

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



**TESIS**

---

**“Efecto comparativo de dos variedades de gramíneas, el trigo (*triticum aestivum* L.) y la cebada (*hordeum vulgare* L.) sobre la calidad del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba, provincia y departamento de Huánuco - 2023”**

---

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

AUTOR: Medrano Dextre, Edson

ASESOR: Vásquez Baca, Yasser

HUÁNUCO – PERÚ

2023

# U

### TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Contaminación Ambiental  
**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)**

### CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería Ambiental

**Disciplina:** Ingeniería Ambiental y geológica

### DATOS DEL PROGRAMA:

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

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

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

# D

### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70232757

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 42108318

Grado/Título: Máster universitario en planificación territorial y gestión ambiental.

Código ORCID: 0000-0002-7136-697X

### DATOS DE LOS JURADOS:

N°	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	Cabrera Montalvo, Abrahams Moises	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible mención gestión ambiental	71034553	0000-0003-2052-0081
3	Condezo Beteta, Verenisa Nohely	Maestro en investigación y docencia superior	45728462	0009-0001-8221-7427

# H



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 09:00 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 Camara Llanos (Presidente)
- Mg. Abrahams Moises Cabrera Montalvo (Secretario)
- Mg. Verenisa Nohely Condezo Beteta (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 2596-2023-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **EFECTO COMPARATIVO DE DOS VARIEDADES DE GRAMÍNEAS, EL TRIGO (*Triticum aestivum L.*) Y LA CEBADA (*Hordeum vulgare L.*) SOBRE LA CALIDAD DEL SUELO CONTAMINADO PROVENIENTE DEL BOTADERO DE MARABAMBA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2023**", presentado por el (la) Bach. **MEDRANO DEXTRE, EDSON**, 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 15 y cualitativo de bueno (Art. 47)

Siendo las 9:57 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 Camara Llanos  
ORCID: 0000-0001-9180-7405  
Presidente

Mg. Abrahams Moises Cabrera Montalvo  
ORCID: 0000-0003-2052-0081  
Secretario

Mg. Verenisa Nohely Condezo Beteta  
ORCID: 0009-0001-8221-7427  
Vocal



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **YASSER VÁSQUEZ BACA**, asesor(a) del **PA. INGENIERÍA AMBIENTAL** y designado(a) mediante documento: **RESOLUCIÓN N° 2468-2022-D-FI-UDH del 05 de diciembre de 2022**; del bachiller **EDSON, MEDRANO DEXTRE**, de la investigación titulada **“EFECTO COMPARATIVO DE DOS VARIEDADES DE GRAMINEAS, EL TRIGO (*Triticum aestivum* L.) Y LA CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) SOBRE LA CALIDAD DEL SUELO CONTAMINADO PROVENIENTE DEL BOTADERO DE MARABAMBA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE – HUÁNUCO – 2023.”**.

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 23 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

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

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

Huánuco, 20 de noviembre de 2023

**Vásquez Baca Yasser**  
**DNI N° 42108318**

Código Orcid N° 0000-0002-7136-697X

## INFORME DE ORIGINALIDAD

### ORIGINALITY REPORT

<b>23%</b>	<b>22%</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

### PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Internet Source	<b>12%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad de Huanuco</b> Student Paper	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Internet Source	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>rdu.unc.edu.ar</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>alicia.concytec.gob.pe</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>exploredoc.com</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to Ahsanullah University of Science and Technology</b> Student Paper	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.unu.edu.pe</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>repositorio.utc.edu.ec</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>



Vásquez Baca Yasser  
DNI N° 42108318

Código Orcid N° 0000-0002-7136-697X

## **DEDICATORIA**

A Dios por estar presente en este largo camino, a mi madre Flormira Dextre Villareal y mi Padre Policarpo Edgar Medrano Benites que siempre estuvieron apoyándome incondicionalmente, siendo ellos pilares para lograr esta meta.

A mi hermano Jenderson por estar siempre a mi lado y apoyarme incondicionalmente, también a mis hermanas Flor Maribel y María del Pilar por ser parte de este logro

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiarme y darme la fortaleza para seguir adelante y lograr este objetivo.

A mi familia por su comprensión y apoyo constante e incondicional a lo largo de mis estudios.

Al Mg. Yasser Vásquez Baca por su asesoría en todo el transcurso de la elaboración y ejecución de la tesis.

Y a todas las personas que de una y otra forma me apoyaron en la realización de este proyecto de investigación.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT .....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPÍTULO I.....	12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	12
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	13
1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS .....	13
1.3. OBJETIVOS .....	14
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	14
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.5. LIMITACIONES .....	15
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.....	16
1.6.5. VIABILIDAD ECONÓMICA.....	16
CAPÍTULO II.....	17
MARCO TEÓRICO .....	17
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	17
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	19
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES .....	20
2.2. BASES TEÓRICAS .....	22



2.2.1. CALIDAD DEL SUELO .....	22
2.2.2. SUELO .....	22
2.2.3. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL DE SUELO CONTAMINADO .....	24
2.2.4. RELLENO SANITARIO .....	25
2.2.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS Y LIXIVIADOS DE BOTADEROS.....	26
2.2.6. IMPACTOS AMBIENTALES DE SUELOS CON METALES PESADOS.....	27
2.2.7. IMPACTOS EN LA SALUD POR SUELOS CONTAMINADOS CON METALES PESADOS .....	28
2.2.8. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO .....	28
2.2.9. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO .....	31
2.2.10. PROPIEDADES BIOLÓGICAS DEL SUELO .....	33
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	34
2.4. HIPÓTESIS .....	36
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL .....	36
2.4.2. HIPÓTESIS NULA.....	36
2.5. VARIABLES.....	36
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	36
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE.....	36
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	37
CAPÍTULO III.....	38
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	38
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	38
3.1.1. ENFOQUE.....	38
3.1.2. ALCANCE O NIVEL .....	38
3.1.3. DISEÑO .....	38
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	39
3.2.1. POBLACIÓN .....	39
3.2.1. MUESTRA.....	39
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	40
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	40
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS .....	41

