

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

---

**“Aplicación de microorganismos eficaces en la  
biorrecuperación de aguas residuales de la quebrada  
Yumantay, Coronel Portillo, Ucayali - 2022”**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA  
AMBIENTAL**

**AUTORA: Escate Ramírez, Verónica Lineth**

**ASESOR: Calixto Vargas, Simeón Edmundo**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2023**

# 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:** Biotecnología Ambiental

**Disciplina:** Biorremediación, Biotecnologías de diagnóstico en la gestión ambiental

**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 ( )

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 47001955

**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:**

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria.	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Vásquez Baca, Yasser	Título oficial de máster universitario en planificación territorial y gestión ambiental.	42108318	0000-0002-7136-697X
3	Duran Nieva, Alejandro Rolando	Biólogo-microbiólogo	21257549	0000-0001-5596-0445

# D

# H



# UNIVERSIDAD DE HUANUCO

## 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 14 del mes de noviembre del año 2023, 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:

- Mg. Frank Erick Cámara Llanos (Presidente)
- Mg. Yasser Vasquez Baca (Secretario)
- Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 2517-2023-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICACES EN LA BIORRECUPERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LA QUEBRADA YUMANTAY, CORONEL PORTILLO, UCAYALI - 2022"**, presentado por el (la) Bach. **ESCATE RAMIREZ, VERONICA LINETH**, 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 **4.6** y cualitativo de **BUENO** (Art. 47)

Siendo las **18:04** horas del día **14** del mes de **NOVIEMBRE** del año **2023**, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Mg. Frank Erick Cámara Llanos  
ORCID: 0000-0001-9180-7405  
Presidente

Mg. Yasser Vasquez Baca  
ORCID: 0000-0002-7136-697X  
Secretario

Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva  
ORCID: 0000-0001-5596-0445  
Vocal

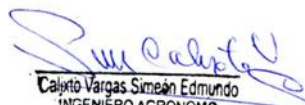
## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, Simeón Edmundo Calixto Vargas, asesor(a) del PA de Ingeniería Ambiental y designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 820-2022-D-FI-UDH de fecha 20 de abril de 2022 del (los) estudiante(s) **Bach. Verónica Lineth ESCATE RAMIREZ**, de la investigación titulada “APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICACES EN LA BIORRECUPERACION DE AGUAS RESIDUALES DE LA QUEBRADA YUMANTAY, CORONEL PORTILLO, UCAYALI - 2022” Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 24% verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio 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, 28 de noviembre del 2023



Calixto Vargas Simeón Edmundo  
INGENIERO AGRÓNOMO  
Reg. CIP N° 32739

Calixto Vargas, Simeón Edmundo

DNI N° 22471306

"APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICACES EN LA BIORRECUPERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LA QUEBRADA YUMANTAY, CORONEL PORTILLO, UCAYALI - 2022"

INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>24%</b> INDICE DE SIMILITUD	<b>22%</b> FUENTES DE INTERNET	<b>7%</b> PUBLICACIONES	<b>11%</b> TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>alicia.concytec.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>distancia.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>5</b>	<b>udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>idoc.pub</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.uniautonoma.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>Tepley, F. J., S. De Silva, and G. Salas. "Magma Dynamics and Petrological Evolution Leading to the VEI 5 2000 BP Eruption of El Misti</b>	<b>1%</b>

  
Apellidos y Nombres: Calixto Vargas,  
Simeón Edmundo  
DNI N° 22471306  
Código Orci N° 0000-0002-5114-4114

## DEDICATORIA

A Dios por ser mi principal guía e iluminarme en todo lo que me proponga en mi día a día.

A mi querida madre por todo el apoyo, amor, esfuerzo y paciencia que me tuvo en este largo camino.

A las demás personas gracias por seguirme, apoyarme en este arduo trabajo que sin ellos no hubiera sido posible acabarlo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad de Huánuco por forjarme en mi formación académica e incentivarme en ser una buena profesional.

Al ingeniero Simeón Calixto e ingeniero Juan Pérez por guiarme en el camino, por brindarme con su sabiduría y por incitarme en ser una profesional y una persona de bien.

A las personas que se cruzaron e inspiraron, hicieron que durante el sendero fuera dichosa, prospera y beneficioso y sé que contare con ellos en las determinaciones que tome en el futuro.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE .....	IV
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT .....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPITULO I.....	12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	12
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	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
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	15
1.4.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	15
1.4.3. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA .....	16
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
1.6.1. VIABILIDAD AMBIENTAL.....	16
1.6.2. VIABILIDAD OPERATIVA.....	16



1.6.3. VIABILIDAD TÉCNICA.....	16
1.6.4. VIABILIDAD SOCIAL.....	17
1.6.5. VIABILIDAD ECONÓMICA.....	17
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	18
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	20
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	22
2.2. BASES TEÓRICAS.....	23
2.2.1. AGUAS RESIDUALES.....	23
2.2.2. MICROORGANISMOS EFICACES.....	37
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	39
2.4. HIPÓTESIS.....	40
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	40
2.5. VARIABLES.....	40
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE.....	40
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	40
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	41
CAPÍTULO III.....	43
MARCO METODOLÓGICO.....	43
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.1.1. ENFOQUE.....	43
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	43
3.1.3. DISEÑO.....	44
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	44

3.2.1. POBLACIÓN.....	44
3.2.2. MUESTRA.....	44
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .	45
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	45
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	46
3.4. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS .....	46
CAPÍTULO IV .....	47
RESULTADOS .....	47
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	47
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS...62	
CAPÍTULO V .....	64
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	64
CONCLUSIONES .....	67
RECOMENDACIONES.....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
ANEXOS .....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tabla de color.....	28
Tabla 2	Datos pre experimental del agua residual.....	47
Tabla 3	Análisis post experimento con EM al 5% .....	48
Tabla 4	Análisis post experimento con EM al 10% .....	49
Tabla 5	Resumen de procesamiento de casos.....	51
Tabla 6	Procesamiento de las características físicas .....	53
Tabla 7	Procesamiento de las características químicas .....	55
Tabla 8	Procesamiento de las microbiológicas.....	58
Tabla 9	Prueba de normalidad para la elección de prueba paramétrica o no paramétrica .....	61
Tabla 10	Prueba de muestras independientes .....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Flujograma del experimento .....	46
Figura 2	Comparación del efecto en característica color .....	54
Figura 3	Comparación del efecto en característica turbiedad .....	54
Figura 4	Comparación del efecto en característica temperatura.....	55
Figura 5	Comparación del efecto en característica DBO .....	56
Figura 6	Comparación del efecto característica del efecto característica DQO.....	57
Figura 7	Comparación del efecto en característica pH .....	57
Figura 8	Comparación del efecto en características Coliformes totales..	60
Figura 9	Comparación del efecto en característica Escherichia coli .....	60
Figura 10	Comparación del efecto en característica Aerobios Mesófilos ..	60

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulada “APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICACES EN LA BIORRECUPERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LA QUEBRADA YUMANTAY, CORONEL PORTILLO, UCAYALI - 2022” tuvo por **objetivo** Evaluar la aplicación de microorganismos eficaces en la biorrecuperación de aguas residuales de la quebrada Yumantay, Coronel Portillo, Ucayali. Para ello la **metodología** fue de tipo experimental, esto se realizó en condiciones controladas con 2 grupos experimentales (5% y 10% de EM) en una misma línea de tiempo. Se usaron 10 litros de agua residual para cada grupo y fueron evaluadas antes y después de la intervención. En la que se obtuvieron como **resultados** la remoción de carga orgánica puesto que ambas dosis tuvieron efecto pasando de DBO 674.87 mg/L inicial a 88,7310 10% EM y 114,7970 con 5% EM. En DQO inicial con 899.75 158,2020 con 5% EM y 155,2400 con 10% EM. Respecto al color inicial de 92 NMP/100ml, pasando a 128.2 con 5% EM y 129 con 10% EM, la turbiedad inicial 72.925 inicial pasando a 18.68 con 5% EM y 18.98 con 10% EM y la temperatura se mantiene en 27 °C. La actividad microbiológica en las aguas residuales, respecto a los coliformes totales inicial fue 450000 NMP/100ml pasando a 290000 con 5% EM y 1.82 con 10% EM, respecto a Escherichia coli inicial se tuvo 500000 NMP/100ml pasando a 1000 con 5% EM y 1.78 con 10% EM y con los aerobios mesófilos inicialmente se tuvo 150000 UFC/100ml pasando a 1200 con 5% EM y 3180 con 10% EM, en la que se aprecia mayor efecto con la dosis mayor (5%) en estas características. Por lo que se **concluye** que los microorganismos eficaces usadas en ambas dosis (5% y 10%) tienen la capacidad de biorrecuperación de aguas residuales, estabilizando el pH, disminuyendo las concentraciones orgánicas y en condiciones controladas.

**Palabras claves:** Agua, microorganismos, contaminación, ambiente, salud.

## ABSTRACT

The present research work entitled "APPLICATION OF EFFECTIVE MICROORGANISMS IN THE BIORECOVERY OF WASTEWATER FROM THE YUMANTAY STREAM, CORONEL PORTILLO, UCAYALI - 2023" aimed to evaluate the application of effective microorganisms in the biorecovery of wastewater from the Yumantay ravine, Coronel Portillo, Ucayali. For this, the methodology was experimental, this was carried out under controlled conditions with 2 operational groups (5% and 10% of MS) in the same timeline. 20 liters of water were used for each group and were evaluated before and after the intervention. In which the results of removal of organic load were obtained since both doses had an effect going from BOD 687.048mg / L initial to 88.7310 10% MS and 114.7970 with 5% EM. In initial COD with 899.75 158.2020 with 5%MS and 155.2400 with 10%ME. Regarding the initial color of 92 NMP / 100ml, going to 128.2 with 5% EM and 129 with 10% EM, the initial turbidity 72.925 going to 18.68 with 5% EM and 18.98 with 10% EM and the temperature is maintained at 27 ° C. The microbiological activity in wastewater, with respect to the initial total coliforms was 450000 NMP / 100ml going to 290000 with 5% EM and 1.82 with 10% EM, with respect to Escherichia coli initial had 500000 NMP / 100ml going to 1000 with 5% EM and 1.78 with 10% EM and with mesophilic aerobes initially had 150000 CFU / 100ml going to 1200 with 5% EM and 3180 with 10% EM, in which greater effect is seen with the higher dose (10%) in these characteristics. Therefore, it is concluded that the effective microorganisms used in both doses (5% and 10%) have the capacity to biorecover wastewater, stabilizing the pH, decreasing organic concentrations and under controlled conditions.

**Key words:** Water, microorganisms, pollution, environment, health.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente el uso y desuso del agua genera problemas y no sólo afecta a las características físicas o estéticas, sino que va más allá llegando al tema de la salud, ya que las sociedades al desarrollarse recurren de diversa manera al uso del agua superficial para poder abastecerse de este recurso, y estas acciones generan contaminación puesto que son mezclados con productos y desechos humanos, incluso de las industriales, los cuales dan lugar a impactos sobre el ambiente como también enfermedades epidemiológicos.

La quebrada Yumantay, atraviesa gran parte de la provincia de Coronel Portillo, la que divide así los distritos Callería y Manantay. Es por ello que la quebrada en su recorrido está sometida a descargas de aguas residuales, agua de las lluvias, cúmulos de residuos sólidos sean orgánicos e inorgánicos, además en su recorrido hay diversas actividades, como carpinterías, lavaderos entre otras, esto genera un mal olor y color de las aguas de dicha quebrada, causando un desequilibrio al ecosistema y generando problemas a la salud de la población de Pucallpa.

Para poder aportar una solución al grave problema de contaminación y polución de las aguas de la quebrada Yumantay se propone el uso y aplicación de los microorganismos eficaces, una tecnología limpia y a favor del medio ambiente, es por ello que en la presente investigación se experimentó a escala para comprobar la efectividad y dar a conocer esta solución.

En el recorrido de la investigación se pudo evaluar la aplicación de microorganismos eficaces en la biorrecuperación de aguas residuales de la quebrada Yumantay, en la que es notorio la remoción de carga orgánica, y el control del DBO y DQO, además del olor y color del agua, y de los microorganismos patógenos, por lo que se pudo comprobar la eficacia de los microorganismos evaluados.

# CAPITULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

En la gran mayoría de países, excepto en los de mayor desarrollo, gran parte de las aguas residuales son vertidas directo sobre el medio ambiente incluso sin darle el debido tratamiento, estas aguas provienen de toda actividad humana. A medida que incrementa la demanda total de agua, incrementa también las cantidades de aguas residuales con ello la carga de contaminantes totales en el mundo entero. Pese que el agua residual es un componente clave del ciclo de la gestión del agua, a esta constantemente se le toma como una carga para desprenderse o una situación que debe ser ignorado. Actualmente los efectos de estas negligencias se hacen evidentes dado que las consecuencias afectan al nivel de la seguridad energética y alimentaria, además sobre el cambio climático

Los países que tienen altos ingresos tratan en promedio casi el 70% de sus aguas residuales municipales e industriales dentro de su territorio. En los países con ingresos medios/altos se reduce a un 38% y en países que tiene ingresos medios/bajos reduce hasta un 28%. Por último, en los países con ingresos bajos solo un 8% reciben algún tipo de tratamiento. Estos datos estadísticos dan sustento a lo que aproximadamente se cita a nivel mundial, se supera el 80 % de la cantidad de aguas residuales que se vierten sin darle el tratamiento adecuado (WWAP, 2017).

Continuamente se ha fracasado al momento de abarcar las aguas residuales al constituirlo por un problema de importancia de la perspectiva social y ambiental, puesto que va comprometer mayores esfuerzos que se dirigen al alcance de objetivos que contiene en la Agenda 2030 del Desarrollo Sostenible. Frente a la demanda que constantemente crece las aguas residuales se está dando importancia como fuente de agua alternativa segura, lo que cambia el paradigma para gestionar mejor las aguas residuales de “tratamiento y eliminación” a “reutilizar, reciclar y recuperar el recurso”. De esta manera, las aguas residuales ya no son considerados como problemas



que necesiten solución, sino que es parte de la solución a los problemas a los cuales se enfrentan los países actualmente (Connor et al. 2017).

Entre los problemas más importantes de manejo de las aguas residuales principalmente es la insuficiencia de la cobertura de los servicios de alcantarillado. De esta manera, cincuenta empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS) escasamente cubren un 69,6% de toda la población urbana del Perú. Con ello es notorio un déficit para el tratamiento de dichas aguas, una práctica muy importante para que se evite contaminar los ecosistemas y que se generen focos infecciosos que afectan a la salud de humana. En la actualidad, de los 2.2 millones de metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de agua residual a diario que concurren por las redes de alcantarillado del Perú, solamente el 32% son tratados antes de que se viertan a los cuerpos naturales de agua (mares, lagos ríos y quebradas). Para el 2024, el Perú estará generando el doble de aguas residuales que en la actualidad pueden manejar las EPS (OEFA, 2014).

En la ciudad de Pucallpa actualmente se descargan un promedio de 62 millones 840 litros de agua contaminada, y esto afecta a la quebrada Yumantay, puesto que tiene un aproximado de 6 Km de recorrido, lo cual recorre de oeste a este y donde empieza a desarrollarse con mayor extensión es al norte. Los drenajes que afluyen permanentemente en la quebrada Yumantay, son en su mayoría de origen artificiales es decir por el vertido de aguas residuales domésticas como también industriales. Presenta color opaco oscuro, con alta turbidez, olor fuerte y gran cantidad de residuos sólidos no se observa renacuajos. La red colectora de los desagües de la ciudad, son vertidas directamente al río Ucayali por lo que estas aguas residuales no reciben tratamiento alguno.

