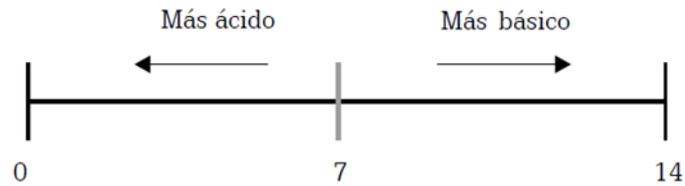
- **El pH**

Este término se usa para poder expresar las intensidades de la condición ácida o básica del agua. Por conveniencia que se define por:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

**Figura 1**

*Escalas del pH*



Nota. Por análisis químico se sabe que el pH constantemente se encuentran escalas de 0 a 14 (Sierra, 2011, p. 60).

- **Conductividad**

Es una referencia de toda sal disuelto en los cuerpos de agua lo cual mide las cantidades de iones principalmente de Sodio, Bicarbonato, Calcio, Magnesio, fosforo, cloruro y sulfato. Son medidas en micromhos/cm o Siemens/cm.

- **Sustancia química**

El agua, al considerarse un disolvente universal, tiene la capacidad de que grandes cantidades de componentes químicos y sustancias queden presentes. Pero, muchos de esos componentes no son importantes sobre el valor del agua.

- **Grasas**

Son aplicadas a una gran variedad de sustancias orgánicas que son extraídas de una solución acuosa o las que se encuentran en suspensión. Son extraídas de sustancias que se hacen en el laboratorio usando hexano. Por lo general, pueden considerarse grasas compuestos tales son aceites, esterios, hidrocarburos, ceras y ácidos grasos con gran peso molecular, ya que todos los componentes en hexano son solubles.

- **Detergentes**

Este término se usa a las variedades de componentes usados para la remoción de mugre de las ropas, los trastes, etc., o dicho también, toda sustancia que produce espuma cuando se agita el

agua. El detergente es una sustancia orgánica que tiene la particularidad reductora en cuanto a la tensión superficial del agua.

Ese es el motivo por el que pueden remover la suciedad. De igual forma se les conoce como tenso activo o surfactante.

- **Hierro y manganeso**

Son discutidos en grupo ya que en la naturaleza mayormente están juntos.

Principalmente estos componentes son relevantes en las aguas del subsuelo donde se les puede encontrar en concentraciones grandes. La presencia de He y Mg en las aguas subterráneas y superficiales es debido al poder de disolvente que tiene el dióxido de carbono sobre los niveles del suelo lo que disminuye a hierro soluble los componentes férricos.

- **Nitrógeno**

Este elemento, de la misma manera que el fósforo es fundamental para el desarrollo de las plantas y protistas, por tal razón son nombrados como estimuladores o nutrientes.

Se debe a que el Nitrógeno es totalmente sencillo para la fusión de la proteína, es necesario reconocer información sobre su hallazgo en las aguas, y en volúmenes, para poder dar valor a la posibilidad de tratamientos de agua residual doméstica e industrial por medio los procesos biológicos.

- **Fósforo**

Este elemento es fundamental para el desarrollo de organismos algas y demás.

Esto se debe a que en la superficie de los ríos suceden negativas proliferaciones de algas sin cuidado, en la actualidad hay mayor preocupación para restringir cantidades de fósforo que están al nivel de las aguas superficiales mediante de vertimiento de agua

residual doméstica, industrial y de escorrentía. Por ejemplo, puede ser citado el caso del agua residual municipales el cual tiene contenido de fósforo puede tener variaciones de 4 y 15 mg/L.

- **Clorofila**

El fitoplancton se forma por algas, estas, se constituyen por diferentes pigmentos (*clorofilas, carotenoideos y biliproteínas*).

**Tabla 1**

*Parámetros bacteriológico para medir la calidad del agua*

<b>Parámetros</b>	<b>Descripción</b>
Coliformes totales	La detección de coliformes totales sugiere que el agua esta o ha sido contaminada con material orgánico fecal, proveniente de humanos o animales.
Coliformes fecales	Es una señal indirecta del posible riesgo de contaminación con virus o bacterias patógenos, ya que las coliformes fecales se encuentran en las heces de humanos y animales.
Estreptococos totales	Es un indicador de contaminación fecal de humano o animal, utilizado debido a su alta resistencia al cloro. En muchos países se emplea como indicador bacteriológico en balnearios y playas, es decir, en áreas recreativas en general.

*Nota.* existen diferentes microorganismos en el agua que las cuales son causantes de enfermedades a los consumidores (Sierra, 2011, p. 82).

- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)**

Este parámetro es generalmente el mayor usado para poder identificar los contenidos de materia orgánica en las muestras de agua. La DBO es medida al determinar las cantidades de oxígeno que son requeridos por los microorganismos (principalmente bacterias) para la degradación, oxidación, estabilización, etc. de la materia orgánica. La prueba DBO5 es la que más se conoce de la DBO. Se realizan al incubar muestras en el laboratorio y posterior a los cinco días son medidas del oxígeno y su uso de las bacterias, y lo que obtiene como resultados en mg/L de oxígeno usado es reportado (Sierra, 2011).

- **Demanda química de oxígeno (DQO)**

La DQO es la prueba que se usa mayormente en la determinación del grado de material orgánico de las muestras de

agua. Muy diferente de la DBO, para esta prueba la MO se oxidada empleando algunas sustancias químicas y no con algún microorganismo (Sierra, 2011).

#### **2.2.3.3. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS**

Las aguas en su estado natural suelen tener grandes variedades de microorganismos. Estos microorganismos presentes en el agua suelen ser patógenos o no. Y lo que se entiende por patógenos es que son organismos causantes de enfermedades a las personas entre tanto los no patógenos son totalmente lo contrario (Sierra, 2011).

Los microorganismos que tienden a prevalecer importancia se hallan en el agua y las que son productores de enfermedades estas son algas, virus, bacterias, los hongos como también los protozoos.

Los identificadores bacteriológicos en el agua y tipo son grupos de bacterias coliformes. Estos tipos de coliformes se define por toda bacteria aeróbica y anaeróbica facultativa, Gram negativas, que no forman esporas y de manera redondeada que suelen hacer fermento la lactosa generando gases en 2 días y a una temperatura de 35° C.

#### **2.2.3.4. CALIDAD DE AGUA Y SALUD**

Más de 220 millones de personas en el 2017 han requerido intervención de prevención por la esquistosomiasis, esta enfermedad es muy peligrosa y crónica que es generada por las lombrices parásitos que se contraen por estar expuestas al agua contaminadas.

Las aguas contaminadas sin saneamiento con deficiencias se relacionan con la transmisión de enfermedades tales como la fiebre tifoidea, la poliomiелitis, diarreas, la hepatitis A, disentería y cólera. El servicio del agua y saneamiento con inexistencia, insuficiencia o gestionados de manera inapropiada lo que expone a la población a los riesgos que se pueden prevenir para la salud. Se debe

principalmente en los casos de los lugares no sanitarios en los que todos quedan expuestos (profesionales y pacientes) expuestos en mayores riesgos de enfermedades e infecciones al no tener la existencia de servicios de que suministran agua, saneamientos e cuidado adecuado. En el planeta los pacientes adquieren diversas infecciones en la hospitalización en un 15%, estas proporciones son mayores en los estados que tienen ingresos menores.

La mala organización del agua residual urbanas, industrial y agrícola conllevan a que la fuente de agua de consumo por cientos de millones de ciudadanos se encuentre riesgadamente en contaminación o polución por químicos.

Las diarreas son enfermedades que comúnmente tienen relación con la ingesta de alimento o agua contaminado. Pese a ello, hay también demás peligros. Son contagiadas por esquistosomiasis, una enfermedad muy peligrosa y crónica que se genera por las lombrices parasitarias que se contraen por estar expuestos a agua sucias cerca de 240 millones de personas (Sierra, 2011).

#### **2.2.4. MICROORGANISMOS EFICIENTES**

Lo que menciona BID (2009) es que los Microorganismos eficientes o efectivos son conocidos por sus siglas en inglés EM, vienen a ser mezclas de 3 grupos de microorganismos totalmente naturales que se pueden encontrar por lo común en los suelos y en alimentos. Dichos microorganismos no provocan nocividad, ni toxicidad, ni tienen modificación genéticamente por el hombre; de lo contrario, suelen ser naturales, beneficiosos y altamente eficientes. De esa forma estos tres grupos pueden coexistir, al realizarse una combinación que tienen efectos sinérgicos, cumpliendo roles de los equipos es mayor al total de cada miembro individual (Lactobacillus, Levaduras, Bacterias Fototróficas o Fotosintéticas).

#### **2.2.4.1. COMO FUNCIONAN LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES**

El EM es una opción más segura que los insecticidas ya que no presenta riesgos de intoxicación es completamente confiable. Esto lo hace ideal para lugares donde se manipulan alimentos o donde hay niños o personas descuidadas. Además, gracias a la presencia de las bacterias fotosintéticas en su composición, el EM puede neutralizar y prevenir los malos olores de los lugares intervenidos.

Las bacterias fotosintéticas transforman compuestos que generan desagradables ácidos orgánicos que no tienen olor y son inofensivos para las personas. Por lo tanto, los EM pueden ser utilizados en cocinas, baños, habitaciones con olor a humo de tabaco o humedad, ropa y en lugares frecuentes por personas, perros u otros animales, etc. Los lactobacilos o bacterias del ácido láctico generan componentes que degradan la materia orgánica, lo que hace que reduce el tiempo necesario para el compostaje.