3.4. PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	42
.....	42
CAPITULO IV .....	43
RESULTADOS .....	43
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS .....	43
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	48
CAPITULO V .....	52
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	52
CONCLUSIONES .....	56
RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	58
ANEXOS .....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Relación Entre Densidad Aparente y Porosidad Total.....	29
Tabla 2 Valores Generalizados de Capacidad de Retención de Agua a 0.3 y 15 bar, por Clase de Textura Para Diferentes Suelos (IGAC). ....	30
Tabla 3 Rangos de Interpretación de la Estabilidad Estructural en Términos de Diámetro Ponderado Medio· DPM (IGAG). ....	30
Tabla 4 Términos Descriptivos Para Diferentes Rangos de pH del Suelo. ....	32
Tabla 5 Valores de Capacidad de Intercambio Iónico. ....	33
Tabla 6 Coordenadas de Ubicación de la Población de Estudio .....	39
Tabla 7 Etapas y Técnicas para el Procesamiento y Análisis de Información .....	42
Tabla 8 Propiedades físicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo ( <i>Triticum aestivum</i> L.) y la cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> L). ....	43
Tabla 9 Propiedades químicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo ( <i>Triticum aestivum</i> L.) y la cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> L). ....	44
Tabla 10 Propiedades biológicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo ( <i>Triticum aestivum</i> L.) y la cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> L) ....	45
Tabla 11 Concentración de Pb y Cd en el suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo ( <i>Triticum aestivum</i> L.) y la cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> L) ....	46
Tabla 12 Prueba de normalidad de los datos con Shapiro_Wilk. ....	47
Tabla 13 Prueba de hipótesis con la t de Student para muestras independientes .....	48
Tabla 14 Tabla comparativa de los efectos físicos y metales pesados. ....	49
Tabla 15 Tabla comparativa de los efectos químicos.....	50
Tabla 16 Tabla comparativa de los efectos biológicos. ....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Triangulo de Textura del Suelo Según la Proporción de Limo, Arcilla y Arena. ....	24
Figura 2 Color del Suelo .....	31
Figura 3 Localización de Puntos de Muestreo en el Área de Excavación Regular de Forma cuadrada. ....	40
Figura 4 Partición de muestras. ....	41

## RESUMEN

La tesis titulada “efecto comparativo de dos variedades de gramíneas, el trigo (*triticum aestrium l.*) y la cebada (*hordeum vulgare l.*) Sobre la calidad del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba, provincia y departamento de –Huánuco – 2023” tuvo como **objetivo**: comparar el efecto del trigo (*Triticum aestrium L*) y la cebada (*Hordeum vulgare L*) sobre la calidad del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba. La **metodología** que se empleó fue de tipo experimental, con dos grupos operacionales. Para comparar el efecto se estudiaron los parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo, como también dos metales pesados (Cd y Pb) que fueron verificados con los estándares de calidad ambiental (ECA) para suelo aprobado por el Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM. Los **resultados** comparativos evidencian que en el análisis inicial y final el suelo se clasifica en textura franco arcillo arenoso con las dos variedades de gramíneas (*Triticum aestrium L*) y (*Hordeum vulgare L*), se obtuvo un efecto significativo donde el suelo del *Triticum aestrium L* demuestra un ph = 8.36 alcalino, en la conductividad eléctrica CE = 1.22 ds/m, materia orgánica MO = 4.80%, Nitrógeno N = 0.24 ppm, Carbono C = 2.78%, Fosforo P = 120.06 ppm, Potasio K = 547.21 ppm, capacidad de intercambio iónico CIC = 29.59, Calcio Ca = 25.63%, Magnesio Mg = 2.87%, Sodio Na = 0.55% y el suelo del *Hordeum vulgare L* demuestra un ph = 8.33 alcalino, en la conductividad eléctrica CE = 1.17 ds/m, materia orgánica MO = 5.05%, Nitrógeno N = 0.25 ppm, Carbono C = 2.93%, Fosforo P = 119.28ppm, Potasio K = 521.52 ppm, capacidad de intercambio iónico CIC = 27.27, Calcio Ca = 23.40%, Magnesio Mg = 2.36%, Sodio Na = 0.46%. En **conclusión**, el *Triticum aestrium L* tuvo efecto sobre los indicadores químicos del suelo (ph, CE, MO, N, C, P, K, CIC, Ca, Mg y Na), como también en los metales pesados (pb y cd) y en la actividad y desarrollo microbiológico, mientras que el *Hordeum vulgare L* tuvo bajo efecto sobre los mismos indicadores.