Por lo expuesto sobre la problemática se necesitan generar nuevas estrategias que ayuden a conservar y restaurar el agua además de los diversos servicios que brinda, con la aplicación de tecnologías limpias como los microorganismos eficaces (EM) lo cual se plantea como solución en la presente investigación dando aporte sostenible.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

- ¿En qué medida favorece la aplicación de microorganismos eficaces en la biorrecuperación de aguas residuales de la quebrada Yumantay, Coronel Portillo, Ucayali – 2022?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿En qué medida favorecerá la remoción de carga orgánica a través de DBO, DQO y SST en las aguas residuales antes y después de la aplicación de microorganismos eficaces?
- ¿En qué medida cambiarán las propiedades físicas como el color, turbiedad y temperatura en las aguas residuales antes y después de la aplicación de microorganismos eficaces?
- ¿Cuál será la actividad microbiológica en las aguas residuales antes y después de la aplicación de microorganismos eficaces?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la aplicación de microorganismos eficaces en la biorrecuperación de aguas residuales de la quebrada Yumantay, Coronel Portillo, Ucayali – 2022.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la remoción de carga orgánica a través de DBO, DQO y SST en las aguas residuales antes y después de la aplicación de microorganismos eficaces.
- Evaluar las propiedades físicas como el color, turbiedad y temperatura en las aguas residuales antes y después de la aplicación de microorganismos eficaces.
- Evaluar la actividad microbiológica en las aguas residuales antes y después de la aplicación de microorganismos eficaces.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El drenaje más importante es la quebrada Yumantay puesto que recorre por el centro de la ciudad, abarcando diferentes asentamientos humanos, que se clasifican como fuentes difusas de contaminación, a causa de no tener los servicios básicos. Las fuentes de contaminación difusa o dispersa están constituidas por el vertido de aguas residuales domésticos y los residuos sólidos de los asentamientos humanos distribuidos a lo largo de la cuenca.

La situación de la quebrada Yumantay están constituidas por cuatro drenajes o caños que se denominan Fonavi, Anís caño, Aeropuerto y Videnita. Los vertidos de los veintinueve asentamientos humanos y seis urbanizaciones aportan al caudal de estos cuatro caños. Es por ello que tal situación merece ser atendida, con soluciones ecológicas que preserven el ambiente y no generen daños extras. En la zona en la que desemboca el caudal de la quebrada Yumantay se aprecia colores opacos, presencia de turbidez, residuos sólidos, olores fuertes, no se observan renacuajos.

### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

La viabilidad práctica de la investigación radicó por la existencia de la necesidad en restaurar las aguas de la quebrada Yumantay, puesto que las aguas residuales son un peligro no solo para el ambiente sino también para la salud humana.

### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

La viabilidad metodológica se sostuvo por la elaboración y aplicación de los microorganismos eficaces para los tratamientos siguiendo el método científico, tales situaciones que pueden ser experimentadas a favor de la ciencia, una vez que sean demostrados sus efectos y confiabilidad se pueden usar en otras investigaciones.

### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

La viabilidad teórica de la investigación se mostró, porque el propósito es aportar al conocimiento existente en la aplicación de los EM, los resultados que se obtengan podrán sistematizarse en una propuesta, para incorporarlos como conocimiento a la ingeniería ambiental, puesto que demostraría que los EM trabajan a favor de la recuperación de las aguas.

### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

- La investigación se limitó al uso de microorganismos eficaces, que no reemplazan a otras tecnologías.
- Los caudales de la quebrada varían con las temporadas de lluvias y sequías.
- El costo de análisis de muestras para el experimento tuvo un costo elevado, por lo que se limitó medir solamente algunos parámetros.

### **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

La viabilidad de la presente investigación tuvo en consideración los siguientes criterios:

#### **1.6.1. VIABILIDAD AMBIENTAL**

La calidad del agua residual tiene efectos negativos sobre el ambiente y la salud, lo que da lugar a desarrollar una técnica de restauración dará una opción de solución a este problema.

#### **1.6.2. VIABILIDAD OPERATIVA**

Teniendo en cuenta los recursos necesarios como; movilidad, colaboradores y materiales requeridos del tema, la investigación fue viable de manera operativa.

#### **1.6.3. VIABILIDAD TÉCNICA**

El trabajo de investigación presentó viabilidad técnica puesto que se contó con el asesoramiento de docentes de nuestra universidad conocedores y especializados en tema.

#### **1.6.4. VIABILIDAD SOCIAL**

En el desarrollo de la investigación se dio prioridad a la población que se benefician directa e indirectamente con el área de trabajo, sin generar perjuicios, y brindando el conocimiento sobre el estudio.

#### **1.6.5. VIABILIDAD ECONÓMICA**

El trabajo de investigación se hizo viable económicamente, puesto que desde su desarrollo hasta la presentación final se contó con los recursos económicos asumidos por el investigador.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Ortiz et al. (2021) en el artículo académico con título; *“Uso de microorganismos eficientes para la depuración de contaminantes orgánicos en aguas residuales urbanas”* Instituto Nacional de Biodiversidad - Ecuador. Teniendo por **objetivo** depurar contaminantes orgánicos en aguas residuales urbanas haciendo uso de EM. **Metodología**, que consistió en integrar eficientemente EM en el agua a tratar; como agentes que depuran por su capacidad de asimilar contaminantes a través de procesos metabólicos y usar estos como nutrientes. Se capturó microorganismos de zonas ricas en diversidad y condiciones climáticas óptimas; para poder identificarlos se usó la técnica tinción de Gram, para poder reproducirlos en cantidad, se realizó en biorreactor en la que se trató las aguas residuales. **Resultados**; se identificaron microorganismos de 2 cepas de bacterias Gram positivas, las cuales se usaron en la depuración de aguas residuales que se vierten en los ríos Pita y Santa Cecilia, con una carga contaminante de pH, DQO = 13,33%; DBO5 = 67,96%; y sólidos sedimentables = 54,62%, las cuales fueron: para la cepa 01. Para la cepa 02 - Pululahua los porcentajes de eficiencia fueron pH = 9.33%; DQO = 69,15%; DBO5 = 62,52% y SST = 48,14%. **Concluyendo** que existe eficiencia de las bacterias Gram-positivas purificando los valores que se obtuvieron se sugieren la existencia de relación del potencial de biodegradar debido a que la característica química de la pared celular de peptidoglicano y por es más abundante en el suelo.

Faife et al. (2020) en su artículo académico con título; *“Empleo de microorganismos eficientes como alternativa para el tratamiento de residuales”*. Instituto Cubano de Investigaciones – Cuba. Tuvo por **objetivo** Emplear microorganismos eficientes para tratar residuales.

**Metodología;** se realizó revisión bibliográfica del empleo de tecnologías de microorganismos eficientes (EM) que se usan como alternativas del tratamiento de aguas residuales, como también de residuos sólidos que son generados las industrias, en la agricultura y rellenos sanitarios. Por **resultado** se tiene que los EM son bien aceptados en diferentes clases productivas, siendo de agricultura, pecuaria o medio ambiente y su aplicación posibilita transformar el residuo orgánico en abonos de alta calidad que se usan en actividades de producción limpia, reduciendo de modo drástico la emisión de gases que se generan con malos olores además la presencia de vectores, permitiendo la gestión de aguas residuales ya que disminuye producir lodos, esto mejora la calidad de la misma reduciendo diversos impactos que se genera al ambiente, mejor la biota como también las propiedades del suelo, eso ayuda a disminuir costos en la agricultura, incrementando las cosechas y con ello incrementando los ingresos de los productores. **Concluyendo** que el empleo directo de los EM en biodigestores o en etapas previas de pre tratamiento de la materia orgánica usada, aumenta el nivel de producido de biogás.

Urrea & González (2019) en su tesis con título; *“Tecnología de microorganismos eficientes (EM) en estado sólido y líquido, para el tratamiento de agua residual domésticas”* Uniautónoma del Cauca, Bogotá – Colombia. Cuyo **objetivo** propuesto fue comparar la eficiencia de la tecnología EM, líquido y sólido para tratar aguas residuales domésticas. **Metodología:** realizó una evaluación de los Microorganismos Eficaces líquidos y sólidos para tratar aguas residuales domésticas, por medio de 3 fases; 1 correspondiente a la evaluación, 2 monitorear las ARD por medio de corridas experimentales a escala de laboratorio en un reactor Batch, 3 aplicar de la tecnología con más eficiencia sobre el sistema piloto del tratamiento ARD diseñado. **Resultados** con la aplicación de los EM líquido se obtuvieron una eficiencia mayor, puesto que la DBO5 se removió un 38% en 72h, la DQO se removió en 48h un 44% Y SST 81% en 48 horas. Inoculando EM líquido en un medio poroso se removió para DBO5 un 32%, SST un

88,04% y para DQO un 50,07 % en 72h de monitoreo. Al continuar, la siguiente fase del experimento se aplicó los EM evaluados en un sistema piloto de tratamiento de aguas residuales, con trampas de grasas, FAFA y un tanque séptico, de modo artesanal, en la que el porcentaje de remoción en el sistema total fue para DBO5 un 64,93%, SST un 90,07% y DQO un 62,79%. **Concluyendo** que al aplicar la tecnología EM líquido sobre las aguas residuales domesticas en la experimentación se presentan mayores porcentajes de remoción de los contaminantes de los parámetros DQO, DBO5 Y SST, en tanto que los EM sólido aportaron materia orgánica lo que incrementó la contaminación.

### 2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Flores (2021) en su tesis con título; *“Microorganismos eficaces para el tratamiento de aguas residuales domésticas San Francisco De Asís, Pomalca”* Universidad César Vallejo, Chiclayo – Perú. Teniendo por **objetivo** usar microorganismos eficaces para cumplir con los Límites Máximos Permisibles de aguas residuales domésticas, en la que el problema es que no cuentan con la red pública de alcantarillado. **Metodología:** se realizó un diseño cuasi experimental, longitudinal con comparaciones teniendo un arreglo factorial de 4x3 y 3 repeticiones se tuvo 36 muestras. Para el muestreo se usaron baldes de 20L, en la que se evaluó 3 dosis 0.5L, 0.75L y 1L. se tomaron en cuenta los parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Y se obtuvo por **resultado** la disminución de pH con la dosis 1L de EM de 6.93 hasta 5.96, para SST con el paso del tiempo aumentando la dosis se tuvo 38.3mg/l hasta 56.7mg/l, respecto a la temperatura no hubo variaciones, respecto a aceites y grasas se tuvo una diferencia de 14.6mg/l hasta 11.63mg/, del DBO5 hubo una reducción de 120.6mg/l hasta 80mg/l, para DQO también hubo una diferencia 279.2mg/l hasta 182.6 mg/l y para coliformes termotolerantes una diferencia de 94,006 hasta 10,533. Con lo que se **concluye** que los microorganismos eficaces son favorables en el tratamiento de agua residual.



Huarhua (2019) en su tesis con título; *“Efecto de Microorganismos en el tratamiento de aguas residuales domésticas en Urubamba, Cusco”* para la Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua – Perú. Siendo el **objetivo** evaluar el efecto de los microorganismos para el tratamiento de aguas residuales domésticos, de esta manera determinar características fisicoquímicas y microbiológicas además del tiempo requerido en el tratamiento. **Metodología;** se activaron los microorganismos EM-AGUA®, realizando una evaluación en periodos de 0; 15; 30 y 45 días posterior al tratamiento en la que se determinó el efecto de los microorganismos, se usó un diseño completamente al azar (DCA), con 3 repeticiones y 4 tratamientos siendo 12 unidades experimentales en total, se recolectaron 240L y se distribuyó en recipientes de 20 litros de aguas residuales. **Resultados;** en el tratamiento de ARD con EM-AGUA® Activado, se mostró un mejor resultado en 45 días para aceites y grasas con un valor de 8,37 mg/L, Coliformes Fecales con 172,33NMP/100ml, DBO5 en 5 días con 71,26mg/L, DQO con 146,28mg/L, SST con 18,44ml/L y pH 7,13 unidades cada valor fue homogéneo. **Concluyendo** que los datos muestran el efecto de los EM-AGUA® Activado para reducir los contaminantes presentes en las aguas residuales domésticas, las cuales quedan debajo de lo que establecen los LMP.

Vigo (2020) en su tesis con título; *“Efecto de Microorganismos Eficaces (ME) en el proceso de depuración de aguas residuales domésticas en condiciones altoandinas”* en la Universidad Peruana Unión, Lima – Perú. Cuyo **objetivo** fue evaluar el efecto de microorganismos eficaces en el proceso de depuración de aguas residuales domésticas de condiciones altoandinas. **Metodología:** se tuvo un diseño preexperimental descriptivo. En la que se instalaron cuatro tratamientos con capacidad de 110L, los 2 primeros conteniendo EM (220mL) que se aplicó en un sistema aerobio y otro anaerobio, los 2 últimos se consideran testigo, de mismo modo, se incorporaron colectores solares de plástico que ayuden subir la temperatura en los tratamientos con periodos de diez horas por 22 días. **Resultados;** el

agua presenta una ratio DBO5 y DQO poco degradable y la relación DBO, N y P no se muestra óptimo para que se desarrollen procesos biológicos. En el tratamiento 1 se ve mayor remoción de DBO5 = 80.7%, DQO = 79.9%, SST=88.9%) y P-total = 81.8% y el tratamiento 2 muestra mayor remoción en nitrógeno N-NH4 = 100%, N-NO2=100% y N-NO3=98.1%. el aporte de los colectores solares fueron 502.65KWh, con eficiencias medias de 45.2, 40.7, 41.3 y 40.0 % de radiación solar obtenida para los colectores 1; 2; 3 y 4, respectivamente. La constante cinética de primer orden para DBO5 (-0.0980; -0.0745; -0.0812,-0.0924 días-1) y DQO (-0.1026; -0.0526; -0.0605; -0.0758 días -1) correspondientes al efluente secundario y el tratamiento 1 presenta mejor modelo de remoción para el reactor de mezcla completando a 68.3 y 69.3 % de DBO5 y DQO. **Concluyendo** que, los 2 tratamientos con EM obtuvieron mayores resultados para reducir la materia orgánica como también el nitrógeno.

### 2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Garcia & Robles (2018) en su investigación con título; *“Determinación de la dosis de microorganismos eficientes para el tratamiento de aguas residuales domésticas provenientes de la UNU”* Ucayali – Perú. Tuvo por **objetivo** evaluar la cantidad de microorganismo eficiente con mejor efecto sobre en la calidad de las aguas residuales domésticas. **Metodología:** se realizó en 21 días se empleó nueve estanques experimentales de 1 metro cuadrado con 1 metro cubico de capacidad. Tuvo un diseño totalmente al azar con 3 tratamientos y 3 repeticiones en dosis de EM (T1=4ml, T2=6 ml, T3=8ml). Se hizo un análisis al inicio (base) y posteriormente se tomó muestras del agua en rangos de dos días. Los **Resultados** son para pH= 9.4; 8.55; 8.67; 8.49; STS= 446mg/l; 439.76mg/l; 437.14mg/l; 439.8mg/l; DBO5=145mg/l; 40.50mg/l; 42.59mg/l; 43.00mg/l; DQO=239mg/l; 67.00mg/l; 72.00mg/l; 70.75mg/l; coliformes fecales= 78127NMP/100 MI; 2783.75NMP/100mL, 2904.42NMP/100mL, 2838.67NMP/100mL y coliformes totales=33405NMP/100mL, 5801.17NMP/100mL, 4778.00NMP/100mL, 7970.50 NMP/100mL; **concluyendo** que no se aprecian diferencias

significativas en ambos tratamientos; pero se observa la existencia significativa, respecto al tiempo en la que actúan los microorganismos eficientes sobre la calidad de las aguas residuales y se observa un resultado favorable después de la primera semana.

Torres & Vidaurre (2018) en su tesis con título: “*Efecto de microorganismos eficientes en la calidad del agua de la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali*” teniendo por **objetivo** evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes sobre la calidad del agua de la laguna artificial de la UNU. **Metodología**; para el tratamiento se hizo una selección de una superficial de 13 L EMAS que se combinó al aplicar internamente unos 6400 Mudballs. Se hizo los análisis iniciales de la calidad del agua (base) posterior a ello se hizo muestreo en periodos cada 5 días. **Resultados**: para pH=6,30; conductividad=598us/cm; turbiedad=298UNT; oxígeno disuelto=2mg/l; DBO5=19mg/l; sulfatos=85mg/l; hierro=3,70mg/L; y coliformes fecales=835UFC/100ml. **Concluyendo** que los parámetros cumplen con lo que mencionan en estándares de calidad de ambiental de agua (categoría 3) bebidas para animales. Determinando la existencia significativa de diferencias respecto al tiempo en la que reaccionan los microorganismos eficientes sobre la calidad del agua de laguna artificial, y se obtuvieron resultados más favorables desde el día 5 hasta el día 30 que hicieron los monitoreos.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. AGUAS RESIDUALES

Tal como afirma Pouleurs (2021) son aguas que quedan de toda actividad básica de las personas, siendo de ellos aseo personal, preparación de alimentos, servicios del baño, dichas aguas son de característica con presencia de contaminantes y lo que predomina es la orgánica, con desechos de comidas, detergentes, excremento, jabones de uso doméstico y otros elementos de ese tipo. Pese a ello, muchas veces suelen mezclarse con otros residuos líquidos provenientes de la actividad industrial. Al arrojar las aguas residuales en lagos, ríos, y mares

estos son capaces de generar problemas muy graves sobre la naturaleza, ya que la contaminación que carga se apodera por completo del oxígeno disponible en el agua dejando sin oxígeno al fitoplancton y zooplancton, además de los peces lo que les causa la muerte.