Estos microorganismos generan compuestos que benefician a algunos patógenos que afectan a las plantas. Por otro lado, las levaduras, en cambio, producen sustancias que actúan, como hormonas naturales, promoviendo que las plantas se desarrollen y tengan un crecimiento favorable. (BID, 2009).

#### **2.2.4.2. LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES Y EL MEDIO AMBIENTE**

Los EM tienen gran variedad de su aplicación para dar soluciones a los problemas ambientales que pueden ir desde los tratamientos de agua residual, sus usos en baños secos, para tratar restos orgánicos sólidos incluso hasta poder aplicarlos en los diversos botaderos de residuo sólido urbano (BID, 2009). El crecimiento población en el mundo, ponen en cuestión de cómo se realizarán los manejos adecuados de los desechos que se producen a diario.

#### **2.2.4.3. TRATAMIENTO PARA CUERPOS DE AGUA CERRADOS**

Existen diversos efectos con la aplicación de los EM para tratar agua contaminada en lugares cerrados (lagos, lagunas, tanques sépticos etc.) son:

- Reducción de malos olores (amoníaco, sulfuros y el metil mercaptano además de otros.
- Reducir los lodos (sedimento) y los Coliformes, Bacterias Sulfitos Reductoras etc. que son microorganismos patógenos.
- Mejorar la calidad del agua fisicoquímico y microbiológicos como: Sólidos Suspendidos, Oxígeno Disuelto, DBO, Turbidez, pH, DQO etc.
- Reutilizar el agua como riego y sólidos como abono de alta calidad.

Las estrategias con presencia de microorganismos eficientes (consumidor de materia orgánica) contaminantes en el lugar, el proceso para purificar es con mayor eficiencia. Por ello si es posible cubrir los costos, (sistema para activar EM cerca, etc.) pueden aplicar más cantidad de EM en menor plazo, lo que mejoraría el volumen de microorganismos al dar por resultado una más purificación rápida (BID, 2009).

### **2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES**

- **Agua potable**

También denominada agua de consumo humano, tal agua presenta una calidad bacteriológica, organoléptica, química y física en condiciones aptas para el consumo humano (SUNASS, 2004, p. 252).

- **Agua cruda**

Hace referencia a los cuerpos de aguas que están presentes en los medios naturales como (aguas superficiales, lluvias, superficies lagos, subterránea, océanos, etc.), la cual no recibió tratamiento alguno, además que no fue modificado de su estado natural (Sierra, 2011).

- **Bacterias**

Son un grupo muy importante, por la constancia que se detectan en el agua de consumo y por la cantidad de enfermedades que generan. Su origen se asocia generalmente con la contaminación urinaria de las aguas, pero en la situación de bacterias coliformes termo tolerantes su existencia principalmente es por los descargas de industrias, materia vegetal y de suelos que se descomponen (SUNASS, 2004).

- **Eutrofizado**

Termino proveniente del griego *eutros*, con significado bien nutrido. En el caso del agua puede albergar vida excesiva de algas y zooplancton, lo cual alteran la buena calidad del agua (Zarza, 2019).

- **SUNASS**

Es el Organismo público descentralizado que tiene por finalidad general la normatividad, regulación y fiscalización, dentro del ámbito de su competencia, de las prestaciones de servicios de saneamiento, con cautela y de manera imparcial y objetiva cuidando los intereses nacionales, de inversionistas y del usuario (SUNASS, 2004, p. 257).

## **2.4. HIPÓTESIS**

**H1:** La aplicación de microorganismos eficientes (EM) tiene efecto sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha, Amarilis Huánuco 2022.

**H0:** La aplicación de microorganismos eficientes (EM) no tiene efecto sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha, Amarilis Huánuco 2022.

## **2.5. SISTEMA DE VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Microorganismos eficientes.

### **2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

Calidad de agua eutrofizada.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**TÍTULO:** “EFECTO DE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) SOBRE LAS AGUAS EUTROFIZADAS DE LAGUNA VERDECOCHA, AMARILIS, HUÁNUCO”

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN
<b>Variable independiente:</b> Microorganismos eficientes	Sintetizador rápido de materia orgánica, reduciendo los valores de DBO, DQO, turbidez, sólidos suspendidos, equilibra el pH y el oxígeno disuelto.	Se verificará la acción simbiótica de los microorganismos para depurar el Fosforo (P) y Nitrógeno excedentes de las aguas eutrofizadas.	Eficientes	No presencia de eutrofización	Análisis de laboratorio / espectrofotometría
			No eficientes	Presencia de eutrofización	
<b>Variable dependiente:</b> Agua eutrofizada	Mezcla de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas que contiene el agua lo cual determina su calidad, puede contener exceso de nutrientes (Lozano-Rivas, 2013)	Se realizarán mediciones a las muestras de agua, eutrofizadas para ser comparadas con las normas establecidas para recursos hídricos superficiales.	Parámetros físicos	Temperatura Turbidez Conductividad eléctrica	Análisis de laboratorio / espectrofotometría
			Parámetros químicos	pH DBQ, DBO	
			Parámetros microbiológicos	Coliformes totales Coliformes termo tolerantes Bacterias heterotróficas	

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación tuvo la siguiente clasificación: fue experimental puesto que, el investigador realizó acciones conscientemente en el objeto que se estudia; es longitudinal puesto que se obtuvieron datos de una sola población en diferentes tiempos pero en un período establecido; fue correlacional ya que se midió el grado de relación de las variables en estudio y explicativa puesto que se da razón del porqué ocurren los sucesos (Bernal, 2010).

##### **3.1.1. ENFOQUE**

La investigación presentó un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) puesto que se miden fenómenos, se hizo uso de la estadística, se prueba una hipótesis y tiene una característica abierta, flexible, que se puede ir construyendo en el proceso del trabajo en campo del estudio (Hernández-Sampieri & Mendoza Torres, 2018). Se usaron técnicas estadísticas muy estructuradas para analizar la información; además del apoyo de instrumentos para recolectar la información y medir las variables definidas. (Lerma, 2016).

##### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

El alcance de la investigación fue explicativo puesto que van más allá de describir las variables y su establecimiento de relaciones entre ellas; se dirige a las respuestas a causa de un evento y fenómeno de cualquier índole. Es del interés centrado en dar una explicación del por qué suceden los fenómenos y cuáles son las condiciones que hacen que se manifieste y su relación entre ellas. (Hernández, 2018).

### 3.1.3. DISEÑO

La investigación presentó un diseño experimental partiendo de un grupo control y dos grupos experimentales con pre análisis – post análisis con 4 repeticiones a escala de laboratorio:

<b>GE1: O3</b>	<b>X1</b>	<b>O4</b>	} <b>4 Repeticiones</b>
<b>GE2: O5</b>	<b>X2</b>	<b>O6</b>	

Dónde: X = Microrganismos eficientes (EM)

**Donde:**

- **GE:** Grupo experimental
- **X1 y X2:** aplicación de Microrganismos eficientes (EM)
- **O1:** análisis inicial
- **O2:** análisis final

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. POBLACIÓN

Al ser el conjunto de todo elemento de una misma especie presentando características determinadas correspondientes a la misma definición del cual se estudian sus características y relaciones. La población se define por la investigadora y está integrada por una misma unidad (Lerma, 2009).

La población para el presente trabajo de investigación lo conformó la laguna Verdecocha, Amarilis.

### 3.2.2. MUESTRA

Al ser el subconjunto de la población. de los cuales las variables estadísticas que se obtienen de ella, son calculadas los valores estimados que se reflejan en la población.

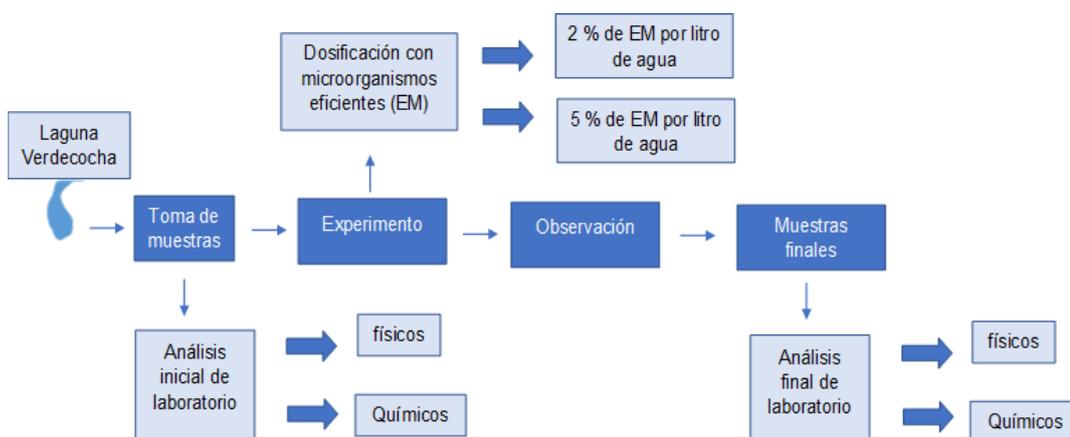
A partir del criterio se tomarán 4 muestras por cada unidad de parámetro (físicoquímico y microbiológico), un total de 4 muestras en los 4 puntos de la fuente hídrica de la laguna Verdecocha.