**Palabras claves:** Gramíneas, *Triticum aestrium L*, *Hordeum vulgare L*, calidad de suelos, botaderos.

## ABSTRACT

The thesis titled “comparative effect of two varieties of grasses, wheat (*triticum aestrium* L.) and barley (*hordeum vulgare* L.) on the quality of contaminated soil from the Marabamba dump, province and department of – Huánuco – 2023” The **objective** was to compare the effect of wheat (*Triticum aestrium* L) and barley (*Hordeum vulgare* L) on the quality of contaminated soil from the Marabamba dump. The **methodology** that was implemented was experimental, with two operational groups. To compare the effect, the physical, chemical and biological parameters of the soil were studied, as well as two heavy metals (Cd and Pb) that were verified with the environmental quality standards (ECA) for soil approved by Supreme Decree No. 011. -2017. - MINAM. The comparative **results** show that in the initial and final analysis the soil is classified as sandy clay loam texture with the two varieties of grasses (*Triticum aestrium* L) and (*Hordeum vulgare* L), a significant effect was obtained where the soil of *Triticum aestrium* L It demonstrates an alkaline pH = 8.36, in the electrical conductivity EC = 1.22 ds/m, organic matter MO = 4.80%, Nitrogen N = 0.24 ppm, Carbon C = 2.78%, Phosphorus P = 120.06 ppm, Potassium K = 547.21 ppm, capacity of ion exchange CIC = 29.59, Calcium Ca = 25.63%, Magnesium Mg = 2.87%, Sodium Na = 0.55% and the soil of *Hordeum vulgare* L demonstrates a ph = 8.33 alkaline, in the electrical conductivity EC = 1.17 ds/m, matter organic MO = 5.05%, Nitrogen N = 0.25 ppm, Carbon C = 2.93%, Phosphorus P = 119.28ppm, Potassium K = 521.52 ppm, ion exchange capacity CIC = 27.27, Calcium Ca = 23.40%, Magnesium Mg = 2.36%, SodiumNa = 0.46%. In **conclusion**, *Triticum aestrium* L had an effect on soil chemical indicators (ph, EC, MO, N, C, P, K, CEC, Ca, Mg and Na), as well as on heavy metals (pb and cd) and in microbiological activity and development, while *Hordeum vulgare* L had little effect on the same indicators.

**Keywords:** Grasses, *Triticum aestrium* L, *Hordeum vulgare* L, soil quality, dumps.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad los suelos contaminados cada vez son más comunes, recibiendo impactos negativos y alterándolo por las diversas actividades que se emplean día a día en el mismo, entre ellos se encuentran los botaderos de residuos sólidos, teniendo un manejo no adecuado de su disposición y la generación de pasivos ambientales, siendo un problema que afecta la composición y el ecosistema del suelo, afectando el desarrollo social. Asimismo, generan lixiviados que contaminan el suelo como también las aguas superficiales y subterráneas y a su vez generando gases que contaminan y alteran la composición del aire, debido a esto las propiedades, físicas, químicas y biológicas del suelo sufren alteraciones en su composición. La fitorremediación es una opción sostenible, ante diversos problemas de los suelos, actualmente el botadero de Marabamba no recibe un tratamiento adecuado por el cual se está deteriorando el ecosistema de su entorno, esta investigación busca brindar la mejora de la calidad del suelo. El objetivo de esta tesis es aportar los efectos comparativos de las gramíneas (*Triticum aestivum* L) Y (*Hordeum vulgare* L) sobre el suelo contaminado proveniente del botadero, lo que genera la siguiente pregunta ¿Cuál es el efecto de dos variedades de gramíneas, el trigo (*Triticum aestivum* L.) y la cebada (*Hordeum vulgare* L.) sobre la calidad del suelo contaminado proveniente del botadero? Los resultados obtenidos de la investigación demuestran que las variedades de gramíneas, el *Triticum aestivum* L. y el *Hordeum vulgare* L. tienen un efecto similar en la recuperación de las propiedades físicas, químicas y biológicas.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Bautista (2004) Señala que el suelo se puede describir como un sistema dinámico abierto que consta de tres fases: sólida (orgánica e inorgánica), líquida y gaseosa. Donde el estado sólido se conforma por minerales, óxidos, sales y orgánicos en distintas fases de desintegración, y parte de ella se compone por una etapa líquida. También se denomina solución de suelo, que se compone por iones diluidos de otras etapas, es el más activo y forma un sistema eficaz donde se producen reacciones complejas solubles, disminución, oxidación, precipitación y adsorción. En el resultado final de las reacciones se visualiza como una red de relaciones químicas, inspeccionadas por el flujo variable de materia y energía de la atmósfera, la hidrosfera y la biosfera.

En circunstancias normales, el contenido de los compuestos metálicos en gran parte tóxicos, está determinado por factores geológicos y existe en forma química altamente insoluble, por lo que no son una amenaza para la biota. Sin embargo, debido a diversas actividades humanas, principalmente industriales, esta situación ha experimentado un cambio fundamental. Varios compuestos de estos elementos se acumulan en el suelo en gran cantidad y/o en forma soluble, alterando el contrapeso natural y contaminando los acuíferos, y a veces introduciendo estos elementos a la red trófica. Respecto a esto, son de particular importancia los denominados metales pesados. Cuando se indica el término metal pesado, gran parte de las personas piensan que es un elemento tóxico, lo cual es falso, porque no todos los metales pesados son tóxicos y no todos los elementos tóxicos son metales pesados, por lo que se tiene que aclarar algunas definiciones. En términos generales, los elementos se clasifican en metales y no metales, los cuales se dividen en transición, alcalinos y metales alcalinotérreos. Generalmente, encontraremos los siguientes términos: Metales pesados se refieren a los a algunos elementos metálicos que están presentes en soluciones del suelo con una concentración menor a  $1 \text{ mol} / \text{m}^3$ , o se refieren a elementos con una



concentración menor a 100 mg / Kg en suelo sólido. también se denominan metales de la Tabla Periódica B. Los metales traza no son precisamente dañinos, algunos de ellos son fundamentales para la flora y fauna. (García, 2018)

En la actualidad el inadecuado manejo de los residuos sólidos asciende a 112 Tn por día, es un problema muy grande para la región Huánuco, con 270 hectáreas de botadero siendo uno de los más grandes del país. Ubicada en el sector de Marabamba, a 30 min de la parte céntrica de la ciudad, la zona es un foco infeccioso de enfermedades con cambios ambientales y efectos que van desde la lixiviación y liberación de gases que deterioran la capa de ozono, amenazando la salud humana, aun así, esta área en lugar de trabajo para muchas personas, como niños, jóvenes y adultos, sin tolerar el riesgo que conlleva a tener una enfermedad.