A lo que Connor et al. (2017) agrega que las aguas residuales y su composición pueden tener variaciones de consideración, lo que refleja la variedad de contaminantes que son liberados de diferentes fuentes sean de índole doméstico, industrial, comercial e institucional. Las aguas residuales de origen doméstico pueden estar en forma relativa sin sustancias tóxicas o peligrosas, sin embargo, existe la preocupación que incrementa sobre nuevos contaminantes, lo que incluye a los medicamentos que se usan comúnmente, inclusive con concentraciones bajas, tendrían efectos negativos a largo plazo. La urbanización crece aceleradamente esto plantea diversos desafíos, entre estos incrementos asombrosos de la generación de las aguas residuales municipales.

#### **a) Tipos de aguas residuales**

Todas las aguas que sus características originales son de tipo:

- **Las aguas domésticas o urbanas**

Son aguas que tienen su origen en las residencias y comerciales con contenido de desechos fisiológicos, además de otros, provienen de las actividades humanas, las cuales deben disponerse de manera adecuada.

- **Aguas residuales industriales**

Se consideran a las aguas provenientes de desarrollos de procesos productivos, lo que incluye a provenientes de actividades mineras, agrícolas, energéticas, agroindustriales, además de otras.

- **Aguas residuales municipales**

Se consideran a las aguas residuales domésticas las que suelen estar mezclados con aguas de drenajes pluviales como también aguas residuales provenientes de las industrias con previo tratamiento, para que se admitan a algún sistema de alcantarillado de tipo combinado.

- **Las escorrentías de usos agrícolas**

Las cuales suelen arrastrar pesticidas y fertilizantes (fosfatados) lo cual está comenzando a constituirse una de los causantes con mayor impacto de eutrofizaciones en las lagunas y pantanos.

- **Las aguas pluviales**

Se consideran las aguas producidas en las zonas urbanas, estas también tienen algunos efectos de contaminación significativa. Comúnmente las aguas residuales, con tratamiento o sin, son descargados al final sobre los receptores de algún agua superficial sea río, mar, laguna, etc. (Ramalho, 2021).

**b) Características de las aguas residuales**

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

La concentración de DBO tiene variaciones por lo general entre 200 hasta 400mg/l. Los datos más elevados son encontrados en las urbanizaciones con poca población y los más bajos en las ciudades grandes. Se puede encontrar valores muy elevados: En zonas con poca aportación de agua potable o con limitado aparatos sanitarios - En urbanizaciones con grandes industrias agrícolas para alimentos. Se ven datos bajos: - En urbes con redes de saneamientos en mal estado, puesto que pueden drenar los terrenos. - En zonas con industrias que contaminan poco, principalmente cuando vierten aguas de refrigeración (Ronzano & Dapena, 2002).

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

Es un parámetro de suma importancia y es suficiente porque es rápido en la determinación del grado de contaminación que puede presentar el agua lo cual se suele emplear pudiendo estimar la eficiencia en las infraestructuras del tratamiento de aguas residuales. Mediante este parámetro se hace el seguimiento a los monitoreos pudiendo con ello dar seguimientos en línea de la calidad del agua residual que se trata, midiendo la Demanda química de oxígeno a la entrada y Demanda química de oxígeno a la salida (Ronzano & Dapena, 2002).

- **SST**

Se consideran sólidos a todo elemento o compuesto que se presentan en el agua residual urbana no siendo agua. De los efectos negativos en los medios hídricos, se destacan, la disminución fotosintética por el incremento de la turbidez, las deposiciones en los vegetales y en branquias de peces, lo que puede provocarles asfixia colmatándoles; formaciones de depósitos por sedimentos en la profundidad de los medios receptores, lo que favorece la existencia de condiciones anaerobias o incremento de la salinidad y aumento de las presiones osmóticas (Martín García et al. 2006).

- **Color**

Es una característica de los cuerpos de aguas naturales y residuales, tácitamente aceptada como criterio de calidad para diversos fines. Eso se debe a que, siendo el agua pura, incolora por naturaleza, cualquier coloración detectable en ella, por inspección visual, es una señal real de la existencia de sustancias ajenas al agua y una clara sospecha de contaminación. El color es un parámetro que puede medirse también por métodos de laboratorio. Sin embargo, para los propósitos de una evaluación organoléptica en campo, la prueba de color recoge la descripción cualitativa de quien realiza el muestreo y la registra en las libretas de campo como parte de la información de la muestra, que puede posteriormente,

orientar, confirmar o refutar un determinado resultado analítico (Cárdenas, 2022).

En aguas naturales, el color puede estar asociado por la existencia de iones metálicos –generalmente hierro y manganeso– a la materia orgánica en descomposición – generalmente ácidos, sales de ácidos húmicos y fúlvicos– y a la existencia de algas y arcillas en suspensión. En aguas residuales, el color puede ser altamente variable y, en general, dependiente de la actividad específica asociada a cada vertimiento (Cárdenas, 2022).

- **Coliformes del agua residual**

La normativa de calidad del agua establece que esta debe estar libre de patógenos que tengan un origen entérico y parasitario intestinal los cuales son capaces de la transmisión de afectaciones como salmonelosis, shigelosis, amebiasis, entre otros. Los microorganismos que indican contaminación tienen que presentar los requisitos: facilidad de aislarlos y crecimiento en el laboratorio; tener inocuidad relativamente para la vida humana y los animales; y su presencia en el agua de relación, cuanti y cualitativamente con los demás microorganismos patógenos que son difícil de aislar (Ronzano & Dapena, 2002). Se presentan 3 tipos dentro de la calificación del fin:

- Coliformes fecales: son indicadores de contaminantes fecales.
- Aerobias mesófilas: van a determinar la efectividad en el tratamiento de aguas.
- Pseudomonas: van a indicar deterioros en la calidad del agua o la re contaminación.

**Tabla 1**

Tabla de color

<b>Tipo de color</b>	<b>Tipo de asociación</b>	<b>Significado probable</b>
Incoloro	Aguas dulces y frescas o de precipitación reciente.	Aguas limpias
Ligeramente amarillo sin turbidez	Característico de aguas subterráneas; habitual en el verano, en estuarios y pantanos.	Presencia de hierro y manganeso
Amarillo verdoso	Característico de humedales y aguas ricas en fitoplancton.	Provenientes de ríos maduros, más depositantes que erosionantes
Grisáceo	Característico de agua residual doméstica y sistema de alcantarillado	Alta concentración orgánica y microbiológica. Nulas o bajas concentraciones de oxígeno
Pardo oscuro	Aguas residuales domésticas estancadas e influentes de plantas de tratamiento de residuos líquidos	Alta concentración orgánica y microbiológica y ausencia de oxígeno disuelto
Café claro oscuro	Característico de lixiviados de rellenos sanitarios y aguas estancadas con alta carga orgánica	Alta concentración orgánica y microbiológica y ausencia de oxígeno disuelto

**Nota.** las definiciones ayudan a reconocer ciertos patrones de color, característicos de fuentes típicas que son frecuentes en estudios ambientales.



**c) Clasificación de los sistemas de tratamientos de aguas residuales**

- **Tratamiento primario**

Esto implica evacuar la mayor cantidad posible de sólidos restantes. El drenaje fluye hacia tanques grandes llamados tanques de sedimentación primarios, donde las partículas más pequeñas se depositan en el fondo. Los fangos primarios, o fangos crudos, son barridos hacia la tolva mediante lavadores eléctricos y posteriormente bombeados a la planta de asimilación de fangos. El líquido restante, denominado efluente primario, pasa a un proceso de tratamiento secundario o proceso de sedimentación secundaria (Guyer, 2019).

- **Tratamiento secundario**

El propósito del tratamiento secundario es completar el proceso de tal manera que se elimine el 90% de las impurezas. Los dispositivos utilizan un tanque de aire que proporciona una gran cantidad de aire a la mezcla de aguas residuales, bacterias y otros microorganismos. El oxígeno del aire acelera el crecimiento de microorganismos beneficiosos, que consumen la materia orgánica nociva contenida en las aguas residuales (Guyer, 2019).

- **Tratamiento terciario**

Consisten en procesos físicos y químicos especiales que permiten depurar el agua de determinadas impurezas: fósforo, nitrógeno, minerales, metales pesados, virus, compuestos orgánicos, etc. Es más caro que los tratamientos anteriores y se utiliza en casos especiales, como para la limpieza de residuos de algunas industrias. Una mejor opción para el postratamiento es agregar uno o más estanques en serie al tratamiento convencional. Agregar dichos "sumideros" es una forma conveniente de actualizar una planta de tratamiento de aguas residuales establecida para que las aguas residuales puedan usarse para el riego de cultivos o áreas ajardinadas y para hidroponía. Desinfección la parte final del proceso

es la adición de un desinfectante como el cloro. Por lo general, se agrega a las aguas residuales antes de que salgan de la planta de tratamiento. El desinfectante mata los patógenos en el agua (Guyer, 2019).

- **Tratamiento de lodo**

El lodo se puede tratar para eliminar parte del agua o espesarlo y luego tratarlo para estabilizarlo. En este proceso, los lodos crudos se descomponen en tanques de asimilación. Se utilizan productos químicos especiales para la estabilización. El lodo estabilizado es inodoro y libre de patógenos. El proceso de deshidratación de lodos elimina la mayor parte del agua de la mezcla de lodos. Se utilizan filtros, animales de secado y varias prensas. Finalmente, la baba seca llamada Cake está lista para usar o desechar (Guyer, 2019).

#### **2.2.1.1. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN CORONEL PORTILLO, UCAYALI**

En la actualidad se encuentra en paralización la construcción del PTAR 2, sin embargo, se cuenta con cuatro Plantas de Tratamientos de Agua Residual en la ciudad de Pucallpa, con el fin de verter el contenido al cauce ribereño. Las Plantas están ubicadas en cuatro zonas de la ciudad: Sector 10, Sector 11, Sector Municipal y Campo Verde. Estos no cubren la demanda de toda la ciudad.

#### **2.2.1.2. MARCO INSTITUCIONAL DE AGUAS RESIDUALES**

Las instituciones que se encargan del cumplimiento de marco normativo son:

- **Ministerio de Salud**
  - Código de salud
  - Guía técnica sanitaria de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises

- **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento**
  - Formulación, normar, dirigir, coordinar, ejecutar y supervisión de la política nacional en el sector, así como la evaluación permanentemente de resultados, adoptando la corrección y medidas que correspondan.
  - Generación de las condiciones para acceder a los servicios de saneamiento en niveles adecuados de calidad y sostenibilidad.
  - Asignación de los recursos económicos a los gobiernos locales y las EPS Saneamiento para construir obras de saneamiento otorgando la certificación ambiental a esos proyectos.
  
- **Ministerio del Ambiente**
  - Parámetros de calidad ambiental
  - Certificación ambiental
  
- **Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental**
  - Ejerce la función de evaluar, supervisar y fiscalizar en lo que se refiere al tratamiento de las aguas residuales que provienen de la actividad económica del sector como la mediana y gran minería, hidrocarburo en general, electricidad, procesamientos industriales pesqueros, acuicultura a gran escala, la producción cervecera, papel, cemento y curtiembre de la industria manufacturera.
  - Compromisos ambientales
  
- **La Autoridad Nacional del Agua (ANA)**
  - Vela para la protección del agua, esto incluyen conservar y proteger de sus fuentes, de los ecosistemas como también el bien natural que se asocian a ésta.
  - Ejercen de modo exclusivo la acción de controlar, supervisar, fiscalizar y sancionar que asegure la calidad del agua en las fuentes naturales y en las infraestructuras hidráulicas públicas.

- Control de las condiciones en los vertimientos, según el tipo de autorización obtenido.
- **Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)**
  - Esta entidad vela por la calidad de los servicios que brindan las empresas prestadoras de servicio en Saneamiento. Norman, regulan, supervisan y fiscalizan, en el ámbito que le compete, las prestaciones de servicio de saneamiento en todo el territorio y, según su rol regulador, se hace responsable de la sanción y solución de controversias y reclamos.

### **2.2.1.3. MARCO NORMATIVO EN AGUAS RESIDUALES**

Para la protección del agua:

- D.S. N°001-2010-AG, REGLAMENTO DE LA LEY DE RECURSOS HÍDRICOS
- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua D.S. N°002-2008- MINAM
- Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y Disposiciones Complementarias DECRETO SUPREMO N°004-2017-MINAM

### **2.2.1.4. TÉCNICA DE TRATAMIENTO CON MICRORGANISMOS EFICIENTES**

Las aguas residuales pueden ser tratadas por acción microbiana (microorganismos eficientes) puesto que estos por medio del metabolismo son capaces de realizar un conjunto de actividades químicas. Este metabolismo se desarrolla en:

- La DBO que rápido se biodegrada, o es soluble y se constituye con moléculas simples, va directamente por medio de las membranas de las células y ser metabolizados rápidamente (Rosato & Lofeudo, 2010).
- La DBO de materiales suspendidos y coloides, que constituyen la mayor parte de la DBO lentamente biodegradable, se adsorbe y

almacena en la membrana citoplásmica de la célula. Estos materiales almacenados se someten a hidrólisis enzimática para formar un sustrato asimilable. La parte soluble de la DBO que se degrada lentamente no puede almacenarse en la célula, sino que debe convertirse en moléculas más simples mediante enzimas extracelulares secretadas por las bacterias. Esta DBO lentamente biodegradable, después de convertirse en un sustrato asimilable, puede metabolizarse de la misma manera que la fracción rápidamente biodegradable. Sin embargo, esta conversión y preparación enzimática son relativamente lentas y constituyen el factor limitante para toda la reacción de síntesis; su tasa es solo una décima parte de la tasa de síntesis de DBO rápidamente biodegradable (Rosato & Lofeudo, 2010).

- Producción de celulosa activa. Parte del DBO metabolizado se convierte en la sustancia protoplásmica de la nueva célula; el resto se utiliza para producir la energía necesaria para la síntesis o luego se pierde en forma de calor. Esta energía se produce consumiendo oxígeno, es decir, el oxígeno consumido es directamente proporcional a la DBO eliminada. Control experimental para determinar la proporción en aguas residuales de la misma composición (Rosato & Lofeudo, 2010).
- Oxidación activa de la celulosa. Simultáneamente con la oxigenación y la producción de energía, hay una pérdida neta de masa activa llamada pérdida de masa endógena. Parte de la sustancia asimilada, alrededor del 80%, queda completamente oxidada en los productos finales ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ); el resto, el 20%, que no es degradable, queda como residuo. La cantidad de oxígeno requerida es directamente proporcional a la masa de volátiles eliminados. En realidad, esta explicación de la pérdida de masa endógena es el resultado de algunos mecanismos muy complejos, entre los que destacan los organismos primarios (bacteria) y sus depredadores (protozoo) (Rosato & Lofeudo, 2010).

### **2.2.1.5. IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS AGUAS RESIDUALES**

Los impactos que generan las aguas residuales sobre el agua nacional y el mantenimiento de ecosistemas saludables. Aunque una gran inversión en el control de la contaminación del agua ha ayudado a reducir el problema, muchas millas de arroyos aún se ven afectadas por una variedad de contaminantes diferentes. Esto, a su vez, afecta la capacidad de las personas para usar el agua con fines beneficiosos (Guyer, 2019).

La falta de plantas de tratamiento de aguas residuales en ciudades e industrias, hoteles y minas, agricultura y ganadería provoca grandes desperdicios de agua contaminada, lo que daña enormemente el medio ambiente. La mayor parte de estas aguas son vertidas a ríos, lagos, mares, al exterior o bajo tierra a través de las denominadas fosas sépticas y vertederos (Pimentel, 2017).

- **El mal olor**

El resultado de las sustancias extrañas contenidas en él y de los compuestos derivados de estos materiales en relación con la apertura anaeróbica de sus complejos orgánicos, que forman los gases producidos por descomposición.