### 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para recolectar datos se usará D.S. 031-2010-SA REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales R.J. 010-2016 ANA. y Estándares de calidad ambiental (ECA) para el agua DS 004-2017 MINAM.

**Figura 2**

*Flujo de proceso del experimento*



*Nota.* se realizó una pre muestra y un post muestra, el análisis final se hizo luego del experimento en la que se midieron los mismos parámetros iniciales para poder compararlos.

- **Toma de muestras**

Se realizará muestras iniciales para ser analizadas inicialmente en el laboratorio, describiendo la calidad del agua eutrofizada. Todo muestreo será contemplado con las indicaciones en el protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales R.J. 010-2016 ANA.

- **Experimento**

En los grupos operacionales se tendrá en cuenta dos dosis, (al 2 % y 5 % de EM). Sobre las aguas eutrofizadas

- **Observación**

Se tuvo un periodo de observación en el laboratorio, para identificar los cambios físicos y químicos perceptibles, además de poder controlar la temperatura y el control de la manipulación de las variables en estudio.

- **Muestras finales**

Los resultados de las muestras finales serán comparados con los datos obtenidos inicialmente, evidenciando el efecto de los microorganismos eficientes sobre el agua eutrofizada, con ello se podrá identificar en que dosis es mayor la recuperación de la calidad del agua.

### **3.3.1. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS**

Los datos obtenidos en la investigación son presentarán por medio de tablas y gráficos a partir del análisis estadístico, en la que se considerara la redacción científica dando interpretación de los resultados, los que se utilizaron para la discusión de resultados y conclusiones de la investigación.

### **3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Los datos fueron procesados y analizados usando el paquete estadístico de IBM SPSS, V 25, con el que se harán: medidas de tendencia central y dispersión. Del mismo modo, se empleó procedimientos estadísticos para contrastar la hipótesis.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE RESULTADOS

Los resultados son presentados considerando los objetivos planteados en la investigación, de las aguas eutrofizadas de la Laguna Verdecocha.

**Tabla 2**

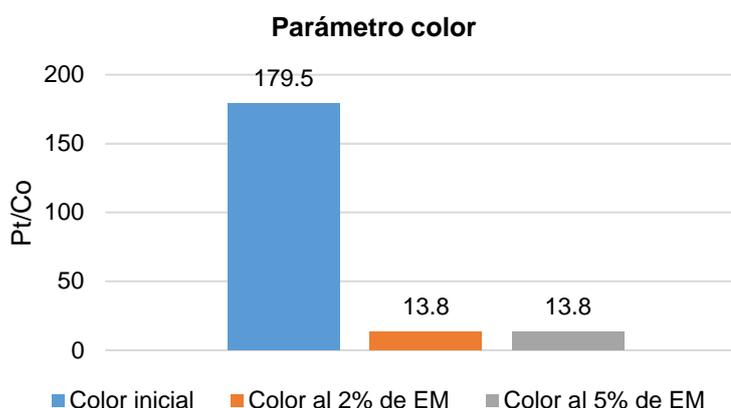
*Procesamiento de resultados de los parámetros físicos*

Mediciones	Grupos	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Límite inferior	Límite superior
Color (pre tratamiento)	2 % (EM)	179,500	0,0000	179,500	179,500
	5 % (EM)	179,500	0,0000	179,500	179,500
Color (post tratamiento)	2 % (EM)	13,800	0,5831	12,181	15,4189
	5 % (EM)	13,800	0,3742	12,761	14,8389
<b>Diferencia (Color)</b>	2 % (EM)	165,700	0,5831	164,081	167,3189
	5 % (EM)	165,700	0,3742	164,661	166,7389
Conductividad (pre tratamiento)	2 % (EM)	1287,500	0,0000	1287,500	1287,500
	5 % (EM)	1287,500	0,0000	1287,500	1287,500
Conductividad (post tratamiento)	2 % (EM)	1246,800	8,1388	1224,203	1269,3969
	5 % (EM)	1235,400	3,8807	1224,625	1246,1746
<b>Diferencia (Conductividad)</b>	2 % (EM)	40,7000	8,1388	18,1031	63,2969
	5 % (EM)	52,1000	3,8807	41,3254	62,8746

*Nota.* Las mediciones son el color y conductividad, los análisis en el laboratorio fueron evaluados a una temperatura de 18 °C.

**Figura 3**

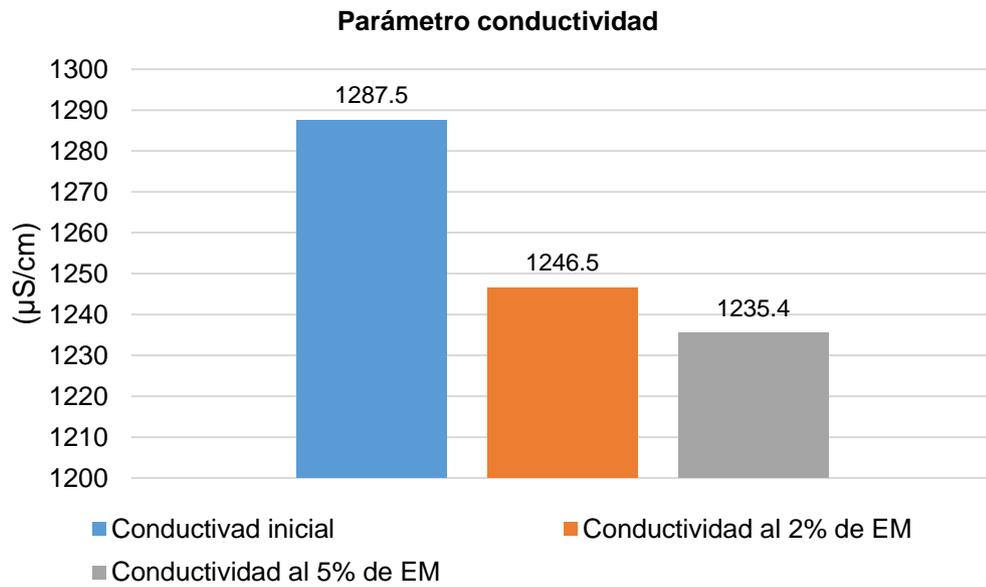
*Comparación de color en los tratamientos*



*Nota.* Para la comparación de los tratamientos en el parámetro color del agua eutrofizada, se puede apreciar que ambas dosis (2% y 5% de EM) tuvieron efectos de igual manera, con una reducción de 179.5 (Pt/Co) inicial, hasta 13.8 (Pt/Co) final con ambas dosis.

**Figura 4**

Comparación de conductividad en los tratamientos



*Nota.* Para la comparación de los tratamientos en el parámetro conductividad del agua eutrofizada, se puede apreciar que la dosis con 2% tuvo menor efecto en reducción de 1285.5 ( $\mu\text{S/cm}$ ) inicial hasta 1245.6 ( $\mu\text{S/cm}$ ) final, a diferencia de la dosis 5% de EM tuvo una reducción 1285.5 ( $\mu\text{S/cm}$ ) inicial hasta 1235.4 ( $\mu\text{S/cm}$ ) final, sin embargo, ambas dosis tuvieron efectos.

**Tabla 3**

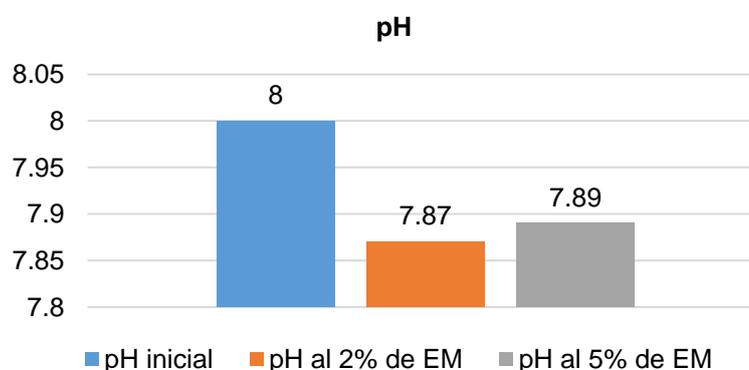
*Procesamiento de resultados de los parámetros químicos.*

Mediciones	Grupos (EM)	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				límite inferior	límite superior
pH (pre tratamiento)	2 %	8,0000	0,00000	8,0000	8,0000
	5 %	8,0000	0,00000	8,0000	8,0000
pH (post tratamiento)	2 %	7,8740	0,00927	7,8483	7,8997
	5 %	7,8860	0,00510	7,8718	7,9002
<b>Diferencia (pH)</b>	2 %	0,1260	0,00927	0,1003	0,1517
	5 %	0,1140	0,00510	0,0998	0,1282
Oxígeno disuelto (pre tratamiento)	2 %	6,5000	0,00000	6,5000	6,5000
	5 %	6,5000	0,00000	6,5000	6,5000
Oxígeno disuelto (post tratamiento)	2 %	6,1080	0,00374	6,0976	6,1184
	5 %	5,8360	0,19681	5,2896	6,3824
<b>Diferencia (OD)</b>	2 %	0,3920	0,00374	0,3816	0,4024
	5 %	0,4640	0,01166	0,4316	0,4964
DBO (pre tratamiento)	2 %	13,5000	0,00000	13,5000	13,5000
	5 %	13,5000	0,00000	13,5000	13,5000
DBO (post tratamiento)	2 %	3,2000	0,37417	2,1611	4,2389
	5 %	2,8000	0,37417	1,7611	3,8389
<b>Diferencia (DBO)</b>	2 %	10,3000	0,37417	9,2611	11,3389
	5 %	10,7000	0,37417	9,6611	11,7389
DQO (pre tratamiento)	2 %	33,0000	0,00000	33,0000	33,0000
	5 %	33,0000	0,00000	33,0000	33,0000
DQO (post tratamiento)	2 %	9,0000	0,31623	8,1220	9,8780
	5 %	8,0000	0,31623	7,1220	8,8780
<b>Diferencia (DQO)</b>	2 %	24,0000	0,31623	23,1220	24,8780
	5 %	25,0000	0,31623	24,1220	25,8780

*Nota.* De la tabla se aprecia estadísticamente para el caso de los parámetros pH, oxígeno disuelto, Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y Demanda química de oxígeno (DQO) del agua eutrofizada, existen efectos en todos los casos de manera similar con ambas dosis (2% y 5% de EM).