Esta investigación pretende aumentar el conocimiento de la tecnología de tratamiento de suelos a través de experimentos que consideran la acción de la cebada y el trigo como un sustituto que puede remediar el suelo y restaurar la calidad.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es el efecto de dos variedades de gramíneas, el trigo (*Triticum aestivum L.*) y la cebada (*Hordeum vulgare L.*) sobre la calidad del suelo contaminado proveniente del botadero?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS**

¿Cuáles son las propiedades físicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo (*Triticum aestivum L.*) y la cebada (*Hordeum vulgare L.*)?

¿Cuáles son las propiedades químicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo (*Triticum aestivum L.*) y la cebada (*Hordeum vulgare L.*)?

¿Cuáles son las propiedades biológicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo (*Triticum aestrium L.*) y la cebada (*Hordeum vulgare L.*)?

¿Cuál es el porcentaje de presencia de metales pesados en el suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo (*Triticum aestrium L.*) y la cebada (*Hordeum vulgare L.*)?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Comparar el efecto del trigo (*Triticum aestrium L.*) y la cebada (*Hordeum vulgare L.*) sobre la calidad del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Describir las propiedades físicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo (*Triticum aestrium L.*) y la cebada (*Hordeum vulgare L.*).

Describir las propiedades químicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo (*Triticum aestrium L.*) y la cebada (*Hordeum vulgare L.*).

Describir las propiedades biológicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo (*Triticum aestrium L.*) y la cebada (*Hordeum vulgare L.*).

Describir la presencia de metales pesados en el suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de

dos variedades de gramíneas, el trigo (*Triticum aestivum L.*) y la cebada (*Hordeum vulgare L.*).

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

Actualmente la calidad que muestran el suelo del botadero de Marabamba, demuestran que no recibe un tratamiento óptimo, esto afecta la calidad del suelo, brindar una solución de mitigación sobre los problemas que se presentan en el suelo y así poder recuperar el ecosistema.

Mediante este estudio se pretende mejorar y desarrollar la vivencia de los habitantes de Marabamba, ya que actualmente vienen siendo afectados por elementos tóxicos que se presentan en el suelo contaminado.

El presente estudio está enfocado en mejorar la calidad de suelos contaminados con residuos sólidos del Relleno Sanitario de Marabamba, mediante el efecto de plantas remediadoras de suelo.

Los resultados obtenidos de este estudio pueden ser tomadas como base para futuros estudios haciendo uso del efecto de las plantas gramíneas, como también asociar la tecnología con las gramíneas y así poder hallar nuevas soluciones a los problemas de la contaminación de suelos.

#### **1.5. LIMITACIONES**

La investigación se limita a los resultados que se puedan presentar al momento de poner en ejecución el proyecto a gran escala, en donde se obtendrían resultados diferentes. Esta investigación es subsanable cuando se convierte en una investigación aplicada a una gran población, donde se verificarán los resultados obtenidos en el presente estudio.

La universidad carece de un laboratorio especializado en análisis de suelos, debido a eso se tiene que recurrir a otras universidades.

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

### **1.6.1. VIABILIDAD AMBIENTAL**

La contaminación del suelo causada por la lixiviación debido a la aglomeración de desechos orgánicos que no han sido tratados debidamente son contaminantes del suelo, aire y agua, los daños causados y la tecnología de remediación adecuada pueden brindar soluciones a diversos problemas ambientales.

Se trabajo con el trigo y la cebada, cereales que no es difícil adquirir y se colocaran al terreno de estudio.

### **1.6.2. VIABILIDAD OPERATIVA**

La ejecución de la investigación se mostró viable operativamente porque se contó con apoyo logístico.

### **1.6.3. VIABILIDAD TÉCNICA**

Se contó con un asesor de la universidad como también personal técnico especializado en el tema.

### **1.6.4. VIABILIDAD SOCIAL**

Se tuvo en cuenta el respeto a la población que viven cerca al lugar de estudio. Sin alterar su vivencia del día a día, dándoles a entender que el estudio que se realizará en parte les beneficiará directa o indirectamente.

### **1.6.5. VIABILIDAD ECONÓMICA**

El estudio se mostró económicamente viable. Debido que se contó con los recursos necesarios para el estudio de la investigación, los cuales en su totalidad fueron financiados por el investigador.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Salazar (2019), presento la tesis titulada: Fitorremediación de suelos contaminados con metales pesados. Evaluación de especies nativas en la Provincia de Córdoba. En la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Argentina, para así optar el grado académico de doctor en ciencias biológicas. Tuvo como objetivo desarrollar una metodología y aportar conocimiento donde se permita la aplicación de técnicas de fitorremediación para el tratamiento de suelos contaminados con Pb, a partir de la evaluación y aprovechamiento de variedades criollas cultivadas en la provincia de Córdoba. Para ello, se evaluó la condición del suelo y la contaminación por metales pesados por las actividades industriales. En donde se realizó la evaluación y muestreo de las variedades criollas y silvestres presentes, optando por su respuesta (almacenamiento y tolerancia de Pb) a *Tagetes minuta* L. y *Bidens pilosa* L. como especies de estudio. Se llevaron a cabo experimentos en un invernadero para aumentar nuestro conocimiento sobre la absorción y la translocación de (Pb) y los factores que pueden impulsarlos. Finalmente, se estudió en campo el comportamiento que tienen las variables estudiadas experimentalmente en invernadero y laboratorio. Se demostró que *T. minuta* y *B. pilosa* son más eficientes en la extracción de Pb que *Brassica juncea*, que tiene una capacidad de extracción de plantas reconocida internacionalmente. El (Pb) extraído de estas semillas se acumuló principalmente en raíces y tallos. Los niveles más altos de extracción total de (Pb) por las plantas *T. minuta* y *B. pilosa* se han encontrado en los estudios de campo, lo que sugiere que estas variedades pueden funcionar mejor como extractores de plantas en condiciones reales que en condiciones experimentales. Las variables asociadas a la acumulación de (Pb) en las plantas fueron las concentraciones de plomo