- **Acción tóxica**

Muchos de los compuestos minerales y orgánicos contenidos en estas aguas residuales dañan la flora y fauna natural de las zonas receptoras y de los consumidores que utilizan estas aguas.

- **Potencialidades infectivas**

Permanece en la boca y permite la propagación de enfermedades y la creación de una amenaza para las comunidades en contacto. El riego de cultivos alimentarios con esta agua ha provocado epidemias de amebiasis, y su liberación al mar ha contaminado ostras y pesquerías.

- **Modificaciones en la apariencia física**

Las modificaciones estéticas en áreas de recreación donde son descargados en efluentes con contaminación.

- **Poluciones térmicas**

Se genera por diferentes residuos en estado líquido de las industrias que tienen altas temperaturas.

#### **2.2.1.6. IMPACTO A LA SALUD HUMANA DE LAS AGUAS RESIDUALES**

El agua contaminada y el saneamiento deficiente están relacionados con la propagación de enfermedades como el cólera, otras formas de diarrea, disentería, hepatitis A, tifus y poliomielitis. Cuando los servicios de agua y saneamiento están ausentes, son inadecuados o están mal administrados, la población está expuesta a riesgos de salud prevenibles. Esto es especialmente cierto en los establecimientos de salud, donde tanto los pacientes como los profesionales corren un mayor riesgo de infección y enfermedad si no se dispone de servicios de agua, saneamiento e higiene. A nivel mundial, el 15% de los pacientes se infectan durante una estancia en el hospital, mucho más en los países pobres (Pimentel, 2017).

El tratamiento inadecuado de las aguas residuales urbanas, industriales y agrícolas hace que el agua que beben cientos de millones de personas esté peligrosamente contaminada biológica o químicamente. La presencia natural de sustancias químicas como el arsénico y el fluoruro, especialmente en las aguas subterráneas, también puede ser un factor determinante de la salud. Además, es posible que haya altos niveles de otras sustancias químicas, como el plomo, en el agua potable debido a la lixiviación de componentes asociados con el suministro de agua. (Pimentel, 2017).

### **2.2.1.7. CAUDAL ECOLÓGICO DE UN RÍO**

Los caudales ecológicos son el suministro de agua necesario para mantener la integridad, productividad, servicios y beneficios de los ecosistemas acuáticos, especialmente cuando se encuentran bajo una intensa competencia por la regulación de caudales y múltiples usuarios. Estos procesos se utilizan para determinar los caudales ambientales, conocidos como "evaluaciones o requisitos de caudal ambiental". Como un río al que se le permite fluir en un ecosistema fluvial, o como una corriente liberada de él, con el propósito específico de monitorear el estado del ecosistema. La falta de control del caudal ha llevado al deterioro de la estructura y función (salud) de muchos de los ríos del mundo (Gómez, Saldaña & Eguía, 2007).

Se puede expresar que existe una serie de situaciones que se convierten en amenazas para el manejo sostenible de las cuencas hidrográficas; dada la interacción entre los diferentes factores y actores presentes en la cuenca hidrográfica, estas amenazas también se traducen como tales para la conservación del caudal ecológico. Estas situaciones se repiten en las cuencas y ríos de países en vías de desarrollo, variando en el grado de afectación de una u otra situación en cada caso particular (Cantera, Carvajal & Castro, 2009).

### **2.2.1.8. CAPACIDAD DE AUTODEPURACIÓN DE RÍOS**

Los ríos tienen la capacidad de limpiarse de manera autónoma, a esto se llama autodepuración, sin embargo, esto solo sucede en una condición favorable, en la que la naturaleza puede auto depurar algunos vertidos, lo que ocurren con la materia orgánica, que suele ser combinado con el oxígeno. Este fenómeno es conocido como demanda biológica de oxígeno. Si se disuelve suficiente oxígeno en el agua, se produce la auto purificación. Toda la materia orgánica es oxidada a minerales o destruida por organismos aeróbicos. La turbulencia del agua promueve la transferencia de oxígeno del aire al agua en contacto con él. El sol también favorece la autolimpieza gracias a su efecto



esterilizante. Por lo tanto, las aguas residuales deben ser tratadas (Gómez, Saldaña & Eguía, 2007).

#### **2.2.1.9. BENEFICIOS DE TRATAR LAS AGUAS RESIDUALES**

- **En lo económico**

En una economía circular, donde el desarrollo económico se equilibra con la protección de los recursos naturales y la sostenibilidad ambiental, las aguas residuales son un recurso valioso y disponible en abundancia que se beneficia del tratamiento.

- **En la industria**

El uso de aguas residuales puede generar nuevos aportes al tratamiento de aguas residuales, especialmente en condiciones de escasez de agua repetida o crónica. La recuperación de nutrientes (principalmente fósforo y nitrógeno) y energía puede aportar nuevos valores significativos para mejorar la propuesta de recuperación de costos.

- **En la agricultura**

Además de mejorar la seguridad alimentaria, la reutilización del agua en la agricultura puede tener importantes beneficios, como una mejor nutrición.

#### **2.2.2. MICROORGANISMOS EFICACES**

Citando a los conceptos propuestos por el Banco Interamericano de Desarrollo (2009) estos Microorganismos eficaces o efectivos que se conocen por sus siglas en inglés “EM”, son la mezcla de 3 grupos de microorganismos totalmente naturales los que se encuentran por lo general en el suelo y en algunos alimentos. Lactobacillus, parecidos a los que se utilizan en la fabricación de yogures y los quesos. Levaduras, con las que son empleados para la elaboración de panes, las cervezas o el vino. Bacterias Fototróficas o Fotosintéticas, que habitan por lo común en el suelo y en las raíces de las plantas. Tales microorganismos no tienen nocividad, ni tóxicos, ni son modificados en su genética por

acción humana; por otro lado, son puros, tienen beneficios y totalmente eficientes. También, que estos 3 grupos pueden coexistir, al realizar la combinación que tienen efectos sinérgicos, lo que significa que la tarea del equipo supera a la suma de los microorganismos de manera individual.

A lo que Coutinho (2020) agrega que los microorganismos son pequeños seres vivos. a pesar de ser extremadamente pequeños y simples, juegan un papel importante, desde su captación de la energía del Sol hasta las transformaciones en la Tierra. Son capaces de dar mejoras las propiedades fisicoquímicas y biológicas del agua.

#### **2.2.2.1. LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN FAVOR DEL MEDIO AMBIENTE**

Los microorganismos eficientes tienen una amplia gama de aplicaciones para solucionar problemas en el medio ambiente de tratamiento de agua, su uso en baño seco, manejo de residuos orgánicos sólidos para su uso en los vertederos de residuos sólidos de la ciudad (BID, 2009).

#### **2.2.2.2. EM SOBRE AGUAS RESIDUALES**

Dado que el EM trabaja para el medio ambiente, tienen la capacidad de suprimir los microorganismos patógenos en las aguas residuales y eliminar los malos olores de las mismas. Se pueden trabajar en desagües, zanjas o canaletas. Esto reduce el mal olor y los riesgos para la salud. Se debe tener en cuenta que los microorganismos efectivos se vuelven inactivos por debajo de los 6 °C, por lo que se recomienda iniciar la aplicación a temperaturas más altas. Hay que recordar que estos tratamientos son paliativos, siempre se debe investigar el origen de la contaminación y procurar controlarla en el origen. Tras la aplicación habrá que esperar un tiempo para ver los resultados, aunque en ocasiones el agua puede aparecer turbia al principio debido al tratamiento. Si los resultados no son los esperados, se debe repetir el tratamiento, ya que se necesitan microorganismos más

efectivos para solucionar el problema, por otro lado, si tiene éxito, se puede utilizar una dosis de tratamiento más baja en el futuro (BID, 2009).

### **2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES**

- **Aguas depuradas**

“Son aguas residuales que fueron sometidos a diversos procesos de tratamientos permitiendo su adecuación a la calidad que una normativa de vertidos aplique en los mismos” (Osorio, Torres & Sánchez, 2011).

- **Aguas residuales**

“Se consideran a las aguas que en sus características iniciales sufrieron modificaciones a causa de alguna actividad humana y que por su calidad van a requerir un previo tratamiento, antes que se sometan al reúso, verterlas a algún cuerpo natural de agua o sean descargados a los sistemas de alcantarillados” (OEFA, 2014).

- **Eutrofización**

“La eutrofización es el proceso natural de envejecimiento de los cuerpos de agua, estos pueden tener un progreso incluso sin tener la intervención humana. La contaminación, por otro lado, incrementa el envejecimiento natural reduciendo de manera considerable la vida de los receptores acuáticos” (Ramalho, 2021).

- **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)**

“Toda infraestructura con procesos que van a permitir las depuraciones de las aguas residuales provenientes de los domicilios o de ende municipal” (OEFA, 2014).

- **Estándares de Calidad Ambiental (ECA)**

“Son las medidas que establecen el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros fisicoquímicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para salud de las personas ni para el ambiente (OEFA, 2014).

- **Protocolo de Monitoreo**

“Es el indicativo del procedimiento y la metodología que estableció el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento coordinadamente con el MINAM, lo cual debe cumplirse dentro de la ejecución de Programas de Monitoreo” (OEFA, 2014).

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

**HA:** La aplicación de microorganismos eficaces favorece en la biorrecuperación de aguas residuales de la quebrada Yumantay, Coronel Portillo, Ucayali – 2022.

**H0:** La aplicación de microorganismos eficaces no favorece en la biorrecuperación de aguas residuales de la quebrada Yumantay, Coronel Portillo, Ucayali – 2022.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Aguas residuales

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Microorganismos

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

**Título:** “Aplicación de microorganismos eficaces en la biorrecuperación de aguas residuales de la Quebrada Yumantay, Coronel Portillo, Ucayali - 2022”

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO
<b>V. dependiente:</b> Aguas residuales	Agua contaminada con alta carga orgánica, por desecho de alimentos, jabón, excremento, detergente domésticos, entre otras materias de ese tipo. Tales aguas suelen mezclarse con residuos líquidos provenientes de la industria. (Pouleurs, 2021)	Las aguas de la quebrada Yumantay, se encuentran contaminadas, por residuos domésticos y de industrias de alrededores, estas aguas emiten malos olores y generan plagas.	Físicos	Color	PCU	Análisis de laboratorio Por espectrofotometría
				turbiedad	UNF/NTU	
				temperatura	°C	
Químicos	DBO	mg/L	Microbiológicos	DQO	20 NMP/100 ml	
	SST					
	Fecales termo tolerantes					
<b>V. independiente:</b> Microorganismos eficaces	Es la mezcla de 3 grupos de microorganismos totalmente naturales siendo lactobacillus, utilizados en la fabricación de yogur y quesos. Levaduras, empleados en la elaboración del pan, la cerveza o los vinos. Y las	Se aplicará dosis de los microorganismos eficientes, para el tratamiento de las aguas residuales, reduciendo los	Eficaces	Producen cambios en los parámetros del agua	Tiempo (días)	Observación
			No eficaces		Cantidad (L)	
					Tiempo (días)	

---

bacterias fotosintéticas (Mau, 2014)	Fototróficas	o	componentes orgánicos y malos olores.	No producen cambios en los parámetros del agua	Cantidad (L)
---	--------------	---	--	---	-----------------

---

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Se realizó una investigación de tipo experimental, puesto que se realizaron acciones con antes y después, luego se observaron las consecuencias, además se manipularon deliberadamente la variable independiente analizando las consecuencias que produjeron sobre la variable dependiente, en una situación controlada por parte del investigador (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

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

Se tuvo el desarrollo de un enfoque mixto, puesto que con ello se logró la perspectiva profunda y amplia sobre tema en estudio, produciendo datos enriquecidos y diversidad, potenciando la creatividad teórica, apoyando así con gran solidez la inferencia científica y permitiendo mejorar en la explotación y exploración de los datos que se obtuvieron de los experimentos con los microorganismos eficaces (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

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

Se tuvo un nivel explicativo puesto que según la estructuración de estudio se encontraron las causas de los eventos y fenómenos de cualquier condición, lo que estableció la relación de causalidad de las variables en estudio, por lo que se generaron un sentido para entender los problemas que se estudiaron (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

### **3.1.3. DISEÑO**

Con el propósito de dar respuesta satisfactoria al planteamiento del problema se tuvo un diseño con 2 Grupos experimentales es decir los que recibieron el tratamiento experimental (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). Esto se expresó también de la siguiente manera:

**G1:** grupo experimental 1 (5% de microorganismos eficaces)

**G2:** grupo experimental 2 (10% de microorganismos eficaces)

**Donde:**

X1 y X2: Tratamiento aplicando EM

O: observación pre y post tratamientos

Para cada grupo experimental se trabajarán en 10 litro de agua residual.

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. POBLACIÓN**

Considerando al conjunto en general de casos concordantes con las mismas especificaciones, para la investigación se considera como población el área de la quebrada Yumantay, Coronel Portillo, Ucayali – 2022. Considerando las aguas residuales que discurren por su caudal.

### **3.2.2. MUESTRA**

Teniendo en cuenta que la muestra es el subgrupo de lo mencionado en la población, estas son recolectados como datos y deben ser representativos, para así poder generalizar los resultados. La muestra estará compuesta de 3 áreas aleatorias de la quebrada Yumantay, es decir serán elegidos al azar. De cada punto de muestreo se tomarán 10 muestras (10litros) haciendo un total de 30 (litros), que serán homogenizados y distribuidos para análisis y observación inicial y final.



La distribución será para análisis inicial un total de 4 litros que se lleven al laboratorio para obtener datos iniciales de las características físicas, químicas y microbiológicas de las aguas residuales.

Posterior a ellos se realizarán los tratamientos, en el primero grupo (G1) por cada litro serán 5% de EM, es decir, en 1000 ml (aguas residuales) + 5ml (EM). Se trabajarán en 10 litro de agua residual.

En el segundo grupo (G2) por cada litro serán 10% de EM, es decir, en 1000 ml (aguas residuales) + 10ml (EM). Se trabajarán en 10 litro de agua residual.

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

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

La técnica para la recolección de datos estuvo basada en el Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales, por Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. En la que se establece:

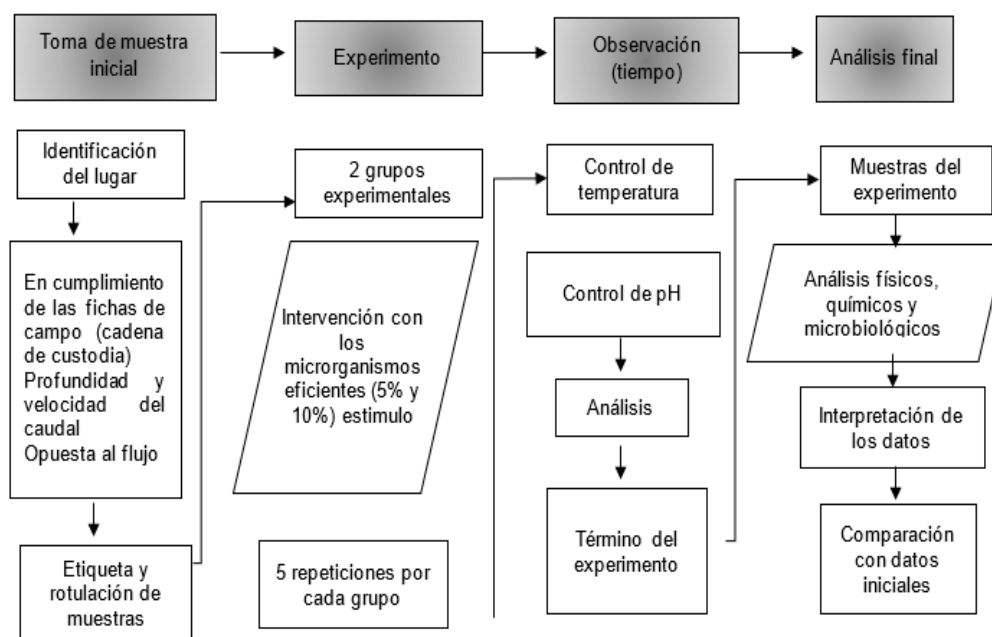
- Ubicación del punto de muestreo.
- Medición del caudal.
- Muestreo.
- Preservación y conservación de la muestra
- Envío al laboratorio.
- Aseguramiento y transporte de las muestras.

Los instrumentos que se utilizarán son las fichas de campo:

- Cadena de custodia.
- Ficha de rotulación.
- Espectrofotómetro en el laboratorio

**Figura 1**

*Flujograma del experimento*



**Nota.** Los tratamientos en ambos grupos experimentales, fueron en la misma línea de tiempo. Los porcentajes de 5% y 10% fueron de los EM activados con sacarosa.