**Figura 5**

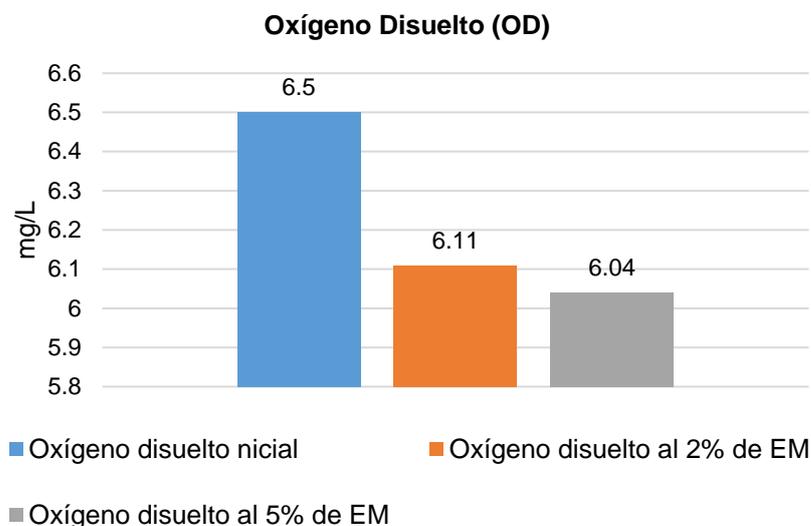
*Comparación del pH en los tratamientos*



*Nota.* Para la comparación de los tratamientos en el parámetro pH del agua eutrofizada, se aprecia de la figura que en el caso de la dosis con 2% tuvo una reducción de un pH de 8 inicial hasta 7.87 final, y el caso de 5% de EM hasta 7.89 final.

**Figura 6**

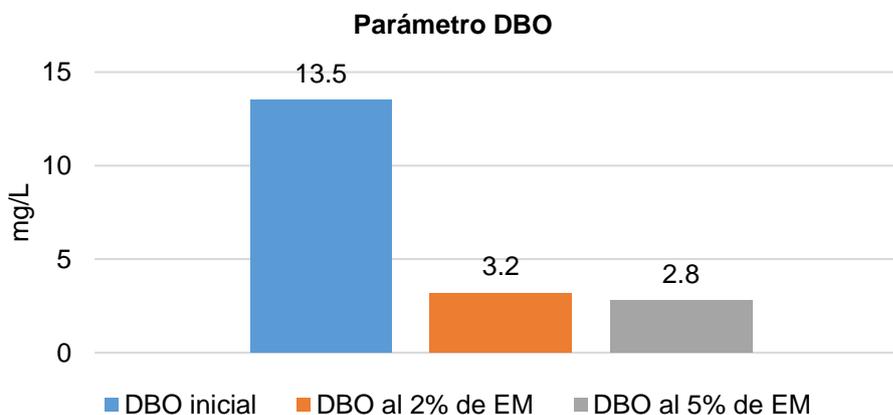
Comparación del parámetro oxígeno disuelto



*Nota.* Para la comparación de los tratamientos en el parámetro oxígeno disuelto del agua eutrofizada, se aprecia que hubo una menor reducción en la dosis de 2% de EM de 6.5 mg/L de OD inicial hasta 6.11 mg/L de OD final, con una mayor reducción en la dosis 5% de EM llegando hasta 6.04 mg/l final de OD.

**Figura 7**

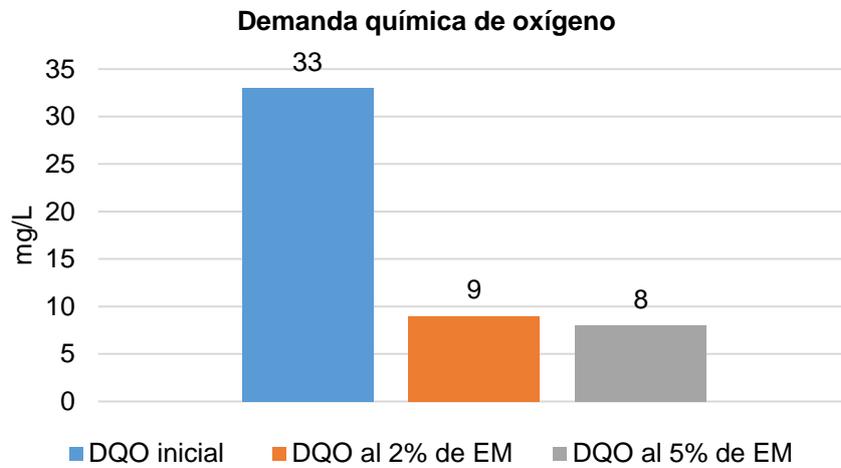
Comparación del parámetro DBO



*Nota.* Para la comparación de los tratamientos en el parámetro Demanda bioquímica de oxígeno del agua eutrofizada, inicialmente se tuvo 13.5 mg/L se aprecia una menor reducción para la dosis 2% de EM llegando 3.2 mg/L final, en la dosis de 5% se llegó a 2.8 mg/L, considerando que en ambos hubo efecto.

**Figura 8**

Comparación del parámetro DQO



*Nota.* Para la comparación de los tratamientos en el parámetro Demanda química de oxígeno del agua eutrofizada, inicialmente se tuvo 33 mg/L se aprecia una menor reducción para la dosis 2% de EM llegando 9 mg/L final, en la dosis de 5% se llegó a 8 mg/L, considerando que en ambos hubo efecto.

**Tabla 4**

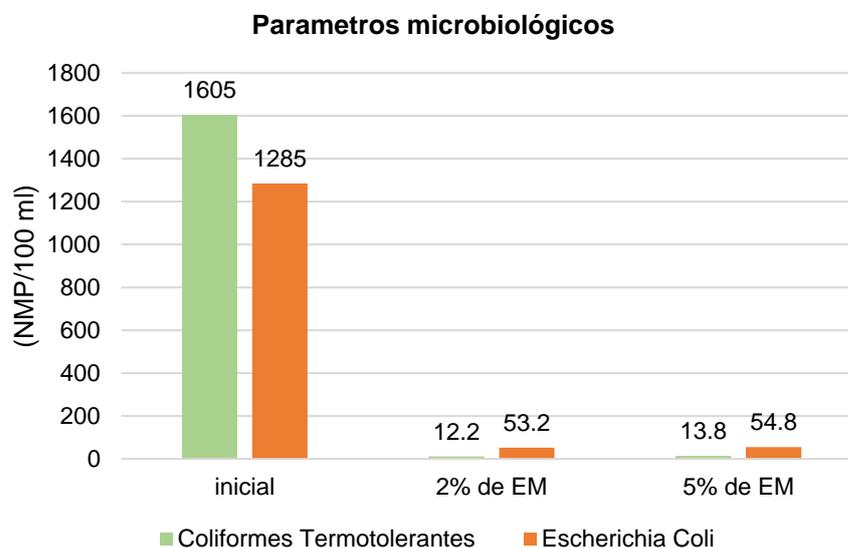
*Procesamiento de resultados de los parámetros microbiológicos.*

Mediciones	Grupos (EM)	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Inferior	Superior
CT (pre tratamiento)	2 %	1605,0	0,000	1605,0	1605,0
	5 %	1605,0	0,000	1605,0	1605,0
CT (post tratamiento)	2 %	12,20	0,490	10,840	13,560
	5 %	13,80	0,583	12,180	15,420
<b>Diferencia (CT)</b>	2 %	1592,8	0,490	1591,4	1594,2
	5 %	1591,2	0,583	1589,5	1592,8
EC (pre tratamiento)	2 %	1285,0	0,000	1285,0	1285,0
	5 %	1285,0	0,000	1285,0	1285,0
EC (post tratamiento)	2 %	53,20	0,490	51,84	54,56
	5 %	54,80	0,583	53,18	56,42
<b>Diferencia (EC)</b>	2 %	1231,8	0,490	1230,4	1233,2
	5 %	1230,2	0,583	1228,6	1231,8

*Nota.* Datos procesados en SPSS V:26. Las mediciones son para coliformes termo tolerantes (CT) y Escherichia Coli (EC). De la tabla se aprecia estadísticamente para el caso de coliformes termo tolerantes (CT) una diferencia en el tratamiento con 5% (EM) con 13.8 NMP/100 ml. y con el tratamiento al 2 % (EM) con 12,20 NMP/100.