en suelo y las concentraciones de (Zn) y (Cu) en suelo y plantas, el (Zn) estuvo relacionado directamente con la absorción y migración de (Pb), mientras que (Cu) demostró un fenómeno competitivo con (Pb). La variabilidad de la respuesta interindividual es sorprendentemente elevada, lo que sugiere que se seleccionen las líneas de semillas de cada tipo de planta que muestren una mayor eficiencia fitoextractora de (Pb). Esto nos permite la extracción de (Pb) de suelos y estudiar los mecanismos fisiológicos asociados (detoxificación, tolerancia, translocación y sistemas de transporte etc.). Los resultados obtenidos demuestran la necesidad de ampliar el enfoque de investigación a la fitorremediación e integrar los datos de acumulación y biomasa en las tasas de extracción netas que indican la eficacia y eficiencia de la extracción de metales. Criterios no considerados en los índices que determinan las tasas de acumulación tradicionales. En conclusión, se proponen dos nuevos factores que representan un nuevo enfoque para estudiar la eficacia de las plantas utilizadas en la fitorremediación: el factor de transferencia total y el factor de bioextracción.

Zúñiga (2020), presento la tesis titulada: "Fitorremediación de suelo agrícola contaminado con cadmio con la especie *Eichhornia crassipes* (mart.) Solms, en la cuenca baja del río Guayas", Universidad de Guayaquil-Ecuador, tuvo como objetivo fitorremediar un suelo contaminado con cadmio (Cd), procedente de una de las fases del proyecto de investigación FCI 027-2017 "Efectos del cadmio en la germinación, biomasa y contenido de sacarosa en variedades de caña de azúcar en Ecuador" de la cuenca baja del Río Guayas, en distintos niveles, la metodología se llevó a cabo utilizando una especie macrófita acuática sembrada sobre los suelos contaminados, donde se hizo el bioanálisis con concentraciones de (2; 4; y 8) mg/kg de Cd. La macrófita fue adaptado al sustrato donde se llevó a cabo la fitorremediación, se tuvo a *Eichhornia crassipes* (mart.) Solms, la cual fue expuesta en un periodo de 62 días a 3 niveles de Cd, teniendo resultados de sustracción de Cd en los suelos contaminados del orden de 11.75% y 23.63%, en los grupos C (4mg/kg) y el grupo D (8mg/kg), hubo una reducción de Cd. Concluyendo que la

especie *Eichhornia crassipes* (mart.) Solms, es apto para remediar un suelo contaminado por cadmio (Cd); también responde perfectamente a diferentes concentraciones debido a su adaptabilidad en los sustratos.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Arones (2020), presentó la tesis titulada: “Fitorremediación de suelos contaminados con metales pesados aplicando *Sedum alfredii* y *Helianthus annuus*” Universidad Cesar Vallejo, Lima, tuvo como objetivo estudiar la fitorremediación de suelos contaminados por metales pesados haciendo uso de *Helianthus annuus* y *Sedum alfredii*. La información recopilada para la revisión se basó en fuentes de, scielo, Science direct y Scopus, siendo una metodología cuantitativa, después se examinó la información de 27 artículos de estudio. Cuyos resultados obtenidos muestran que tuvieron un intervalo en el (Cd) de 76,6% a 42%, en el (Pb) de 52% a un 65 % y en (Zn) de 52% a 35% mostrando un intervalo menor conforme al rango de bioacumulación por el (Cd). En cuanto los efectos causados por la aglomeración elevada de metales, existen efectos como reducción de clorofila, crecimiento y biomasa y por ende clorosis y putrefacción del tallo. Finalmente, existen opciones como la replicación cromosómica, el uso de agentes quelantes y aditivos orgánicos, para acelerar la fitorremediación de las especies en este estudio. Concluyendo que la *Helianthus annuus* y *Sedum alfredii* dan buenos resultados en la fitorremediación.

Ríos (2021), presento la tesis titulada: “Fitorremediación de cromo y cadmio en suelos del botadero Yacucatina, con siembra de frijol castilla. Tarapoto, 2021” Universidad Cesar Vallejo – Tarapoto. Tuvo como objetivo, evaluar la fitorremediación de (Cr) y (Cd) en suelos del botadero Yacucatina, mediante el uso de frijol castilla, lo cual se muestran resultados pre y post-tratamiento, dando una propuesta, la metodología es experimental de tipo aplicada, se destinaron 51 Plantas de Frijol Castilla repartidos en 3 tratamientos, donde la parcela 1 cuenta con 17 plantas, mientras que la parcela 2 cuenta con 20 tipos diferentes de hortalizas, y la parcela 3 cuenta con 14 especies. Obteniendo resultados

iniciales que muestran concentraciones de (Cd) 0,381 mg/kg menor al ECA y el (Cr) 4,61 mg/kg más que el ECA. En el post-tratamiento, se pudo observar que las concentraciones de (Cd) en T1 con 17 plantas de frijol castilla es 0,719 mg/kg, y en el T2 con 4,00 mg/kg superando al ECA de suelos, a los 47 días T3 con 14 plantas de frijol castilla la concentración de (Cd) fue de 0,800 mg/kg, menor a lo establecido en el ECA y para (Cr), en el T1 4,61 mg/kg, T2 4,37 mg/kg, T3 4,560 mg/Kg. Concluyendo que la planta de Frijol de Castilla demostró ser ineficaz en el tratamiento de (Cd) y (Cr).