### 3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Los datos serán presentados con tablas y figuras, diseñadas con los resultados en el Microsoft Excel, además se dará la redacción científica para una interpretación técnica y útil en la investigación.

### 3.4. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Los datos obtenidos serán procesados haciendo uso de la estadística inferencial, esto por medio del paquete estadístico SPSS en su versión 26; realizando pruebas de normalidad para poder contrastar las hipótesis e interpretar los resultados.

Se empleará la estadística inferencial, con una prueba de normalidad para los datos, en comparación de medias independientes se contrastará con la prueba paramétrica T de student. Validando o rechazando la hipótesis.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Los resultados obtenidos se presentan en pre experimento y post experimento, y en función de los objetivos planteados.

**Tabla 2**

*Datos pre experimental del agua residual*

<b>Características</b>	<b>Parámetro</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>
<b>Físicos</b>	Color (NMP/100ml)	100	85
	Turbiedad (NMP/100ml)	60.01	85.84
	Temperatura (°C)	27	27
<b>Químicos</b>	DBO (mg/L)	674.87	593.06
	DQO (mg/L)	899.75	790.75
	SST (mg/L)	148	80
	pH (1:1)	6.7	7.05
<b>Microbiológicos</b>	Coliformes totales (NMP/100ml)	9000000	4.70000
	Escherichia coli (NMP/100ml)	1000000	1.900000
	Salmonella (Ausencia/Presencia)	Presencia	Ausente
	Pseudomonas (UFC/100ml)	Ausente	Ausente
	Formas parasitarias (N° Organismos/L)	Ausente	Ausente
	Aerobios Mesófilos (UFC/100ml)	3000000	1.80000

**Nota.** Se muestra en la tabla los datos de 2 muestras iniciales (M1 – M2) identificando sus características.

De la tabla 2 se puede apreciar que inicialmente las características físicas presenta una temperatura de 27°C propias de la selva peruana; las características químicas DQO con 899.75 mg/L, 790.75 mg/L en ambos casos superan los límites permisibles del ECA, el pH dentro del límite de 6.5 a 8.5., los Coliformes totales con 9000000 y 4.70000 (NMP/100ml), superando el rango establecido del ECA, Escherichia coli con 1000000 NMP/100ml y 1.900000 NMP/100ml, superando el máximo establecido con 2000 NMP/100ml. Por lo que las aguas tienen alto grado de contaminación orgánica y no es apto para el uso.

**Tabla 3**

*Análisis post experimento con EM al 5%*

<b>Análisis final / EM (5%)</b>						
<b>Características</b>	<b>Parámetro</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>
<b>físicos</b>	Color (NMP/100ml)	130	129	129	128	125
	Turbiedad (NMP/100ml)	20.5	17.6	17.7	18.9	18.7
	Temperatura (°C)	27	26.7	27.7	25.8	25.7
<b>Químicos</b>	DBO (mg/L)	522.87	518.78	520.76	516.72	516.71
	DQO (mg/L)	699.83	687.81	689.79	678.9	678.91
	SST (mg/L)	44	41	41	41	42
	pH (1:1)	7.3	7.3	7.2	7.2	7.1
<b>Microbiológicos</b>	Coliformes totales (NMP/100ml)	280000	300000	300000	290000	280000
	Escherichia coli (NMP/100ml)	10000	10000	10000	10000	10000
	Salmonella (Ausencia/Presencia)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
	Pseudomonas (UFC/100ml)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Formas parasitarias (N° Organismos/L)	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Aerobios Mesófilos (UFC/100ml)	1300	1200	1200	1200	1100

**Nota.** Se muestra en la tabla los datos de 5 post muestras identificando sus características en la que se intervino con 5% de EM.

De la tabla 3 se aprecia que post experimento con 5% de EM las características físicas presentan una temperatura de 26.6°C propias de la selva peruana; las características químicas DQO en promedio 687.048mg/L, el pH dentro del límite de 6.5 a 8.5., los Coliformes totales en promedio 290000 (NMP/100ml), Escherichia coli en promedio 10000 NMP/100ml superando el máximo establecido con 2000 NMP/100ml. Aunque hubo efectos y reducción las aguas presentan contaminación orgánica.

**Tabla 4**

*Análisis post experimento con EM al 10%*

Análisis final / EM (10%)						
Características	Parámetro	M1	M2	M3	M4	M5
Físicos	Color (NMP/100ml)	126	130	130	129	130
	Turbiedad (NMP/100ml)	17.5	19.6	18.7	19.5	19.6
	Temperatura (°C)	27	28	29	28	27
Químicos	DBO (mg/L)	542.36	549.34	545.33	545.32	543.36
	DQO (mg/L)	689.82	690.81	691.8	689.81	687.81
	SST (mg/L)	29	42	42	43	43
	pH (1:1)	7.1	7.2	7.3	7.2	7.1
Microbiológicos	Coliformes totales (NMP/100ml)	≤1.70	=1.80	=1.90	=1.90	=1.80

Escherichia coli (NMP/100ml)	≤1.80	=1.90	=1.90	=1.80	=1.80
Salmonella (Ausencia/Presencia)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Pseudomonas (UFC/100ml)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Formas parasitarias (N° Organismos/L)	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Aerobios Mesófilos (UFC/100ml)	3100	3200	3300	3100	3200

**Nota.** Se muestra en la tabla los datos de 5 post muestras identificando sus características en la que se intervino con 10% de EM.

De la tabla 4 se aprecia que post experimento con 10% de EM las características físicas presentan una temperatura de 27.8°C propias de la selva peruana; las características químicas DQO en promedio 690.01mg/L, el pH dentro del límite de 6.5 a 8.5., los Coliformes totales en promedio 1.82NMP/100ml, Escherichia coli en promedio 1.78NMP/100ml dentro de lo establecido con 2000 NMP/100ml. Aunque hubo efectos y reducción las aguas presentan contaminación orgánica.

**Tabla 5***Resumen de procesamiento de casos*

Características	Grupo	Casos		
		Válido	Perdidos	Total
		Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
Color (pre)	5%EM	100,0%	0,0%	100,0%
	10%EM	100,0%	0,0%	100,0%
Color (post)	5%EM	100,0%	0,0%	100,0%
	10%EM	100,0%	0,0%	100,0%
Turbiedad (pre)	5%EM	100,0%	0,0%	100,0%
	10%EM	100,0%	0,0%	100,0%
Turbiedad (post)	5%EM	100,0%	0,0%	100,0%
	10%EM	100,0%	0,0%	100,0%
Temperatura (pre)	5%EM	100,0%	0,0%	100,0%
	10%EM	100,0%	0,0%	100,0%
Temperatura (post)	5%EM	100,0%	0,0%	100,0%
	10%EM	100,0%	0,0%	100,0%
DBO (pre)	5%EM	100,0%	0,0%	100,0%
	10%EM	100,0%	0,0%	100,0%
DBO (post)	5%EM	100,0%	0,0%	100,0%
	10%EM	100,0%	0,0%	100,0%
DQO (pre)	5%EM	100,0%	0,0%	100,0%
	10%EM	100,0%	0,0%	100,0%
DQO (post)	5%EM	100,0%	0,0%	100,0%
	10%EM	100,0%	0,0%	100,0%
pH (pre)	5%EM	100,0%	0,0%	100,0%
	10%EM	100,0%	0,0%	100,0%

pH (post)	5%EM	100,0%	0,0%	100,0%
	10%EM	100,0%	0,0%	100,0%
Coliformes totales (pre)	5%EM	100,0%	0,0%	100,0%
	10%EM	100,0%	0,0%	100,0%
Coliformes totales (post)	5%EM	100,0%	0,0%	100,0%
	10%EM	100,0%	0,0%	100,0%
Escherichia coli (pre)	5% EM	100,0%	0,0%	100,0%
	10%EM	100,0%	0,0%	100,0%
Escherichia coli (post)	5%EM	100,0%	0,0%	100,0%
	10%EM	100,0%	0,0%	100,0%
Aerobios Mesófilos (pre)	5%EM	100,0%	0,0%	100,0%
	10%EM	100,0%	0,0%	100,0%
Aerobios Mesófilos (post)	5%EM	100,0%	0,0%	100,0%
	10%EM	100,0%	0,0%	100,0%

**Nota.** Todos los datos fueron correctamente procesados, con el 100% válidos y 0 casos perdidos.



**Tabla 6***Procesamiento de las características físicas*

Característica física	Grupo	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Límite inferior	Límite superior
Color (pre)	5%EM				
	10%EM	92,500	0,0000	92,500	92,500
Color (post)	5%EM	128,2000	0,73485	126,7597	130,8403
	10%EM	128,8000	3,95474	114,8199	136,7801
Diferencia color	5%EM	-35,70	0,860	-38,09	-33,31
	10%EM	-36,300	0,7348	-38,340	-34,260
Turbiedad (pre)	5%EM				
	10%EM	72,92500	0,0000	72,92500	72,92500
Turbiedad (post)	5%EM	18,68000	0,523832	17,22561	20,13439
	10%EM	18,98000	0,406694	17,85084	20,10916
Diferencia Turbiedad	5%EM	54,2450	0,52383	52,7906	55,6994
	10%EM	53,9450	0,40669	52,8158	55,0742
Temperatura (pre)	5%EM				
	10%EM	27,0000	0,0000	27,0000	27,0000
Temperatura (post)	5%EM	26,5800	0,37603	25,5360	27,6240
	10%EM	27,8000	0,37417	26,7611	28,8389
Diferencia Temperatura	5%EM	0,4200	0,37603	-,6240	1,4640
	10%EM	0,37417	0,37417	-1,8389	0,2389

**Nota.** El procesamiento de los datos se hizo en SPSS V25.

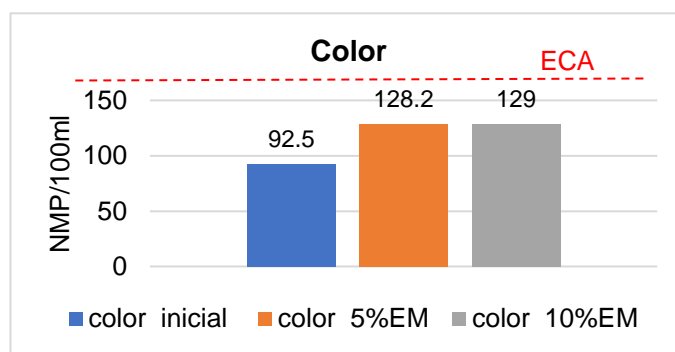
De la tabla 6 se puede apreciar que estadísticamente, en la característica color el 10% EM tuvo un mayor efecto con 36,300 a diferencia del 5%EM con 35,70. En turbiedad el 5%EM tuvo mayor efecto con 54,2450 a diferencia del 10%EM con 53,9450 y respecto a la temperatura el 5%EM tuvo mayor efecto

con 0,4200 a diferencia del 10%EM con 0,37417. Sin embargo, ambos tuvieron efectos.

Para apreciar estos detalles se muestran a continuación los siguientes gráficos comparativos de las características físicas (Color, turbiedad y temperatura).

**Figura 2**

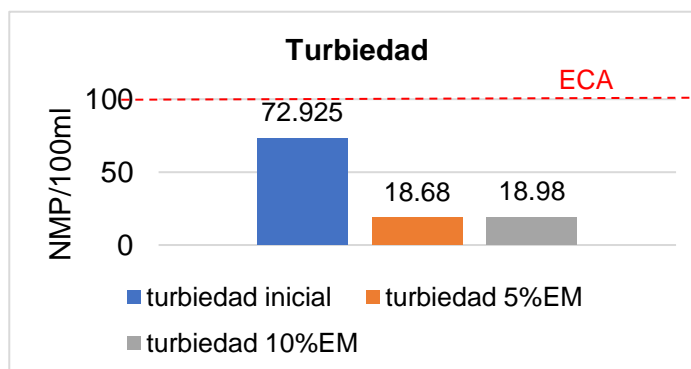
*Comparación del efecto en característica color*



**Nota.** Las diferencias son por milésimas entre 128.2 y 129 NMP/100ml para ambos grupos, que si tuvieron efecto. Estando del rango establecido del ECA.

**Figura 3**

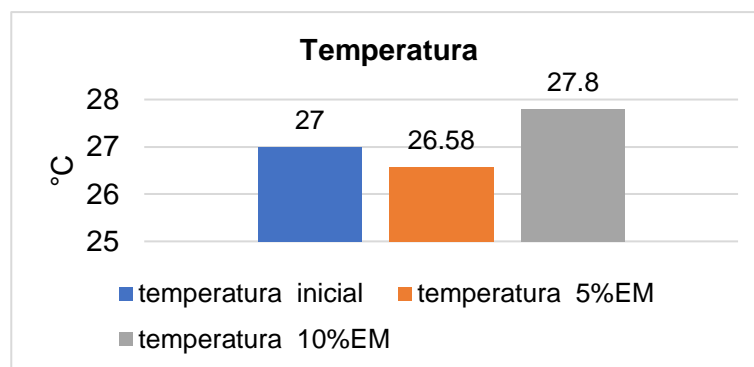
*Comparación del efecto en característica turbiedad*



**Nota.** Las diferencias son por milésimas entre 18.68 y 18.98 NMP/100ml para ambos grupos en la turbiedad y se verifica el efecto. Estando del rango establecido del ECA.

**Figura 4**

*Comparación del efecto en característica temperatura*



**Nota.** Existen diferencias de temperatura entre 26.58 y 27.8 °C para ambos grupos. Las temperaturas varían según el ámbito geográfico.

**Tabla 7**

*Procesamiento de las características químicas*

Característica química	Grupo	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Límite inferior	Límite superior
DBO (pre)	5%EM	633,965000	0,0000	633,965000	633,965000
	10%EM				
DBO (post)	5%EM	519,168000	1,1921468	515,858070	522,477930
	10%EM	545,234000	1,2774334	541,687276	548,780724
Diferencia DBO	5%EM	114,7970	1,19215	111,4871	118,1069
	10%EM	88,7310	1,27743	85,1843	92,2777
DQO (pre)	5%EM	845,250000	0,0000	845,250000	845,250000
	10%EM				
DQO (post)	5%EM	687,048000	3,8993312	676,221721	697,874279
	10%EM	690,010000	0,6618232	688,172484	691,847516
Diferencia DQO	5%EM	158,2020	3,89933	147,3757	169,0283
	10%EM	155,2400	0,66182	153,4025	157,0775
	5%EM				

pH (pre)	10%EM	6,8750	0,0000	6,8750	6,8750
	5%EM	7,2200	0,03742	7,1161	7,3239
pH (post)	10%EM	7,1800	0,03742	7,0761	7,2839
	5%EM	-0,3450	0,03742	-0,4489	-0,2411
Diferencia pH	10%EM	-0,3050	0,03742	-0,4089	-0,2011

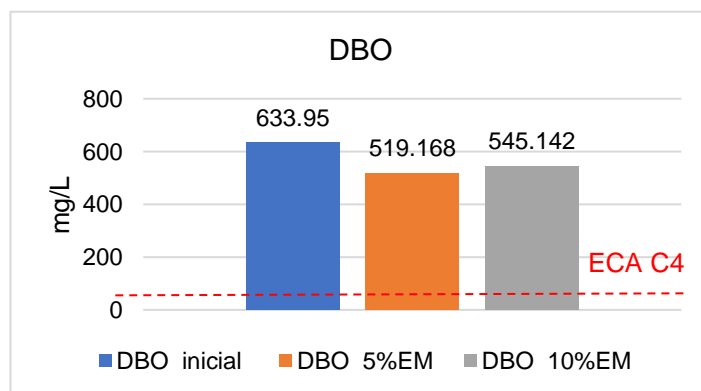
**Nota.** El procesamiento de los datos se hizo en SPSS V25.

De la tabla 7 se puede apreciar que estadísticamente, en la característica DBO el 10% EM tuvo un menor efecto con 88,7310 a diferencia del 5% EM con 114,7970. En DQO el 5% EM tuvo mayor efecto con 158,2020 a diferencia del 10% EM con 155,2400 y respecto al pH el 5% EM tuvo mayor efecto con 0,3450 a diferencia del 10% EM con 0,3050. Sin embargo, ambos tuvieron efectos.

Para apreciar estos detalles se muestran a continuación los siguientes gráficos comparativos de las características químicas (DBO, DQO y pH).