**Figura 9**

*Comparación de parámetros microbiológicos*



*Nota.* De la figura se aprecia estadísticamente para el caso de coliformes termo tolerantes (CT) una diferencia en el tratamiento con 5% (EM) con 14.4 NMP/100 ml. y con el tratamiento al 2 % (EM) con 12,20 NMP/100.

**Tabla 5***Prueba de normalidad de los datos*

Parámetros	Grupos	Prueba de normalidad		
		Shapiro wilk		
		Estadístico	gl.	Sig.
dif_CT	2% EM	0,828	5	0,135
	5% EM	0,902	5	0,421
dif_EC	2% EM	0,828	5	0,135
	5% EM	0,902	5	0,421
dif_pH	2% EM	0,952	5	0,754
	5% EM	0,961	5	0,814
dif_color	2% EM	0,902	5	0,421
	5% EM	0,881	5	0,314
dif_conductividad	2% EM	0,889	5	0,351
	5% EM	0,943	5	0,688
dif_OD	2% EM	0,881	5	0,314
	5% EM	0,969	5	0,872
dif_DBQ	2% EM	0,881	5	0,314
	5% EM	0,881	5	0,314
dif_DQO	2% EM	0,883	5	0,325
	5% EM	0,883	5	0,325

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Nota.* Considerando el número de muestras, se toma la prueba de normalidad Shapiro Wilk, lo cual se establece para muestras menores a 50, en lo cual según la significancia bilateral (Sig.) muestra la normalidad de todos los datos evaluados, por lo que es adecuado una prueba paramétrica, y en este caso se toma la prueba T de student para muestras independientes.

## 4.2. CONTRASTE Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para describir el efecto de los microorganismos eficiente en las aguas eutrofizadas de la Laguna Verdecocha, es pertinente el planteamiento de la hipótesis de investigación:

**H1:** La aplicación de microorganismos eficientes (EM) tiene efecto sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha, Amarilis Huánuco 2022.

**H0:** La aplicación de microorganismos eficientes (EM) no tiene efecto sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha, Amarilis Huánuco 2022.

Considerando que la hipótesis nula (H0) se opone a la hipótesis alterna (HA) o hipótesis del investigador, se tiene un nivel de significancia: 5% = 0.05 y se realiza el cálculo del p-valor.

**Tabla 6**

*Prueba t de student para muestras independientes*

<b>Prueba de muestras independientes</b>				
<b>Diferencia</b>		<b>prueba t para la igualdad de medias</b>		
<b>Final - inicial</b>		<b>t</b>	<b>gl</b>	<b>Sig. (bilateral)</b>
CT	Se asumen varianzas iguales	2,101	8	0,069
	No se asumen varianzas iguales	2,101	7,769	0,070
EC	Se asumen varianzas iguales	2,101	8	0,069
	No se asumen varianzas iguales	2,101	7,769	0,070
pH	Se asumen varianzas iguales	1,134	8	0,290
	No se asumen varianzas iguales	1,134	6,216	0,299
color	Se asumen varianzas iguales	0,000	8	1,000
	No se asumen varianzas iguales	0,000	6,817	1,000
Conductividad	Se asumen varianzas iguales	-1,264	8	0,242
	No se asumen varianzas iguales	-1,264	5,729	0,255
OD	Se asumen varianzas iguales	-5,879	8	<b>0,000</b>
	No se asumen varianzas iguales	-5,879	4,815	<b>0,002</b>
DBQ	Se asumen varianzas iguales	-0,756	8	0,471
	No se asumen varianzas iguales	-0,756	8,000	0,471
DQO	Se asumen varianzas iguales	-2,236	8	0,056
	No se asumen varianzas iguales	-2,236	8,000	0,056

*Nota.* La prueba t muestra la existencia diferencias significativa entre los grupos solo en el parámetro Oxígeno Disuelto (OD) puesto que la significancia bilateral es pequeña menor al 0.05, excepto en los parámetros Coliformes totales (CT) pH, Color, conductividad, DBQ y DQO en la que superan a la significancia bilateral. Sin embargo, se demuestra que hubo efectos en todos los parámetros, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye con la hipótesis alterna.

**Tabla 7***Comparación de los parámetros con ECA-Agua*

Parámetro	Análisis pre tratamiento	LMP (Cumplimiento)	Análisis post tratamiento		ECA-Agua y LMP (Cumplimiento)	
	Resultado	Resultado	2% de EM	5 % de EM	2% de EM	5 % de EM
	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
pH	8	Cumple (6.5 a 9.0)	7.87	7.89	Cumple	Cumple
Color	179.5	No cumple (15)	13.8	13.8	Cumple	Cumple
Conductividad	1287.5	Cumple (1500)	1246.8	1235.4	Cumple	Cumple
Oxígeno Disuelto	6.5	No cumple (> 6 mg/L)	6.11	6.04	Cumple	Cumple
Demanda bioquímica de oxígeno	13.5	No cumple (3 mg/L)	3.2	2.8	Cumple	Cumple
Demanda química de oxígeno	33	No cumple (10 mg/L)	9	8	Cumple	Cumple
Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)	1605	No cumple (20 NMP/100 ml)	12.2	13.8	Cumple	Cumple
Escherichia coli (NMP/100 ml)	1285	No cumple (0 NMP/100 ml)	53.2	54.8	Cumple	Cumple

*Nota.* Los efectos logrados por la aplicación de los microorganismos eficientes en ambas dosis (2% y 5%) tienen efectos favorables para tratar las aguas eutrofizadas, dado que inicialmente los parámetros no cumplen los Límites máximos permisibles (LMP) a excepción del pH que tiene una media inicial de 8 se mantiene después de los tratamientos con 7.87 (2%) y 7.89 (5%) aunque hubo variaciones al dato inicial se mantiene dentro del rango establecido (6.5 a 9.0) del mismo modo sucede con la Conductividad dado que inicialmente tuvo 1287.5 después de los tratamientos 1246.8 (2%) y 1235.4 (5%) las variaciones son evidentes pero se mantienen dentro del rango (1500), respecto a los demás parámetros se evidencia cambios devolviéndoles la calidad para ser potabilizadas, dentro del cumplimiento de los criterios microbiológicos y fisicoquímicos de acuerdo al criterio basado en el reglamento del DS. N° 004 – 2017 – MINAM.

## **CAPITULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Considerando el objetivo general; Evidenciar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha: en los tratamientos de ambas dosis (2% y 5%) se aprecian efectos favorables en las aguas eutrofizadas, recuperándolas comparadas al estándar de calidad ambiental, coincidiendo con lo que mencionan Méndez & Orejuela (2021) en la investigación: *“Evaluación de microorganismos eficientes mediante un filtro anaerobio”* en la que mencionan que se evidencia efecto de los microorganismos eficientes sobre el DQO y SST favoreciendo a la calidad del agua. Además, las post muestras evaluadas muestran datos dentro de la normativa ECA-agua, lo que es aún más favorable su tratamiento y los resultados aceptables, tal como menciona Chota & Ojanama (2019) la investigación *“Aplicación de Microorganismos Eficientes (EM) para remover el contenido eutrofizado de agua”* Las concentraciones al inicio de la evaluación excedió lo determinado según el ECA, la aplicación de los ME-Agua al 5 % y 10 % evidenció la disminución de la concentración en el sistema del 10% alcanzando el valor aceptable por la normativa.

Considerando el objetivo específico uno: Describir las características físicas antes y después de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha. Las características físicas presentan problemas que sobrepasan el ECA- color 179.5 conductividad, 1287.5 mostrando que las aguas eutrofizadas de la Laguna Verdecocha, no son aptas para la Subcategoría A: Aguas superficiales que se destinan a la producción de agua potable, puesto que no cumple con los criterios físicos de acuerdo a los del DS. N° 004-2017 – MINAM. Se realizó el experimento en ausencia de aceites y grasas, puesto que estos limitan a los microorganismos eficientes, se trabajó a una temperatura ambiente de 19 °C.

Considerando el objetivo específico dos: Describir las características químicas antes y después de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha. se tuvo un pH 8 alcalino, 1287.5 oxígeno disuelto 6.5 aceites y grasas 0 demanda bioquímica de oxígeno 13.5 demanda química de oxígeno 33, por lo que las muestras de

tomadas de las aguas eutrofizadas de la Laguna Verdechocha, no son aptas para la Subcategoría A: Aguas superficiales que se destinan a la producción de agua potable, puesto que no cumple con los criterios físicos de acuerdo a los del DS. N° 004-2017 – MINAM. Con la aplicación de experimento los EM tuvieron efectos favorables en todo los parámetros analizados, coincidiendo con lo que mencionan Calderón et al. (2019) en el: *“Tratamiento Aguas Residuales Mediante Tecnología de Microorganismos Eficientes”*, mencionando que al adicionar microorganismos eficaces en las aguas residuales domesticas redujo la cantidad de la demanda química de oxígeno demanda biológica de oxígeno, cloruros, nitratos, dureza total. Fortaleciendo estos resultados Méndez & Orejuela (2021) mencionan en su investigación: *“Evaluación de microorganismos eficientes mediante un filtro anaerobio de flujo ascendente en agua residual sintética”* que los microorganismos eficientes tienen el poder de descontaminar las aguas residuales al ejercer una influencia degradadora sobre la materia orgánica presente en aguas residuales.