Paredes (2021), presento la tesis titulada: “Fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados con *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* del ex botadero, Zapatero 2021” Universidad Cesar Vallejo – Tarapoto. Tuvo como objetivo, evaluar la eficiencia de la fitorremediación con *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* para la reducción de metales pesados, haciendo uso de una metodología experimental, donde identifica y observa distintas causas que se da en el cambio que se den en las respuestas. Cuyo resultado demuestra que *Lolium perenne* es más eficiente en dos tipos de metales pesados, reduciendo el contenido de (As) a un 51 % y (Pb) a 27 % en un mes; por otro lado, la *Vetiveria zizanioides*, solo demostró ser eficiente, en (Cd) reduciendo 73 % el contenido durante un mes, por lo tanto, se concluyó que la especie *Lolium perenne* es más eficiente.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Tello (2021), presento la tesis titulada: “Efecto de la fitorremediación con dos variedades de ortiga (*Urtica Urens* L.) y (*Urtica Dioica* L.) en la calidad del suelo usado como botadero a cielo abierto, Marabamba, provincia y departamento de Huánuco – 2021”, Su objetivo fue demostrar el efecto de la fitorremediación de las variedades de ortiga (*Urtica urens* L.) y (*Urtica dioica* L.) sobre la calidad del suelo utilizado como botadero. La metodología usada fue experimental, con dos grupos operacionales y cuatro repeticiones. Para comprobar el efecto se analizó los parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo, además de tres metales pesados



(Zn, Pb y Cd) los cuales fueron comparados el ECA para el suelo aprobado por el D.S N° 011-2017-MINAM. cuyos resultados obtenidos en el análisis inicial y final muestran que el suelo se clasifica en textura franco arenoso con las dos variedades de ortiga, mediante el uso de *Urtica urens* L hubo una reducción de 80.5 ppm de (Pb) y de 1.64 ppm (Cd) y con *Urtica dioica* L 92.5 ppm de Pb. y 1.575 ppm de Cd; con él con *Urtica urens* L el pH pasó de ligeramente alcalino (7.39) a moderadamente alcalino (7.9), mientras que con la *Urtica dioica* L. el pH paso de 7.38 a 7.8, manteniéndose en el rango de ligeramente alcalino. El suelo de *Urtica urens* L. tuvo valores de M.O.= 0.195, N = 0.0075%, P = 06 ppm y K = - 7.5 ppm, mientras que el de *Urtica dioica* L. evidenció M.O.=0.4975 ppm; N = 0,0075 %; P = 11.75 ppm y K = 44.25 ppm. Concluyendo, que la *Urtica urens* L. tuvo efecto sobre los indicadores químicos del suelo (pH; M.O.; P; N; K), en la disminución de metales pesados (Pb y Cd) y en la estimulación de microorganismos benéficos mientras que la *Urtica dioica* L. tuvo bajos efectos sobre los mismos indicadores.

Ocaña (2022), presentó la tesis titulada: “Comparación de la eficacia de la fitorremediación mediante el geranio (*pelargonium hortorum*) y el girasol (*helianthus annuus*) para la recuperación de suelos provenientes de la concesión minera mister muki distrito San Rafael, provincia Ambo, departamento Huánuco 2021”, tuvo como objetivo comparar la eficacia de la fitorremediación usando dos tipos de plantas, el girasol (*Helianthus annuus*) y el geranio (*Pelargonium hortorum*) para la recuperación de suelos contaminados con metales pesados. La metodología usada fue mixta (tanto enfoque cuantitativo y cualitativo), se trabajó con 2 grupos operacionales y 5 repeticiones. Se analizo las propiedades físicas y químicas del suelo y de igual manera tres metales pesados el (Pb), (Cu), y (Zn). Obteniendo resultados en el análisis inicial del suelo el cual se clasifica como suelo franco arcilloso y en el análisis final como suelo franco arenoso; con el *Helianthus annuus* el pH paso de 4.96 ligeramente ácido a 8.50 ligeramente alcalino, mientras que con el *Pelargonium hortorum* el pH paso de 4.96 a 8.25 moderadamente alcalino. El suelo con el *Helianthus annuus* obtuvo el valor de M.O.=1.08%, y con el

Pelargonium hortorum obtuvo el valor de M.O.=2.37%, donde se produjo un efecto significativo en la 6.928ppm de (Cu), 55.588ppm de (Pb), 40.096ppm de (Zn). concluyendo que los dos tipos de plantas utilizadas lograron una mejora de parámetros efectivos como la textura, materia orgánica, pH y metales pesados.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. CALIDAD DEL SUELO**

Gregorich (1994) Menciona que, La calidad del suelo está compuesta por la capacidad de este mismo para ejecutar como de su funcionamiento, en relación con un uso específico. La calidad del suelo se puede medir utilizando un conjunto mínimo de datos que comprenda atributos del suelo como materia orgánica, Ph, densidad aparente, textura y profundidad de enraizamiento, La materia orgánica tiene un significado particular para la calidad del suelo, ya que puede influir en muchas propiedades diferentes del suelo.

Asimismo, Arshad (1992) menciona que la calidad del suelo cuenta con la cualidad de aceptar, retener y reutilizar agua, energía y minerales en la agricultura, resguardando un ambiente saludable.