**Figura 5**

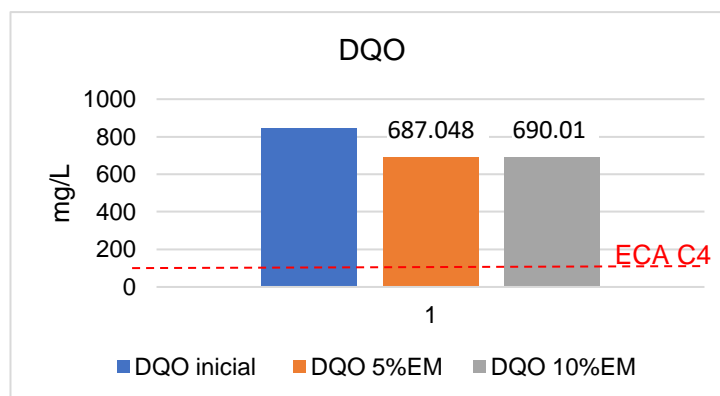
*Comparación del efecto en característica DBO*



**Nota.** Existen diferencias de DBO entre 519.168 y 545.142 mg/L para ambos grupos. Considerando la media de los datos. Estando del rango establecido del ECA.

**Figura 6**

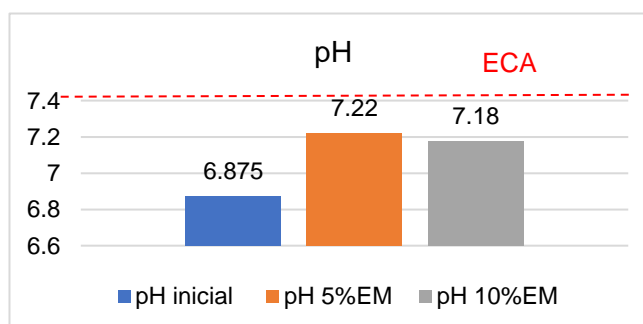
*Comparación del efecto característica del efecto característica DQO*



**Nota.** Existen diferencias de DQO entre 687.048 y 690.01 mg/L para ambos grupos. Considerando la media de los datos. Estando del rango establecido del ECA.

**Figura 7**

*Comparación del efecto en característica pH*



**Nota.** Existen diferencias de pH entre 7.22 y 7.18, haciéndose más neutro para ambos grupos. Considerando la media de los datos, el ECA-agua considera neutro en un rango de 7.5.

**Tabla 8**

*Procesamiento de las microbiológicas*

Característica microbiológicas	Grupo	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Límite inferior	Límite superior
	5% EM				
Coliformes (pre)	10% EM	450000,00	0,00	450000,00	450000,00
	5% EM	290000,00	4472,14	277583,36	302416,64
Coliformes (post)	10% EM	1,8200	0,03742	1,7161	1,9239
	5% EM	160000,00	4472,14	147583,36	172416,64
Diferencia Coliformes totales	10% EM	449998,18	0,03742	449998,08	449998,28
	5% EM				
Escherichia (pre)	10% EM	500000,0	0,00	500000,0	500000,0
	5% EM	10000,0	3741,66	7611,494	28388,506
Escherichia coli (post)	10% EM	1,780	,0374	1,676	1,884
	5% EM	482000,00	3741,66	471611,494	492388,51
Diferencia Escherichia coli	10% EM	499998,22	0,03742	499998,12	499998,32
	5% EM				
Aerobios Mesófilos (pre)	10% EM	150000,0	150000,0	0,00	150000,0

Aerobios Mesófilos (post)	5% EM	1200,00	31,623	1112,20	1287,80
	10% EM	3180,00	37,417	3076,11	3283,89
Diferencia Aerobios Mesófilos	5% EM	148800,00	31,62278	148712,20	148887,80
	10% EM	146820,00	37,4166	146716,12	146923,89

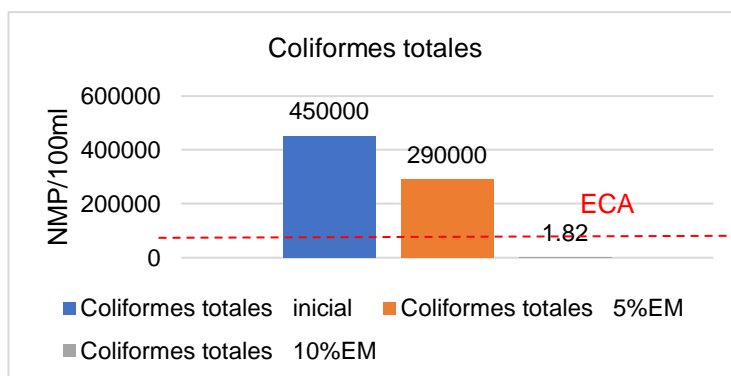
**Nota.** El procesamiento de los datos se hizo en SPSS V25.

De la tabla 8 se puede apreciar que estadísticamente, en la característica Coliformes totales el 10% EM tuvo un mayor efecto con 1,8200 a diferencia del 5% EM con 290000,00. En Escherichia coli el 5% EM tuvo menor efecto con 482000,00 a diferencia del 10% EM con 499998,22 y respecto Aerobios Mesófilos el 5% EM tuvo mayor efecto con 148800,00a diferencia del 10% EM con 146820,00. Sin embargo, ambos tuvieron efectos.

Para apreciar estos detalles se muestran a continuación los siguientes gráficos comparativos de las características microbiológicas (Coliformes totales, Escherichia coli y Aerobios Mesófilos).

**Figura 8**

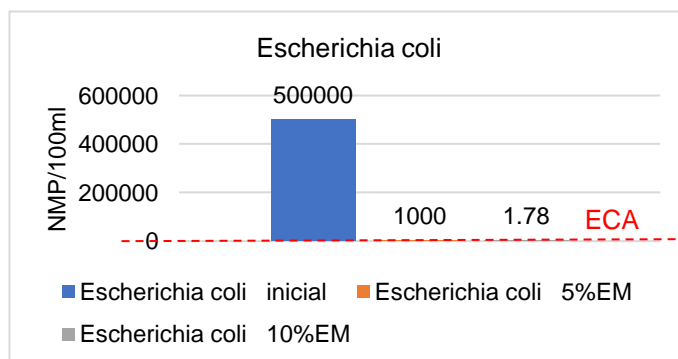
*Comparación del efecto en características Coliformes totales*



**Nota.** Existen diferencias de C.T. evidentemente mayor para 10%EM. Considerando la media de los datos. Estando del rango establecido del ECA.

**Figura 9**

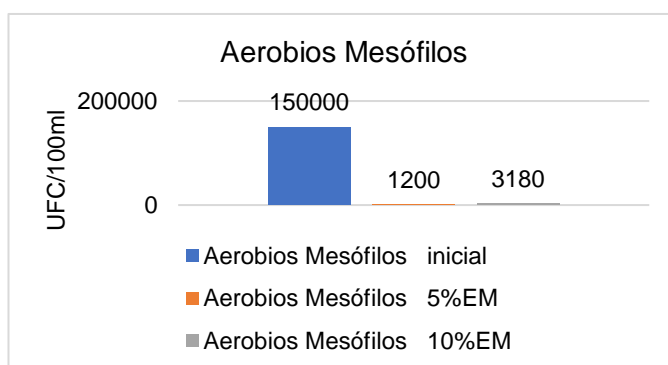
*Comparación del efecto en característica Escherichia coli*



**Nota.** Existen diferencias de E. coli evidentemente mayor para 10%EM. Considerando la media de los datos. Estando del rango establecido del ECA.

**Figura 10**

*Comparación del efecto en característica Aerobios Mesófilos*





**Nota.** Existen diferencias de Aerobios Mesófilos evidentemente mayor para 5%EM. Considerando la media de los datos. No se indica en el ECA-agua.

**Tabla 9**

*Prueba de normalidad para la elección de prueba paramétrica o no paramétrica*

Diferencia de características (pre – post)	Grupo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Color	5% EM	0,261	5	0,200*	0,859	5	0,223
	10% EM	0,348	5	0,047	0,779	5	0,054
Turbiedad	5% EM	0,226	5	0,200*	0,896	5	0,386
	10% EM	0,316	5	0,114	0,786	5	0,063
Temperatura	5% EM	0,223	5	0,200*	0,927	5	0,574
	10% EM	0,231	5	0,200*	0,881	5	0,314
DBO	5% EM	0,221	5	0,200*	0,904	5	0,433
	10% EM	0,287	5	0,200*	0,900	5	0,411
DQO	5% EM	0,225	5	0,200*	0,899	5	0,406
	10% EM	0,246	5	0,200*	0,956	5	0,777
pH	5% EM	0,231	5	0,200*	0,881	5	0,314
	10% EM	0,231	5	0,200*	0,881	5	0,314
Aerobios Mesófilos	5%EM	0,300	5	0,161	0,883	5	0,325
	10%EM	0,231	5	0,200*	0,881	5	0,314
Coliformes totales	5%EM	0,241	5	0,200*	0,821	5	0,119
	10%EM	0,231	5	0,200*	0,881	5	0,314
Escherichia Coli	5% EM	0,231	5	0,200*	0,881	5	0,314
	10%EM	0,231	5	0,200*	0,881	5	0,314

\*. Indica el límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Nota.** Procesados en SPSS V26 a partir de los datos del experimento.

Al considerar la Sig. Asintótica bilateral lo cual es el p-valor, que se obtiene de la prueba de normalidad, podemos observar que los valores cumplen con el supuesto de normalidad, por ello se permite emplear un procedimiento estadístico paramétrico para analizar los datos. Se toma para este procedimiento la prueba t de Student dicho a su vez para muestras independientes.

#### 4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

En la investigación se tiene planteado la siguiente hipótesis estadística:

**HA:** La aplicación de microorganismos eficaces favorece en la biorrecuperación de aguas residuales de la quebrada Yumantay, Coronel Portillo, Ucayali – 2022.

**H0:** La aplicación de microorganismos eficaces no favorece en la biorrecuperación de aguas residuales de la quebrada Yumantay, Coronel Portillo, Ucayali – 2022.

Se trabaja con un 95% de intervalo de confianza para la media, es decir un 5% del nivel de significancia.

**Tabla 10**

*Prueba de muestras independientes*

Características del agua (pre-post)	Prueba t para la igualdad de medias		
	t	gl	Sig. (bilateral)
Color	0,530	8	0,610
(Pre-Post)	0,530	7,809	0,611
Turbiedad	0,452	8	0,663
(Pre-Post)	0,452	7,537	0,664
Temperatura (Pre-Post)	2,300	8	0,050
	2,300	8,000	0,050
DBO (Pre-Post)	14,918	8	0,000

	14,918	7,962	0,000
	0,749	8	0,475
DQO (Pre-Post)	0,749	4,230	0,493
	-0,756	8	0,471
pH (Pre-Post)	-0,756	8,000	0,471
	-64,846	8	0,000
Coliformes totales (Pre-Post)	-64,846	4,000	0,000
	-4,810	8	0,001
Escherichia coli (Pre-Post)	-4,810	4,000	0,009
	40,417	8	0,000
A. Mesófilos (Pre-Post)	40,417	7,784	0,000

De la sig. bilateral (p-valor) se aprecia (0.000) y considerando un nivel de significancia de 5%, esto indica que en donde efectivamente si hubo diferencia significativa comparando los tratamientos, fue en el DBO, coliformes totales, Escherichia coli y Aerobios mesófilos. En las demás características hubo efecto de manera similar en ambos tratamientos.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Del objetivo general; Evaluar la aplicación de microorganismos eficaces en la biorrecuperación de aguas residuales de la quebrada Yumantay, se obtuvo que los EM tienen la capacidad de biorrecuperar las aguas, puesto que generan cambios en las características fisicoquímicas como también en las microbiológicas, estabilizando el pH y en una temperatura ambiente según las condiciones climáticas. Lo cual es coincidente con lo que menciona Faife et al., (2020) en su artículo académico con título; “Empleo de microorganismos eficientes como alternativa para el tratamiento de residuales” en la que sostiene que la aplicación de EM hace posible transformar residuos orgánicos, reduciendo los gases que se emiten además de la reducción de malos olores con ello la desaparición de vectores, esto permite recuperar aguas residuales.

Además, coincide con lo mencionado por Flores (2021) en la que experimentó con “Microorganismos eficaces para el tratamiento de aguas residuales domésticas” mencionando que los microorganismos eficaces son favorables en el tratamiento de agua residual. Considerando además que ambas dosis (5% y 10% EM) usadas en esta investigación tienen efectos similares en casi todas las características del agua residual estudiada, coincidiendo con lo que menciona García & Robles (2018) en su investigación en la que; “Determinación de la dosis de microorganismos eficientes para el tratamiento de aguas residuales” domésticas que no existen diferencias significativas entre tratamientos.

Del objetivo específico; Evaluar la remoción de carga orgánica a través de DBO, DQO y SST en las aguas residuales antes y después de la aplicación de microorganismos eficaces. Se obtuvo que inicialmente las características químicas DQO con 899.75 mg/L, 790.75 mg/L en ambos casos superan los ECA, el pH dentro del límite de 6.5 a 8.5. DBO con 674.87 mg/L, 593.06 mg/L superando el máximo establecido de los ECA. Por lo que las aguas tienen alto grado de contaminación orgánica y no es apto para el uso. Al usar el tratamiento de 5% EM las características químicas DQO en promedio

687.048mg/L, el pH dentro del límite de 6.5 a 8.5., DBO en promedio 519.168 mg/L. Y con el tratamiento del 10% EM las características químicas DQO en promedio 690.01mg/L, el pH dentro del límite de 6.5 a 8.5. DBO en promedio 545.142 mg/L.

Estas reducciones en los tratamientos están vinculados a la capacidad de accionar de los EM, tal como menciona Urrea & González (2019) en la que uso “Tecnología de microorganismos eficientes en estado sólido y líquido” por la que obtuvo mejor eficiencia de remoción, dado que la DBO5 tubo 38% en 72h, la DQO =48h generando la remoción de un 44 % Y SST=81% en 48h. Al inocular EM liquido en un medio poroso obteniendo DBO5 un 32%, DQO de 50,07% y SST=88,04% en 7h. Teniendo en cuenta también que ambos tratamientos tuvieron similares efectos puesto que Huarhua (2019) menciona en “Efecto de Microorganismos en el tratamiento de aguas residuales domésticas” que la DBO5=71,26 mg/L, DBO=146,28mg/L, SST=18,44ml/L y pH=7,13 unidades en valores homogéneos.

Del objetivo específico; Evaluar las propiedades físicas como el color, turbiedad y temperatura en las aguas residuales antes y después de la aplicación de microorganismos eficaces. Se obtuvo que inicialmente la turbiedad presenta 72.93 NMP/100ml, un color con 92.5 NMP/100ml y temperatura de 27°C, con el tratamiento con 5% de EM turbiedad presenta 18.68 NMP/100ml, un color con 128.2 NMP/100ml presenta una temperatura de 26.6°C y con el tratamiento con 10% de EM turbiedad presenta 18.98 NMP/100ml, un color con 129 NMP/100ml una temperatura de 27.8°C.

De estas características físicas la que se mantiene constante es la temperatura, esto se sustenta en lo que menciona Flores (2021) en su estudio; “Microorganismos eficaces para el tratamiento de aguas residuales domésticas” en la que la temperatura no tuvo demasiados cambios de la muestra inicial comparado con los tratamientos que se hicieron.

Del objetivo específico; Evaluar la actividad microbiológica en las aguas residuales antes y después de la aplicación de microorganismos eficaces. Se obtuvo que inicialmente los Coliformes totales con 9000000 y 4.70000 (NMP/100ml), superando el rango establecido de los ECA, Escherichia coli

con 1000000 NMP/100ml y 1.900000 NMP/100ml, superando el rango establecido de los ECA. Por lo que las aguas tienen alto grado de contaminación orgánica. Con el tratamiento de 5% EM los Coliformes totales en promedio 290000 (NMP/100ml), *Escherichia coli* en promedio 10000 NMP/100ml superando el rango establecido de los ECA. Y con el tratamiento del 10% los Coliformes totales en promedio 1.82NMP/100ml, *Escherichia coli* en promedio 1.78NMP/100ml dentro del rango establecido de los ECA.