Considerando el objetivo específico tres; Describir las características microbiológicas antes y después de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdechocha. Las características microbiológicas presentan alto contenido de coliformes termotolerantes, como también E. coli, los cuales sobrepasan el ECA-Agua, lo cual es un problema de eutrofización y problemas en la laguna Verdechocha, de igual manera mencionado por Romero (2019) en la investigación: *“Eutrofización. Carga crítica de fósforo”* en la concluye que la carga interna de fósforo dificulta la gestión de cuencas fluviales para controlar la eutrofización, esto se debe a la contaminación del ecosistema acuático. Inicialmente se presentan 1605.0 NMP/100 de Coliformes termo tolerantes los cuales se encuentra no aptas para la Subcategoría A: Aguas superficiales que se destinan a la producción de agua potable, lo mismo sucede con Escherichia coli, sin embargo, los tratamientos tuvieron efectos favorables llegando eliminar llegando a 12.20 NMP/100 con 2% de EM, y hasta 13.80 NMP/100 con 5% de EM, en el caso del E. Coli casi en su totalidad se eliminó (53.2 y 54.8 respectivamente). Quedando dentro del ECA-Agua, para ambos casos.

Lo que se discrepa con lo mencionado por Herrera (2019) en su investigación *“Estudio de la contaminación de la laguna de Los Milagros por descargas de aguas residuales”* mencionando que los parámetros microbiológicos, fueron cambiados por acción de los EM excepto de las bacterias heterotróficas y los coliformes totales, ya que los niveles están por encima de lo establecido en la normativa. Sin embargo, es más considerable lo que sostiene Nieto (2020) en la investigación: *“Influencia de la radiación solar en la descontaminación de aguas residuales urbanas a través de la foto degradación”* mencionando que logra una eliminación del 100% de Coliformes Totales, siendo más efectiva su tratamiento para este tipo de parámetros.

## CONCLUSIONES

Los microorganismos eficientes, evidenciaron tener efecto sobre la calidad del agua eutrofizada, mejorando su condición y su recuperación, lo cual es útil y sostenible. Su aplicación, además reduce carga de contaminantes y presentan un buen desenvolvimiento a temperatura ambiente.

Las características físicas inicialmente no son aptas para la Subcategoría A: Aguas superficiales que se destinan para producir agua potable, puesto que no cumple con los criterios físicos de acuerdo a los del DS. N° 004-2017 – MINAM. Al aplicar los microorganismos eficientes, trabajando sin presencia de aceites y grasas, ambas dosis (2% y 5% de EM) favorecieron al color, conductividad en la que quedaron estabilizados y dentro del ECA-Agua.

Las características químicas inicialmente no son aptas para la Subcategoría A: Aguas superficiales que se destinan para producir agua potable, puesto que no cumple con los criterios físicos de acuerdo a los del DS. N° 004-2017 – MINAM, después de aplicar los microorganismos eficientes considerando los parámetros evaluados, ambas dosis (2% y 5% de EM) favorecieron en estabilizar el pH, oxígeno disuelto, DBQ y DQO, quedaron estabilizados y dentro del ECA-Agua.

Las características microbiológicas antes del experimento no son aptas para la Subcategoría A: Aguas superficiales que se destinan para producir agua potable, puesto que no cumple con los criterios físicos de acuerdo a los del DS. N° 004-2017 – MINAM. Después de aplicar los microorganismos eficientes, los Coliformes termo tolerantes tuvieron una reducción de 1605.0 NMP/100 hasta 12.20 NMP/100 con 2% de EM, hasta 13.80 NMP/100 con 5% de EM, y para el caso del Escherichia coli, casi eliminado en su totalidad (53.2 y 54.8 respectivamente). Quedando dentro del ECA-Agua, para ambos casos.

## RECOMENDACIONES

- Realizar la aplicación de microorganismos eficientes a mayor cantidad de cuerpos de agua y de manera in situ, que ayuden a verificar su efecto y la recuperación de aguas degradadas.
- En la experimentación tener el control del pH para que los microorganismos tengan una mejor activación.
- Experimentar en diferentes dosis de microorganismos eficientes, además de compararlos en efectividad con otros métodos de tratamientos ecológicos.
- En aguas residuales domesticas es recomendable hacer un pretratamiento de aceites y grasas, evitando así que limiten la acción de los microorganismos eficientes.
- Para aguas con mayor presencia de contaminación y eutrofización realizar continuamente las dosificaciones.
- A la empresa EMAPA, realizar una reestructuración de la red de captación de agua, puesto que presenta falencias y problemas de rupturas en las tuberías de conducción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernal, C. (2010). Metodología de la Investigación (Tercera Edición). PEARSON EDUCACIÓN.
- BID. (2009). Manual Práctico de Uso de EM. Banco Interamericano de Desarrollo.  
[https://www.emuruguay.org/images/Manual\\_Practico\\_Uso\\_EM\\_OISCA\\_BID.pdf](https://www.emuruguay.org/images/Manual_Practico_Uso_EM_OISCA_BID.pdf)
- Calderón Huamaní, D. F., Huarancca Contreras, P. P., & Díaz Rodríguez, J. J. (2019). Tratamiento Aguas Residuales Mediante Tecnología de Microorganismos Eficientes – Substanzalla, Ica—Perú. Universidad Nacional de Juliaca.  
<http://repositorio.unaj.edu.pe:8080/handle/UNAJ/46>
- Chota Armas, A. F., & Ojanama Rodríguez, G. (2019). Aplicación de Microorganismos Eficientes (EM) para remover el contenido de nitrógeno total y fósforo total en el agua de la laguna Ricuricocha – Región San Martín [Universidad Peruana Unión].  
<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3036>
- Coila, P. U. (2018). Bacterias endofíticas aisladas de Elodea potamogeton (“Ilachu”) de aguas contaminadas de la bahía interior del Lago Titicaca [Universidad Nacional San Agustín de Arequipa].  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7058>
- Hernández Sampieri, R. (2018). Metodología de la Investigación: Las rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta (Primera edición). McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la Investigación, las rutas cuantitativas, cualitativas y mixta. Mc Graw Hill Education.
- Herrera, C. P. (2019). Estudio de la contaminación de la laguna de Los Milagros por descargas de aguas residuales, caserío Los Milagros-

provincia Leoncio Prado – Huánuco—2019 [Universidad de Huánuco].  
<http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/2196>

Lerma, H. D. L. (2009). Metodología de la investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto (Cuarta Edición). Ecoe Ediciones.

Lerma, H. D. L. (2016). Metodología de la investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto (Quinta Edición). Ecoe Ediciones.

Lozano-Rivas, W. (2013). Calidad fisicoquímica del agua.: Métodos simplificados para su muestreo y análisis. Universidad Piloto de Colombia.

Méndez Ferro, J. E., & Orejuela Viáfara, D. E. (2021). Evaluación de microorganismos eficientes mediante un filtro anaerobio de flujo ascendente en agua residual sintética, determinado por la eficiencia de remoción de DQO y SST [Thesis, Uniautónoma del Cauca].  
<http://repositorio.uniautonomia.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/595>

Mengo, L., Cativa, A., Ullmer, F., Garnero, F., Arán, D., Rodríguez, M. I., Ruiz, M., & Halac, S. (2018). El hierro como factor promotor del crecimiento de poblaciones naturales de *Microcystis aeruginosa* (Embalse San Roque, Córdoba, Argentina). [https://www.ina.gov.ar/ifrh-2018/pdf/IFRH\\_2018\\_paper\\_40.pdf](https://www.ina.gov.ar/ifrh-2018/pdf/IFRH_2018_paper_40.pdf)

Nieto, F. M. (2020). Influencia de la radiación solar en la descontaminación de aguas residuales urbanas a través de la fotodegradación [Universidad Nacional Agraria de la Selva].  
<https://hdl.handle.net/20.500.14292/1738>

OMS. (2019). Agua. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Romero, I. (2019). Eutrofización. Carga crítica de fósforo [Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/116293>

Sierra, C. A. S. (2011). *Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico* (1a ed.). Ediciones de la U.

SUNASS. (2004). *La calidad del agua potable en el Perú* (p. 259). SUNASS y JICA. <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/Jica-2004.pdf>

Vásquez, C. D. (2019). Efecto de los microorganismos eficientes en la disminución de la demanda biológica de oxígeno del agua residual domésticas Dren 3100 [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38036>

Young, K., & Rose. (2015). *La Evaluación de Riesgos como Herramienta para Mejorar la Calidad del Agua, el Saneamiento y la Salud. En Agua y Desarrollo sostenible* (p.7). [https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/WM\\_IIIESP.pdf](https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/WM_IIIESP.pdf)

Zarza, L. (2019, octubre 17). ¿Cuántos tipos de agua hay? [Text]. iAgua; iAgua. <https://www.iagua.es/respuestas/cuantos-tipos-agua-hay>

## **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Alcedo Aparicio, S. (2025). *Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de la Laguna Verdecocha, Amarilis, Huánuco - 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