### **2.2.2. SUELO**

Forma una capa delgada en la superficie terrestre, llamada círculo del suelo. Esta capa es un recurso natural muy importante que tiene un impacto tan profundo en el ecosistema, por lo que a menudo se le llama el "gran integrador". Por ejemplo, el suelo contiene gran cantidad de nutrientes y agua que necesitan la flora y fauna. Actúan como filtros y purifican el agua que pasa por el suelo. Influyen también en la composición del agua como cantidad de agua retenida como agua subterránea, así como la cantidad de agua devuelta a la atmósfera para producir lluvia (GLOBE, 2005).

## **Factores que afectan la acumulación de metales en el suelo.**

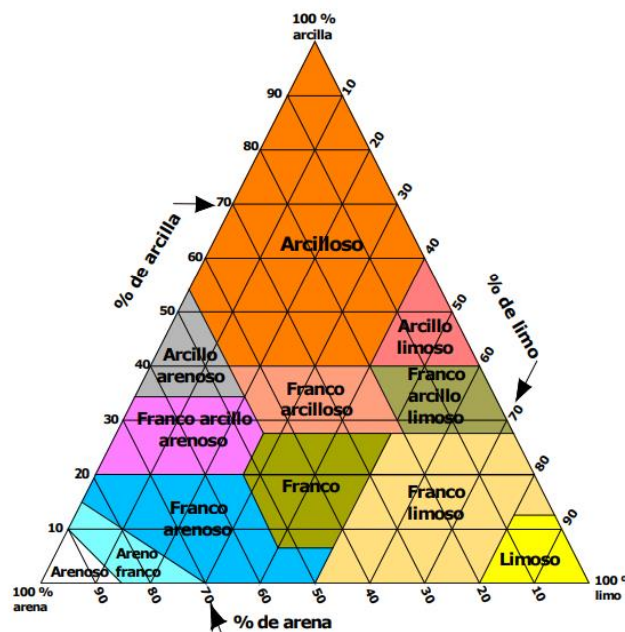
Vilcapoma (2019) manifiesta que existen distintos factores que impactan a la acumulación de metales en el suelo, estos pueden ser: pH, textura, materia orgánica, condición redox, salinidad, carbonatos y humedad.

- a) **PH:** Es uno de los aspectos fundamentales, pues ayuda a precisar el concepto de movilidad del catión, la mayoría de estos metales tiene pH ácido; sin embargo, un incremento de este pH logra un aumento de retención y adsorción de cationes, este aumento ayuda a que la solubilidad de los metales disminuya en los suelos.
- b) **Condiciones redox:** Es aquel que logra en los metales su estado oxidado, este estado afecta de manera indirecta al movimiento de los metales.
- c) **Textura:** Es la cantidad y dimensión de sustancias inorgánicas que contiene, este aspecto ayuda en la absorción, infiltración y pérdida de metales que se localizan en el suelo.
- d) **Materia orgánica:** Es de vital importancia a nivel del proceso de adsorción del suelo, pues está ligado a los complejos de intercambio. El metal ligado a la fracción de materia orgánica de un suelo, va a depender de los aspectos propios del elemento.
- e) **Carbonatos:** Son aquellos que logran mantener los valores altos de pH, ayudando de esta manera a que los metales pesados precipiten.
- f) **Salinidad:** Logra incrementar el pH; además, favorece al movimiento de los metales
- g) **Humedad:** La humedad beneficia en los suelos al movimiento de metales mediante reacciones de oxidación como también de reducción.
- h) **Composición del suelo:** El suelo está constituido de cuatro principales componentes: materia orgánica de animales y plantas, agua que ingresa a los poros del suelo, minerales de diferentes dimensiones y el aire que llena los poros. La acción del mismo

está sujeta a la cantidad de elemento, el suelo que es apto para la agricultura está compuesta por 45% de minerales, 25% de aire, 5% de materia orgánica y 25% de agua. Las plantas que habitan en pantanos necesitan grandes cantidades de agua y menos aire. (GLOBE, 2005).

**Figura 1**

*Triangulo de Textura del Suelo Según la Proporción de Limo, Arcilla y Arena*



**Nota:** Las líneas dibujadas en el triángulo (paralelas a los lados), establecen límites porcentuales para cada componente (arena, limo y arcilla) (Ciancaglini, 2017).

### 2.2.3. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL DE SUELO CONTAMINADO

El MINAM regula de manera transectorial la gestión de sitios contaminados, a través de:

#### Decretos

- D.S. N°011-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo.
- D.S. N°012-2017-MINAM. Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados.

- D.S. N°002-2014-MINAM: Disposiciones complementarias para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo.

### **Guías Técnicas**

- Guía para muestreo de suelos.
- Guía para elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos.
- Guía para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA) en Sitios Contaminados.

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) son aplicables a todos los proyectos y actividades, cuyo desarrollo en el territorio del país genere o pueda generar riesgo de contaminación del suelo en su ubicación y zona de influencia.

#### **2.2.4. RELLENO SANITARIO**

Área de disposición final de residuos sólidos de manera sanitaria y ambientalmente segura, así mismo es una tecnología la cual se enfoca en dar una disposición final a los residuos, haciendo uso de los conocimientos de ingeniería para el confinamiento de basura en un área implementada la cual cuenta con un control y manejo de dispositivos para limitar las emisiones, el cual se genera mediante la descomposición de materia orgánica presentes en la basura, así mismo su objetivo es evitar los riesgos para la salud y calidad ambiental (MINAM, 2011).

Los rellenos sanitarios se dividen en tres según la forma de operación:

**Relleno sanitario manual:** El esparcimiento de los residuos, compactación y cobertura se realiza con la ayuda de herramientas y compactadores manuales, con un volumen de operación diario de 20 Tn de residuos. Su funcionamiento por la noche es limitado.