Las acciones sobre las características microbiológica son evidentes coincidiendo con lo que menciona Flores (2021) en su investigación; “Microorganismos eficaces para el tratamiento de aguas residuales domésticas” en la que obtuvo diferencias de 279.2 hasta 182.6 y los coliformes termotolerantes inicialmente de 94,006 hasta 10,533. Y con lo mencionado por García & Robles (2018) en la que hizo la; “Determinación de la dosis de microorganismos eficientes para el tratamiento de aguas residuales domésticas” obteniendo para coliformes fecales=78127NMP/100 MI; 2783.75NMP/100mL, 2904.42NMP/100mL, 2838.67NMP/100mL y coliformes totales=334051NMP/100mL, 5801.17NMP/100mL, 4778.00NMP/100mL, 7970.50 NMP/100MI.

## CONCLUSIONES

Del objetivo general; los microorganismos eficaces usadas en ambas dosis (5% y 10%) tienen la capacidad de biorrecuperación de aguas residuales, estabilizando el pH, disminuyendo las concentraciones orgánicas y en condiciones controladas.

Del objetivo específico; la remoción de carga orgánica es notorio puesto que ambas dosis tuvieron efecto pasando de DBO inicial 674.87mg/L a 114,7970 con 5% EM y 88,7310 10% EM. En DQO inicial con 899.75, 158,2020 con 5% EM y 155,2400 con 10% EM.

Del objetivo específico; propiedades físicas evaluada respecto al color inicial de 92 NMP/100ml, pasando a 128.2 con 5% EM y 129 con 10% EM, la turbiedad inicial 72.925 inicial pasando a 18.68 con 5% EM y 18.98 con 10% EM y la temperatura se mantiene en 27 °C.

Del objetivo específico; la actividad microbiológica en las aguas residuales, respecto a los coliformes totales inicial fue 450000 NMP/100ml pasando a 290000 con 5% EM y 1.82 con 10% EM, respecto a Escherichia coli inicial se tuvo 500000 NMP/100ml pasando a 10000 con 5% EM y 1.78 con 10% EM y con los aerobios mesófilo inicialmente se tuvo 150000 UFC/100ml pasando a 1200 con 5% EM y 3180 con 10% EM, en la que se aprecia mayor efecto con la dosis mayor (5%) en esta última característica.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda:

Realizar un estudio con diferentes porcentajes de microorganismos eficaces y con una mayor cantidad de volumen de agua residual.

Para el experimento con microorganismos eficaces, realizar un pretratamiento para eliminar residuos sólidos grandes.

Activar los microorganismos eficaces al menos 5 días antes de la dosificación, usando melaza.

Evaluar otros tipos de contaminantes que pueda presentar las aguas de la quebrada Yumantay, como los metales pesados y actividad microbiológica que causan enfermedades parasitarias.

A las autoridades de la Provincia Coronel Portillo, asumir la responsabilidad del cuidado y preservación de la quebrada Yumantay, puesto que es muy importante para el ambiente y la salud pública.

A la población en general, evitar desechar residuos que provengan de las demoliciones de construcción, domésticos u otras actividades, con ello poder conservar el servicio ecosistémico de la quebrada Yumantay.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BID. (2009). *Manual Práctico de Uso de EM. Banco Interamericano de Desarrollo*. Obtenido de [https://www.emuruguay.org/images/Manual\\_Practico\\_Uso\\_EM\\_OISC\\_A\\_BID.pdf](https://www.emuruguay.org/images/Manual_Practico_Uso_EM_OISC_A_BID.pdf)
- Cantera Kintz, J., Carvajal, Y., & Castro, L. (2009). *Caudal ambiental; Conceptos, experiencias y desafíos*. Programa Editorial UNIVALLE.
- Cárdenas León, J. (2022). *Calidad del agua paraestudiantes de ciencias ambientales. (Segunda edición)*. Ecoe Ediciones.
- Connor, R., Uhlenbrook, S., Koncagül, E., & Cordeiro, A. (2017). *Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. UN*. doi:<https://doi.org/10.18356/86dc8e1b-es>
- Coutinho de Andrade, F. (2020). *Cuaaderno de microorganismos eficientes. Tercera edición*. AKSAAM. Obtenido de <https://lac-conocimientos-sstc.ifad.org/documents/262275/e83b9610-e25e-7cc0-238e-f7057eee0a30>
- Faife, E., Roget Guevara, D., Fandiño-Rodríguez, C., Pérez-Bermúdez, I., Hoz-Izquierdo, Y., Tortoló-Cabañas, K., & Michelena, G. (2020). Empleo de microorganismos eficientes con alternativa para el tratamiento de residuales 52. 30-40.
- Flores Cabrera, C. (2021). *Microorganismos eficaces para el tratamiento de aguas residuales domésticas San Francisco de Asis, Pomalca. Universidad César Vallejo*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75936>
- García Castro, Y., & Robles García, D. (2018). *Determinación de la dosis de microorganismos eficientes para el tratamiento de aguas residuales domésticas provenientes de la Universidad Nacional de Ucayali*. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3564>

- Gómez Balandra, A., Saldaña Fabela, P., & Eguía L., A. (2007). *Requerimientos para implementar el caudal ambiental en México (Primera Edición)*.
- Guyer, P. (2019). *Una Introducción al Tratamiento de Aguas Residuales Municipales*. Guyer Partners.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la Investigación, las rutas cuantitativas, cualitativas y mixta*. Mc Graw Hill Education.
- Huarhua Chipani, T. (2019). *Efecto de Microorganismos en el tratamiento de aguas residuales domésticas en Urubamba, Cusco*. Universidad José Carlos Mariátegui. Obtenido de <https://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/702>
- Martín García, I., Betancort Rodríguez, J., Salas Rodríguez, J., Peñate Suárez, B., Pidre Bocardó, J., & Sardón Martín, N. (2006). *Guía sobre tratamientos de aguas residuales urbanas para pequeños núcleos de población mejora de la calidad de los efluentes*. (Primera edición). ICREW.
- Mau, F. (2014). *EM: Exito fantástico con microorganismos efectivos en la casa y el jardín, para el crecimiento y la salud de las plantas*. Goldmann Verlag.
- OEFA. (2014). *La fiscalización ambiental en Aguas Residuales*. Obtenido de [http://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](http://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)
- Ortiz, D., Arango, M. J., Pérez, H., Chela, L., Villagrán, G., & Fernandez, L. (2021). Uso de microorganismos eficientes para la depuración de contaminantes orgánico en aguas residuales urbanas. *Ecuadorian Science Journal*, 5(3), 355-362. doi:<https://doi.org/10.46480/esj.5.3.16>
- Osorio Robles, F., Torres Rojo, J., & Sánchez Bas, M. (2011). *Tratamiento de aguas para la eliminación de microorganismos y agentes contaminates. Aplicación de procesos industriales a la reutilización de aguas residuales*. Ediciones Díaz de Santos.

- Pimentel, H. (2017). *Las aguas residuales y sus efectos contaminantes*. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>
- Pouleurs, D. (2021). *El Gran Libro del Agua Latinoamérica (Primera edición)*. Obtenido de Xylem Watermark.
- Ramalho, R. (2021). *Tratamiento de aguas residuales*. Reverte.
- Ronzano, E., & Dapena, J. (2002). *Tratamiento biológico de las aguas residuales*. Ediciones Díaz de Santos.
- Rosato, V., & Lofeudo, R. (2010). *Patologías en muros de construcciones históricas ocasionadas por vegetación invasiva*.
- Torres Paulino, C., & Vidaurre Diaz, L. (2018). *Efecto de microorganismos eficientes en la calidad del agua de la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali*. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3568>
- Urrea Muñoz, Y., & González Díaz, Y. (2019). *TECNOLOGÍA DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM) EN ESTADO*. Obtenido de <https://repositorio.uniautonoma.edu.co/xmlui/bitstream/handle/123456789/331/T%20IA-M%20091%202019.pdf?sequence=1>
- Vigo Rivera, J. (2020). *Efecto de Microorganismos (ME) en el proceso de depuración de aguas residuales domésticas en condiciones altoandinas*. Universidad Peruana Unión. Obtenido de <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4162>
- WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas). (2017). *Aguas residuales el recurso desaprovechado*. UNESCO.

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

Escate Ramírez, V. (2023). *Aplicación de microorganismos eficaces en la biorrecuperación de aguas residuales de la quebrada Yumantay, Coronel Portillo - Ucayali 2022* [Tesis de Pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <https://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**Título:** “Aplicación de microorganismos eficaces en la biorrecuperación de aguas residuales de la quebrada Yumantay, Coronel Portillo, Ucayali - 2022”.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA
¿En qué medida favorece la aplicación de microorganismos eficaces en la biorrecuperación de aguas residuales de la quebrada Yumantay, Coronel Portillo, Ucayali – 2022?	Evaluar la aplicación de microorganismos eficaces en la biorrecuperación de aguas residuales de la quebrada Yumantay, Coronel Portillo, Ucayali – 2022	<b>HA:</b> La aplicación de microorganismos eficaces favorece en la biorrecuperación de aguas residuales de la quebrada Yumantay, coronel Portillo, Ucayali – 2022.	<p><b>V. dependiente:</b></p> <p>Aguas residuales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Físicos</li> <li>• Químicos</li> <li>• Microbiológicos</li> </ul>	<p><b>Tipo:</b> Experimental</p> <p><b>Nivel:</b> explicativo</p> <p><b>Enfoque:</b> Mixto</p> <p><b>Diseño:</b> con grupos experimentales</p> <p><b>G<sub>1</sub>:</b> O1 – X1 – O2</p> <p><b>G<sub>2</sub>:</b> O3 – X2 – O4</p> <p><b>G<sub>c</sub>:</b> O5 – O6</p> <p><b>Población:</b> el área de la quebrada Yumantay</p> <p><b>Muestra:</b> 3 áreas aleatorias de la quebrada Yumantay</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<b>H0:</b> La aplicación de microorganismos eficaces no favorece en la biorrecuperación de aguas residuales de la quebrada Yumantay, coronel Portillo, Ucayali – 2022.	<p><b>V. independiente:</b></p> <p>Microorganismos eficaces</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficaces</li> <li>• No eficaces</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿En qué medida favorecerá la remoción de carga orgánica a través de DBO, DQO y SST en las aguas residuales antes y después de la aplicación de microorganismos eficaces?</li> <li>• ¿En qué medida cambiarán las propiedades físicas como el color, turbiedad y temperatura en las aguas residuales antes y después de la aplicación de microorganismos eficaces?</li> <li>• ¿Cuál será la actividad microbiológica en las aguas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar la remoción de carga orgánica a través de DBO, DQO y SST en las aguas residuales antes y después de la aplicación de microorganismos eficaces.</li> <li>• Evaluar las propiedades físicas como el color, turbiedad y temperatura en las aguas residuales antes y después de la aplicación de microorganismos eficaces.</li> <li>• Evaluar la actividad microbiológica en las aguas</li> </ul>			

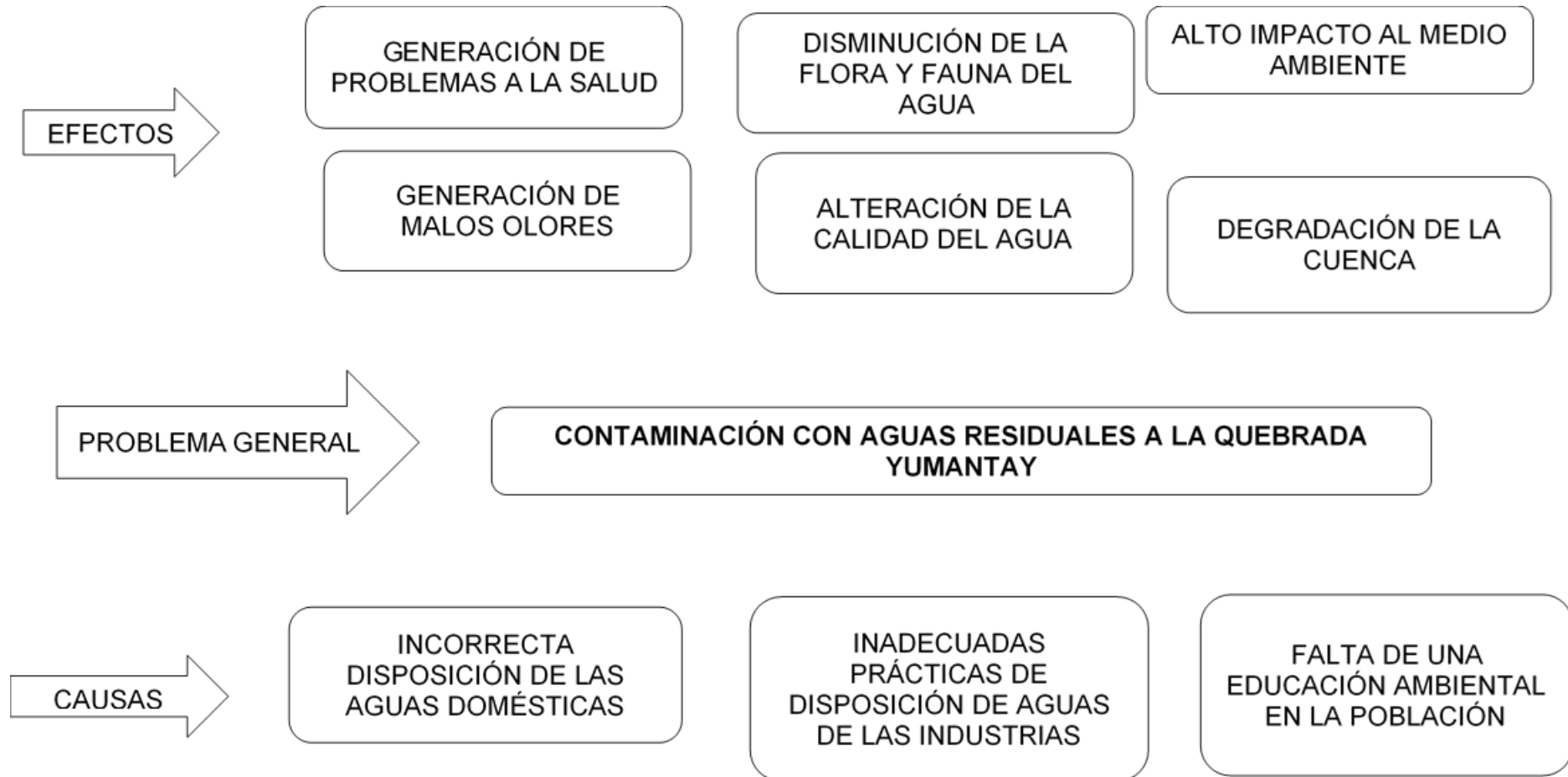
---

residuales antes y después de la aplicación de microorganismos eficaces?

residuales antes y después de la aplicación de microorganismos eficaces.