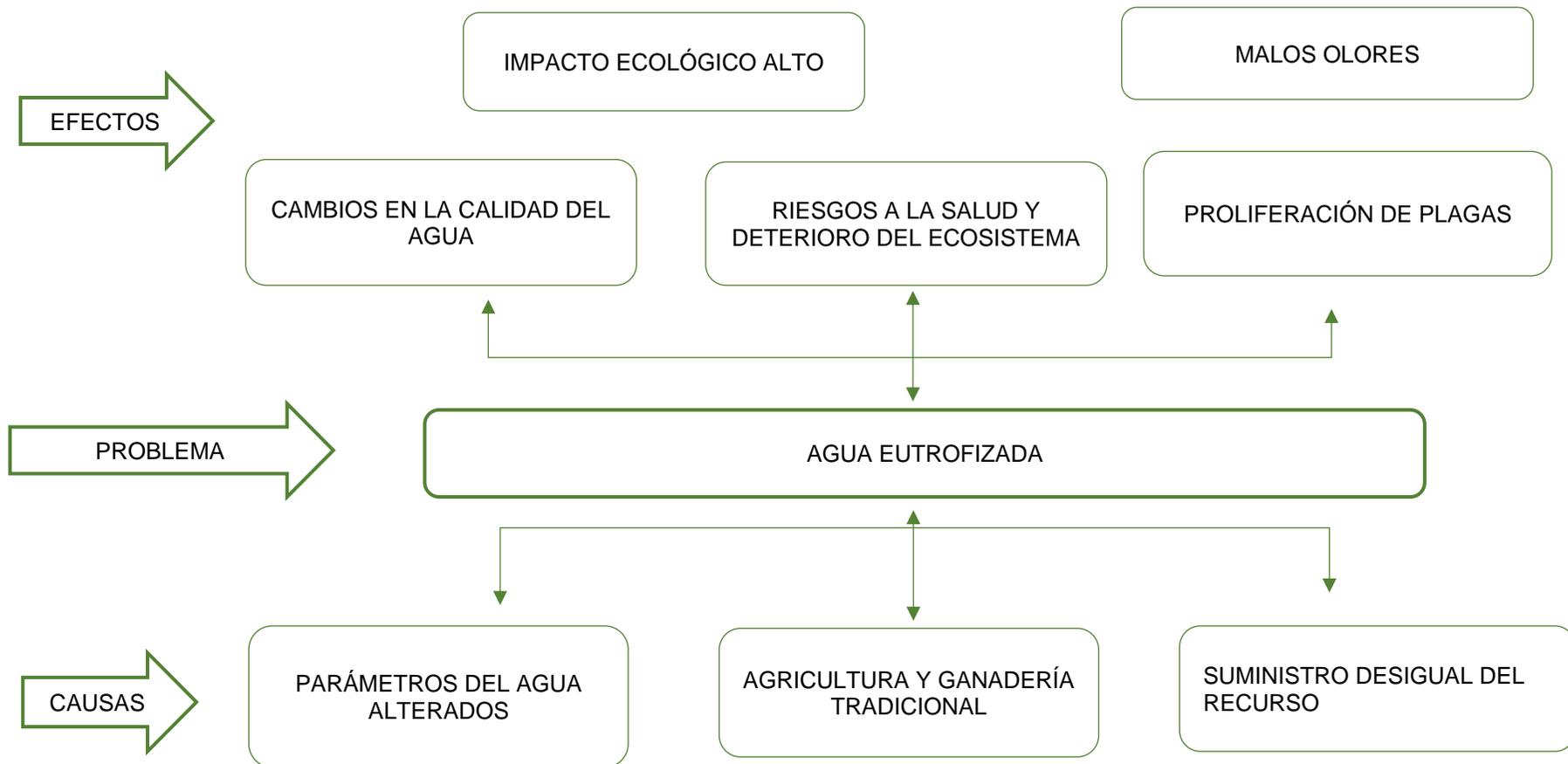
## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

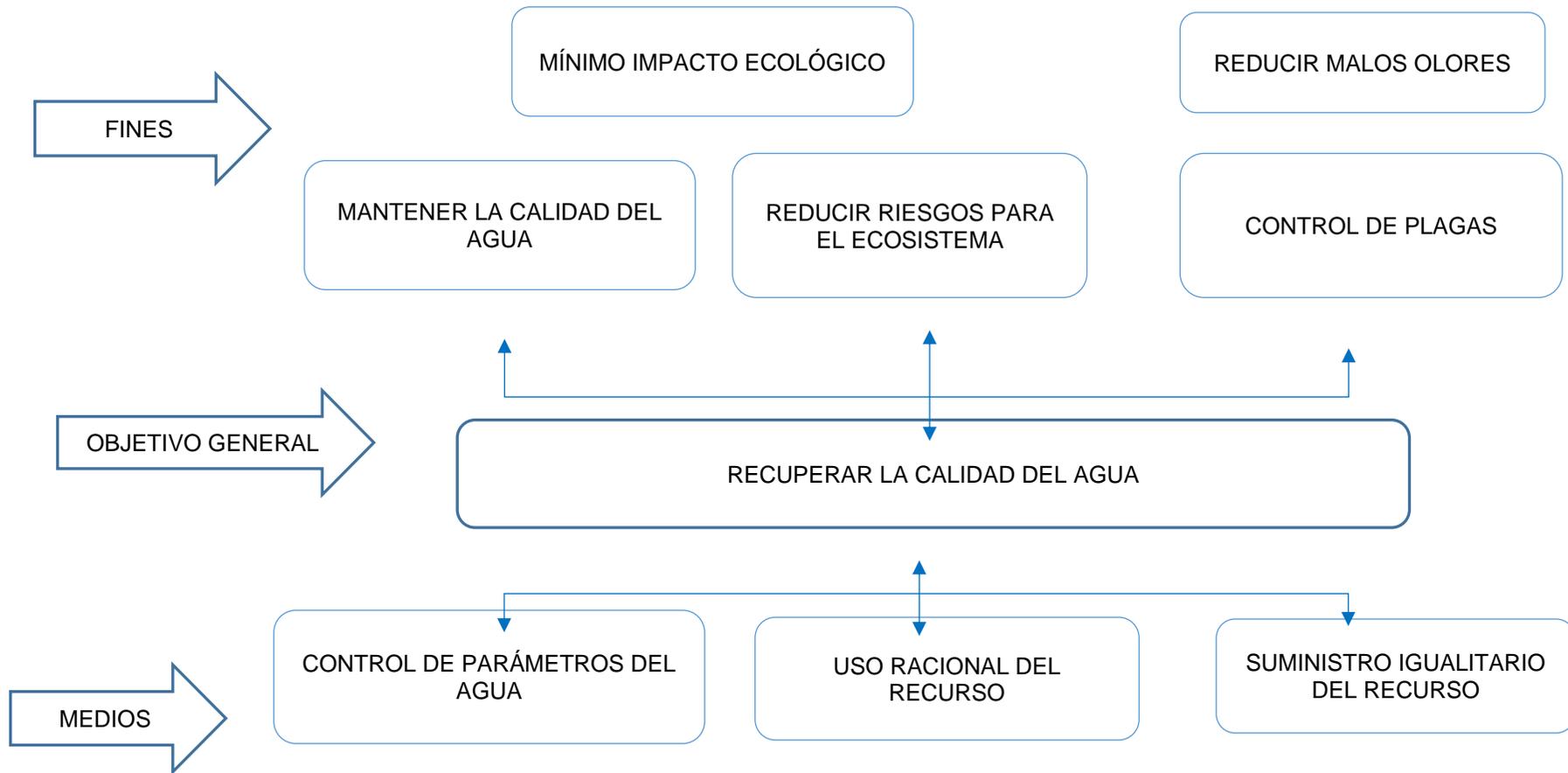
**Título:** “Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha, Amarilis, Huánuco”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>¿Cuál es el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha, Amarilis Huánuco 2022?</p>	<p>Evidenciar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha, Amarilis Huánuco 2022.</p>	<p><b>H1:</b> La aplicación de microorganismos eficientes (EM) tiene efecto sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha, Amarilis Huánuco 2022.</p> <p><b>H0:</b> La aplicación de microorganismos eficientes (EM) no tiene efecto sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha, Amarilis Huánuco 2022.</p>	<p><b>Variable independiente</b></p> <p><b>Microorganismos eficientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lactobacillus</li> <li>• Levaduras</li> <li>• Bacterias Fototróficas o Fotosintéticas</li> </ul> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p><b>Calidad del agua eutrofizada</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parámetros físicos</li> <li>• Parámetros químicos</li> <li>• Parámetros microbiológicos</li> </ul>	<p><b>Tipo:</b> Experimental</p> <p><b>Enfoque:</b> Enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo)</p> <p><b>Nivel:</b> Explicativo</p> <p><b>Diseño:</b> GC: 01 → 02 GE1: 03 X1 04 GE2: 05 X2 06</p> <p><b>Población:</b> Sector 3 de San Luis – Amarilis, que cuenten con el servicio de agua potable</p> <p><b>Muestra:</b> 4 muestras por cada unidad de parámetro en 4 puntos de la fuente hídrica</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son las características físicas antes y después de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha?</li> <li>• ¿Cuáles son las características químicas antes y después de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha?</li> <li>• ¿Cuáles son las características microbiológicas antes y después de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir las características físicas antes y después de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha.</li> <li>• Describir las características químicas antes y después de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha.</li> <li>• Describir las características microbiológicas antes y después de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre las aguas eutrofizadas de laguna Verdecocha.</li> </ul>			

## ANEXO 2 DIAGRAMA DE CAUSA – EFECTO



### ANEXO 3 DIAGRAMA DE MEDIOS – FINES





## ANEXO 5

### FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS DEL SOLICITANTE							
Solicitante:				Teléfono:			
Dirección:				Ciudad:			
DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N°:				Cód. de muestra:			
Fecha:				Hora de toma:			
Sitio:				Otros:			
Departamento:							
TIPO DE MUESTRA							
Tipo de muestra	tratada	Sin tratar	En proceso	Resultados			
				Valor	Norma	Lugar	Observ.
Consumo humano							
Residual							
Riego							
Otro							
DATOS DE QUIEN TOMÓ LA MUESTRA							
Nombre:				Teléfono:			
Cargo:				Correo:			
Firma:							
DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN EL LABORATORIO							
DD/MM/AA:		Nombre y cargo					
Hora:		Firma:					

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS RECIPIENTES PARA OS DIFERENTES TIPOS DE ANÁLISIS

**Análisis Microbiológico:** recipientes estériles con inhibidor de cloro (300 ml) y recipientes plásticos

**Análisis Físicoquímicos:** Recipiente plásticos herméticos (2l) preferentemente que sean suministrados por el laboratorio.

## ANEXO 6

### MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



## ANEXO 7

### RESULTADOS DE MUESTRAS DE LABORATORIO

Resultados pre tratamiento


**GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO**  
 DIRECCION REGIONAL DE SALUD HUANUCO
 


 REG.: 001-2022-LMAA-LRRSP HCO

**LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS**

<b>SOLICITANTE</b> <b>TESIS:</b>  <b>FECHA DE MUESTREO:</b> <b>FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:</b> <b>MUESTRA TOMADA POR:</b> <b>PRODUCTO:</b>  <b>CANTIDAD DE MUESTRAS :</b> <b>FUENTE:</b> LAGUNA VERDECOCHA <b>ALTURA:</b> 3897msnm <b>PUNTO DE MUESTREO:</b> 376965 ESTE 8895507 NORTE	STEFANY XIMARA ALCEDO APARICIO EFECTO DE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) SOBRE LAS AGUAS EUTROFIZADAS DE LAGUNA VERDECOCHA, AMARILIS, HUANUCO 2022 <b>19-06-2022</b> HORA: 06:40 <b>19-06-2022</b> HORA: 13:00 STEFANY XIMARA ALCEDO APARICIO Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable <b>Criterios basados en el Reglamento de la Calidad de Agua D.S No. 04-2017 MINAN</b> 1000 ml
--	--

**RESULTADOS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS**

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	LMP	CODIGO MI-VC	CODIGO M2-VC
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	20 NMP/100 ml	1560	1650
ESCHERICHIA COLI	0 NMP/100 ml	1320	1250

**RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS**

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	LMP	CODIGO MI-VC	CODIGO M2-VC
TEMPERATURA	Δ 3	19	19
PH	6.5 a 9.0	7.5	8.1
COLOUR	15	185	174
CONDUCTIVIDAD	1500	1250	1325
OXIGENO DISUELTO	>6 mg/L	6	7
ACEITES Y GRASAS	5 mg/L	0	0
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXIGENO (DBO5)	3 mg/L	13	14
DBD	10 mg/L	32	34

**CONCLUSION:**  
 LAS MUESTRAS DE AGUA DE HUMEDALES NO SON APTAS PARA LA Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable. YA QUE NO CUMPLE CON LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS Y FÍSICO QUÍMICOS DE ACUERDO A Criterios basados en el Reglamento del D.S No. 004-2017- MINAN

Huánuco, 27 DE JUNIO DEL 2022

  
 MINISTERIO DE SALUD  
 DIRECCION REGIONAL DE SALUD - HUÁNUCO  
 José Luis Abadío Álvarez  
 COLOGO ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENTOMOLOGIA

**LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS**  
**LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA**  
 Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261

Resultados postratamiento con microorganismos eficientes (2% y 5%)



**GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO**

**DIRECCION REGIONAL DE SALUD HUANUCO**



REG.: 002-2022-LMAA-LRRSP HCO



**LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS**

**SOLICITANTE**

**TESIS:**

**FECHA DE MUESTREO:**

**FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:**

**MUESTRA TOMADA POR:**

**PRODUCTO:**

**CANTIDAD DE MUESTRAS:**

**FUENTE:** LAGUNA VERDECOCHA **ALTURA:** 3897msnm **PUNTO DE MUESTREO:** 376965 ESTE 8895507 NORTE

STEFANY XIOMARA ALCEDO APARICIO

EFFECTO DE LA APLICACION DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) SOBRE LAS AGUAS EUTROFIZADAS DE LAGUNA VERDECOCHA, AMARILIS, HUANUCO 2022

02-08-2022 HORA: 08:40

02-08-2022 HORA: 13:00

STEFANY XIOMARA ALCEDO APARICIO

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

**Criterios basados en el Reglamento de la Calidad de Agua D.S No. 04-2017 MINAN**

1000 ml

**RESULTADOS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS (2% de EM)**

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	LMP	M1-E	M2-E	M3-E	M4-E	M5-E
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	20 NMP/100 ml	12	14	11	12	12
ESCHERICHIA COLI	0 NMP/100 ml	0	0	0	0	0

**RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS (2% de EM)**

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	LMP	M1-E	M2-E	M3-E	M4-E	M5-E
TEMPERATURA	Δ 3	18	18	18	18	18
PH	6.5 a 9.0	7.85	7.89	7.87	7.90	7.86
COLOR	15	12	15	13	15	14
CONDUCTIVIDAD	1500	1252	1275	1231	1231	1245
OXIGENO DISUELT	≥6 mg/L	6.10	6.12	6.10	6.11	6.11
ACEITES Y GRASAS	5 mg/L	0	0	0	0	0
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXIGENO (DBO5)	3 mg/L	3	4	2	4	3
DBO	10 mg/L	9	10	9	8	9

**CONCLUSIÓN:**

LAS MUESTRAS DE AGUA DE HUMEDALES SON APTAS PARA LA Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable; YA QUE CUMPLE CON LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS Y FÍSICO QUÍMICOS DE ACUERDO A Criterios basados en el Reglamento del D.S No. 004-2017- MINAN

Huánuco, 9 DE AGOSTO DEL 2022

MINISTERIO DE SALUD  
DIRECCION REGIONAL DE SALUD HUANUCO

*José Luis Bernalto Alvarado*  
SÓLOGO ENCARGADO DEL LABORATORIO  
AGUAS Y ALIMENTOS

**LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS**

**LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA**

Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261



REG.: 003-2022-LMAA-LRRSP HCO



**LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS**

**SOLICITANTE**

STEFANY XIMARA ALCEDO APARICIO

**TESIS:**

EFFECTO DE LA APLICACION DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) SOBRE LAS AGUAS EUTROFIZADAS DE LAGUNA VERDECOCHA, AMARILIS, HUANUCO 2022

**FECHA DE MUESTREO:**

02-08-2022 HORA: 06:40

**FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:**

02-08-2022 HORA: 13:00

**MUESTRA TOMADA POR:**

STEFANY XIMARA ALCEDO APARICIO

**PRODUCTO:**

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Criterios basados en el Reglamento de la Calidad de Agua D.S No. 04-2017 MINAN

**CANTIDAD DE MUESTRAS:**

1000 ml

**FUENTE:** LAGUNA VERDECOCHA **ALTURA:** 3897msnm **PUNTO DE MUESTREO:** 376965 ESTE 8895507 NORTE

**RESULTADOS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS (5% de EM)**

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	LMP	M1-S	M2-S	M3-S	M4-S	M5-S
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	20 NMP/100 ml	15	15	14	12	13
ESCHERICHIA COLI	0 NMP/100 ml	0	0	0	0	0

**RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS (5% de EM)**

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	LMP	M1-S	M2-S	M3-S	M4-S	M5-S
TEMPERATURA	Δ 3	19	19	19	19	19
PH	6.5 a 9.0	7.80	7.87	7.89	7.88	7.89
COLOR	15	14	13	15	14	13
CONDUCTIVIDAD	1500	1224	1245	1234	1243	1231
OXÍGENO DISUELT	>8 mg/L	6	6.03	6.05	6.07	6.03
ACEITES Y GRASAS	5 mg/L	0	0	0	0	0
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	3 mg/L	2	3	4	3	2
DIO	10 mg/L	9	8	7	8	8

**CONCLUSION:**

LAS MUESTRAS DE AGUA DE HUMEDALES SON APTAS PARA LA Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable; YA QUE CUMPLE CON LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS Y FÍSICO QUÍMICOS DE ACUERDO A Criterios basados en el Reglamento del D.S No. 004-2017- MINAN

Huánuco, 9 DE AGOSTO DEL 2022

MINISTERIO DE SALUD  
DIRECCION REGIONAL DE SALUD HUANUCO

JOSE LUIS BARRERA ALVAREZ  
BIÓLOGO EMBAJADOR DE LABORATORIOS  
AGUAS Y ALIMENTOS  
D.O. 1999

**LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS**

**LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA**

Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261

## ANEXO 8

### PANEL FOTOGRÁFICO

#### Fotografía 1

*Reconocimiento de área en estudio*



#### Fotografía 2

*Identificación de punto de contaminación*



**Fotografía 3**

*Toma de muestras de las aguas eutrofizadas*



**Fotografía 4**

*Recolección de las aguas eutrofizadas*



**Fotografía 5**

*Vista de las condiciones del agua de la laguna*



**Fotografía 6**

*Identificación del crecimiento de algas en el agua*



**Fotografía 7**

*Etiqueta y rotulación de muestras para enviar al laboratorio*



**Fotografía 8**

*Equipo de trabajo para el muestreo*