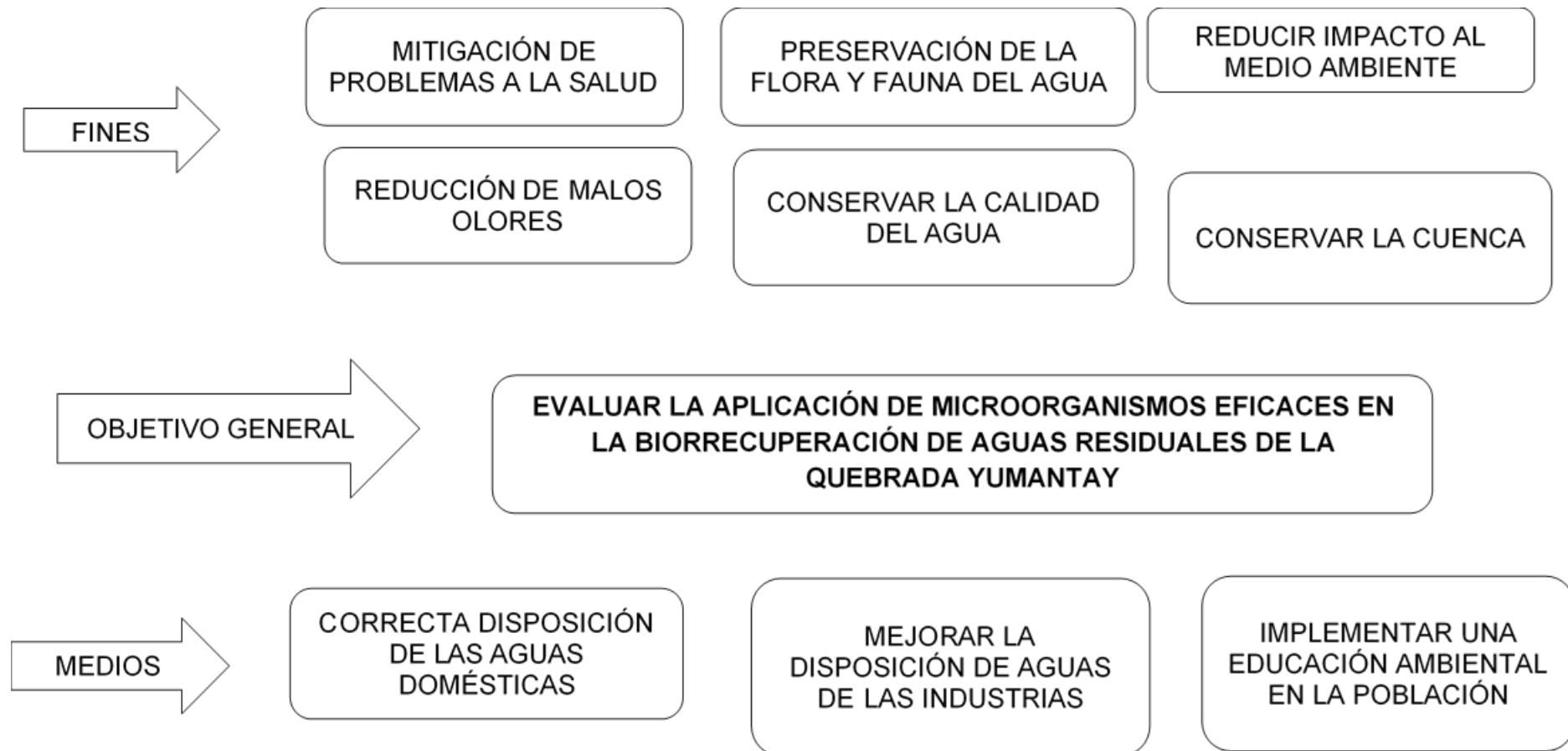
## ANEXO 2

### DIAGRAMA DE CAUSAS Y EFECTOS



### ANEXO 3

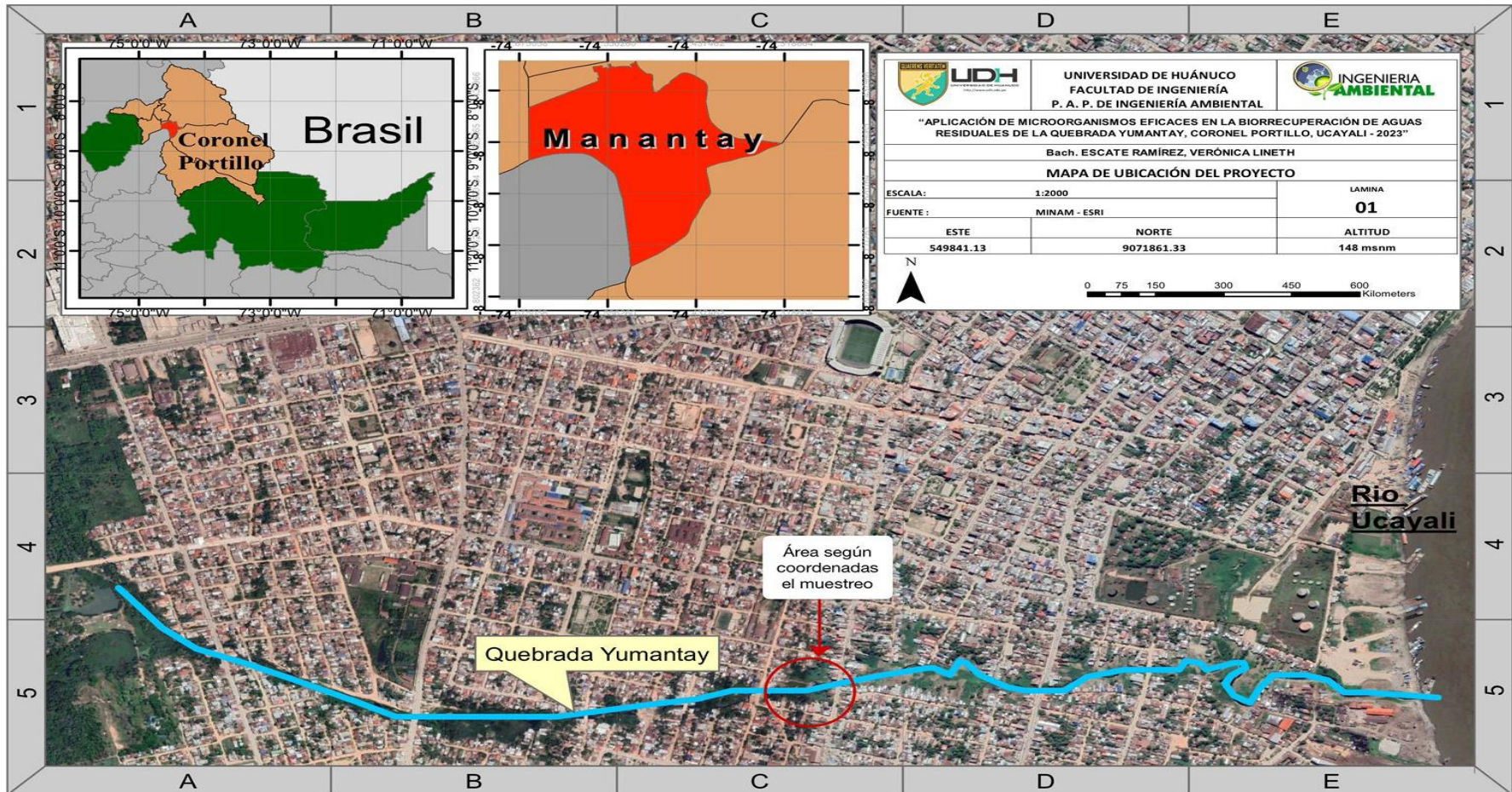
#### DIAGRAMA DE MEDIOS Y FINES





# ANEXO 4

## MAPA DE UBICACIÓN



## ANEXO 5

### ETIQUETA DE MUESTRAS DE AGUA

Etiqueta para las muestras que serán enviadas al laboratorio (pre tratamiento)

Nombre de la estación:		
Ubicación:	Norte:	Este:
Fecha:	Hora:	Tipo de muestra:
Institución o empresa:		Muestreado por:
Para análisis de:		Caudal o aforo:
Temperatura:	pH:	Conductividad eléctrica:
Color:	Olor:	Aspecto:
Descripción de la fuente:		
Descripción de la muestra:		
Condiciones climáticas:		


## ANEXO 6

### LISTA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

REGISTRO DE EXPERIMENTO		
	Cantidad de EM:	Fecha:
	Parámetro evaluado:	Descripción de la evaluación:
<b>Parámetros físicos</b>	pH	
	Color	
	Turbiedad	
	Temperatura	
<b>Parámetros químicos</b>	DBO	
	DQO	
	SST	
<b>Parámetros microbiológicos</b>	Bacterias Fecales	
	Bacterias termo tolerantes	
	otros	

## ANEXO 7

### ANÁLISIS DE MUESTRAS EMITIDAS POR EL LABORATORIO



**Natura  
Analítica**

Natura Analítica SAC  
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:  
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

SOLICITANTE  
DIRECCIÓN  
MUESTRA  
FORMA Y PRESENTACIÓN  
CANTIDAD RECIBIDA  
CODIGO DE MUESTRA  
BASE TÉCNICA

ANALISTA RESPONSABLE  
FECHA DE INGRESO  
COLECTOR  
ANÁLISIS SOLICITADOS  
FECHA INICIO DE ENSAYO  
FECHA TERMINO DE ENSAYO  
FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS N° 2022.11.29**  
**VERONICA LINETH ESCATE RAMIREZ**

---

Jr. Leonidas Yerovi Mz "C" Lt 8 AA.HH la tupae  
**AGUA RESIDUALES M2**  
02 Botella de vidrio con tapa hermética  
2 LITRO aprox  
2022.11.29  
DS N° 003-2010-MINAM para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR)  
Quim. Casandra Sandoval M.  
2022-11-15  
El Solicitante  
**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO**  
2022-11-16  
2022-11-18  
2022-12-20


### RESULTADOS

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO


PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO	LMP
Color	NMP/100ml	Fermentación en tubos múltiples	85	---
Turbidez	NMP/100ml	Fermentación en tubos múltiples	85.84	---
Temperatura	Ausencia/Presencia	Identificación en placa (medio selectivo)	27	<35
DBO <sub>5</sub>	mg/L	Potenciométrico	593.06	100
DQO	mg/L	Espectrofotometría	790.75	200
SST	mg/L	SM 2540 D	80	150
pH	---	SM 4500H+B	7.05	6.5-8.5

GERENCIA TÉCNICA



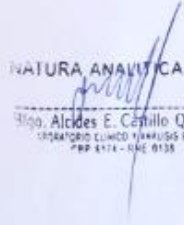
Natura Analítica S.A.C.



ANÁLISIS QUÍMICO, MICROBIOLÓGICO Y MOLECULAR DE AGUAS Y ALIMENTOS

Av. Sáenz Peña N° 503  
Teléfono 576060

NATURA ANALÍTICA S.A.C.




Alcides E. Castillo Quezada  
LABORATORIO CLÍNICO Y ANALISIS DE AGUAS  
PRP 4174 - ILMC 0138

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA | teléfono: 576060

E-MAIL: [naturaanalitica@gmail.com](mailto:naturaanalitica@gmail.com)



Natura Analítica

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
Coliformes Totales	NMP/100ml	Fermentación en tubos múltiples	4.7x10 <sup>6</sup>
Escherichia coli	NMP/100ml	Fermentación en tubos múltiples	1.9x10 <sup>6</sup>
Salmonella	Ausencia/Presencia	Identificación en placa (medio selectivo)	Ausente
Pseudomonas sp	UFC/100ml	Identificación en placa (medio selectivo)	Ausente

ANÁLISIS PARACITOLÓGICO

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
Formas parasitarias	Nº Organismo/L	Baerman	Ausente
Aerobios Mesofilos	UFC/100ml	Identificación en placa (medio selectivo)	1.8x10 <sup>6</sup>



Natura Analítica S.A.C.  
LABORATORIO CLÍNICO MICROBIOLÓGICO Y PARASITOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS  
Av. Sáenz Peña N° 503  
Teléfono 576060

NATURA ANALÍTICA SAC.

Hgo. Akides E. Castillo Quezada  
MICROBIOLOGO CLINICO Y ANALISIS BIOLÓGICO  
PER 8124 - PNE 8128



**CERTIFICADO DE ANÁLISIS N° 2022.11.28**

SOLICITANTE	VERONICA LINETH ESCATE RAMIREZ.
DIRECCIÓN	Jr. Leonidas Yerovi Mz "C" Lt. 8 AA.HH la tupac
MUESTRA	AGUA RESIDUALES M1
FORMA Y PRESENTACIÓN	02 Botella de vidrio con tapa hermética
CANTIDAD RECIBIDA	2 LITRO aprox
CODIGO DE MUESTRA	2022.11.28
BASE TÉCNICA	DS N° 003-2010-MINAM para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR)
ANALISTA RESPONSABLE	Quim. Casandra Sandoval
FECHA DE INGRESO	2022-11-15
COLECTOR	El Solicitante
ANÁLISIS SOLICITADOS	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO
FECHA INICIO DE ENSAYO	2022-11-16
FECHA TÉRMINO DE ENSAYO	2022-11-18
FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS	2022-12-20

**RESULTADOS**

**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO**

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO	LMP
Color	NMP/100ml	Fermentación en tubos múltiples	100	---
Turbidez	NMP/100ml	Fermentación en tubos múltiples	60.01	---
Temperatura	Ausencia/Presencia	Identificación en placa (medio selectivo)	27	<35
DBO <sub>5</sub>	mg/L	Potenciométrico	674.87	100
DQO	mg/L	Espectrofotometría	899.75	200
SST	mg/L	SM 2540 D	148	150
pH	---	SM 4500H+B	6.7	6.5-8.5

GERENCIA  
TÉCNICA  
**Natura  
Analítica**  
S.A.C.

**Natura  
Analítica**  
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y MOLECULARES AGUAS Y ALIMENTOS  
Av. Sáenz Peña N° 503  
Teléfono: 576060

**NATURA ANALÍTICA SAC.**

Blgo. Alcides E. Castillo Quezada  
LABORATORIO ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO  
PUCALLPA - DRE 013

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
Coliformes Totales	NMP/100ml	Fermentación en tubos múltiples	$9 \times 10^6$
Escherichia coli	NMP/100ml	Fermentación en tubos múltiples	$1 \times 10^6$
Salmonella	Ausencia/Presencia	Identificación en placa (medio selectivo)	Presencia
Pseudomonas sp	UFC/100ml	Identificación en placa (medio selectivo)	Ausente

ANÁLISIS PARACITOLÓGICO

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
Formas parasitarias	Nº Organismo/L	Baerman	Ausente
Aerobios Mesófilos	UFC/100ml	Identificación en placa (medio selectivo)	$3 \times 10^6$

GERENCIA  
TÉCNICA  
Natura  
Analítica  
S.A.C.

Natura  
Analítica  
ANÁLISIS CLÍNICO MICROBIOLÓGICO Y BIOLÓGICOS DE AGUAS Y ALIMENTOS  
Av. Sáenz Peña N° 503  
Teléfono 576060

NATURA ANALÍTICA SAC

Dr. Alcides E. Castillo Quezada  
ANÁLISIS CLÍNICO Y BIOLÓGICOS DE AGUAS Y ALIMENTOS  
P.O. BOX 0138

## ANEXO 8

### PANEL FOTOGRÁFICO

Reconocimiento del lugar para la intervención y toma de muestras



Toma de muestras para pre análisis y experimento





## Muestras con etiquetado y rotulado



## Inicio del experimento en 2 grupos diferentes



Microorganismos eficaces sin activar



Activación de los EM



Activación de los EM usando melaza

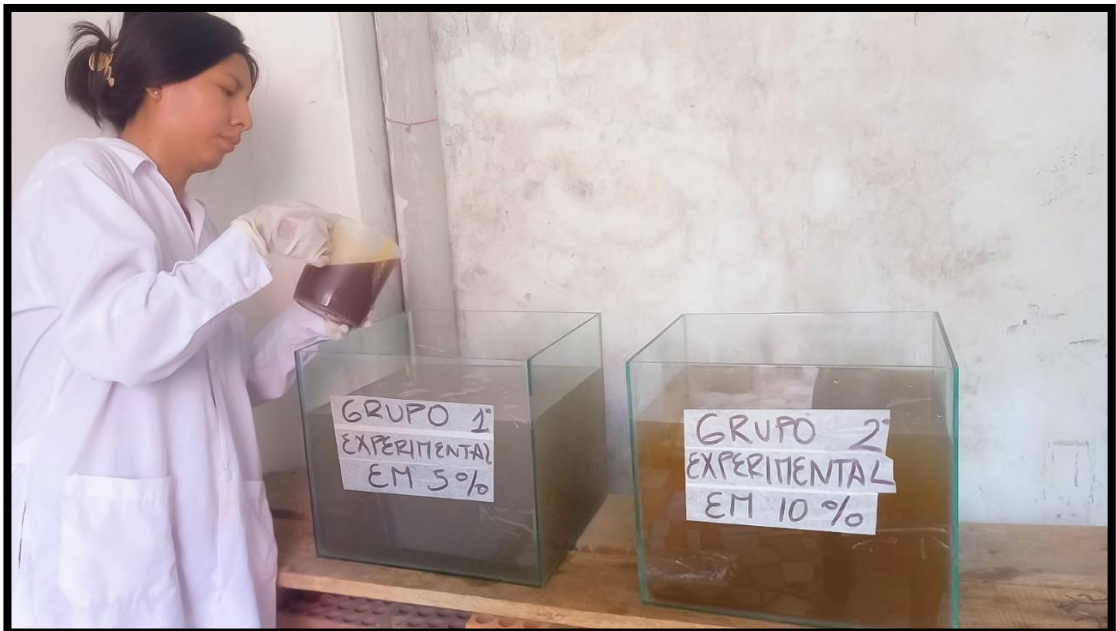




## Toma de temperatura



## Mezcla de los EM con las aguas residuales



Distribución de los 2 grupos



Aireación de los sistemas experimentales