**Relleno sanitario semi mecanizado:** El volumen máximo diario de trabajo no supera las 50 Tn de residuos. Se utiliza equipos mecánicos para realizar el esparcimiento, compactación y cubrimiento de residuos,

así misma implementación de herramientas manuales para el confinamiento.

**Relleno sanitario mecanizado:** Todas las operaciones se llevan a cabo con tractores de orugas, cargadores frontales y otros equipos mecánicos, y el volumen de trabajo diario es de más de 50 toneladas.

**Procesos de un relleno sanitario:** Para que este funcione correctamente, es fundamental realizar ciertas acciones, luego de elegir el área y cavar la zanja, Se debe sellar todo el piso y colocar un filtro de lixiviados como también chimeneas de biogás. Luego del acondicionamiento de la estructura, empieza el proceso de eliminación de residuos. Los cuales se transportan en camiones y se vierten en lo profundo del vertedero.

Después se realiza el sellado con una capa de lona y se cubren con sedimento, en esta etapa donde empieza la descomposición del material, produciendo lixiviados filtrados, estos líquidos son causantes de la creación de gas metano, que se ventila a través de la chimenea, cubrir cada una de las capas de residuos es una tarea diaria obligatoria y debe tener un grosor de 25 cm, es primordial que los residuos del relleno sanitario estén bien tapados ya que se descomponen lentamente y el olor que emiten suele ser fuerte, desagradable y contaminante. (INNOVA, 2022)

#### **2.2.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS Y LIXIVIADOS DE BOTADEROS**

Los recursos del suelo son los más directamente afectados por el inapropiado manejo de residuos, lo que provoca alteraciones en las propiedades del suelo, el cual genera impactos ambientales. El ser humano ha manejado los desechos sólidos generados en la tierra durante muchos años. La contaminación del suelo está provocada por diversos factores, como la infiltración de lixiviados en el suelo, la productividad se ve afectada y destruye la microfauna que habita en él (musgo, bacterias, hongos, lombrices, etc.). El cual nos da como resultado un menor rendimiento del suelo, intensificando la desertificación que cambia el pH y

la textura. Los residuos permanentes en el suelo evitan que la flora tenga una recuperación de las zonas afectadas, debido a esto aumentan la presencia de animales y plagas causantes de enfermedades (MINAM, 2014).

El lixiviado, por otro lado, es el líquido que resulta de la descomposición de los desechos sólidos. Por lo general, son de color oscuro y tienen un olor a podrido. Además, son altamente tóxicos, nocivos para la salud y medio ambiente. La humedad, la lluvia y las temperaturas elevadas contribuyen a la formación de lixiviados. Estos líquidos son los principales contaminantes del agua y del suelo. Cuando entran en contacto con los humanos, liberan bacterias y toxinas muy dañinas que pueden causar la muerte. Una práctica común en los vertederos es incinerar los residuos para reducir el volumen y generar lixiviados. Sin embargo, esta medida es muy dañina porque aumenta la contaminación del aire, lo que puede causar enfermedades respiratorias en la población, incluso cáncer de pulmón. (INNOVA, 2017)

#### **2.2.6. IMPACTOS AMBIENTALES DE SUELOS CON METALES PESADOS**

Las diferentes fuentes e impactos ambientales del suelo contaminado con metales pesados pueden distinguirse por su origen. A veces, la naturaleza y sus modificaciones causan contaminación; al cual se le llama contaminación endógena. a veces la contaminación es externa, generalmente como resultado de la actividad humana, denominada contaminación exógena.

La contaminación que se origina de manera natural tiene menor importancia que la contaminación provocada por el hombre, otras causas directas de la contaminación son el inadecuado uso de productos fitosanitarios y fertilizantes minerales, el agregado de residuos (residuos sólidos domésticos, estiércol, lodos de depuración). Los vertidos de procedencia industriales o creación de vertederos donde se juntan diversos residuos, son otra fuente de contaminación. La contaminación se define como la aportación de elementos o compuestos extraños que

provocan un aumento en la concentración inicial. Los contaminantes a menudo tienen efectos desfavorables en el medio ambiente y logra afectar directa o indirectamente los sistemas del suelo (Roca, 2017).

### **2.2.7. IMPACTOS EN LA SALUD POR SUELOS CONTAMINADOS CON METALES PESADOS**

Los metales pesados ocupan todos los sectores del trabajo humano, por lo que no sorprende que las enfermedades relacionadas a estos elementos y sus compuestos sean comunes. La principal ruta de entrada de estos químicos al cuerpo es a través de la piel, la ingestión y aspiración. La exposición de los metales pesados se ha relacionado con efectos negativos para la salud como daños renales, cáncer, así mismo como enfermedades circulatorias o del sistema nervioso central. Sin embargo, algunos elementos son esenciales para las personas.

Algunos metales pesados son dañinos ya que no se biodegradan de una manera fácil debido que no realizan labores metabólicas para el ecosistema (Rodríguez, 2017).

### **2.2.8. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO**

Ramírez (1997) Define que las características físicas determinan en gran medida el correcto desarrollo de plantas, pero rara vez se tienen en cuenta. Por lo general, solo se toma en cuenta las propiedades químicas. De hecho. Para encontrar el ambiente adecuado para las plantas, tiene que haber una interrelación con las propiedades físicas, químicas y biológicas. Las características físicas pueden llegar a ser primordiales. Aquellas que provienen de otras y no estén dentro de estas características: temperatura, color, estructura, densidad, consistencia y textura, etc. Derivados que, como su nombre lo expresa, surgen de la interacción de elementos fundamentales.

**Densidad aparente:** Es la conexión de masa y volumen de la tierra. El cual tiene en cuenta todo el ámbito poroso disponible. Esta es una particularidad que le permite entender el estado del suelo en términos de compactación, porosidad, oxígeno, disponibilidad de agua y la densidad aparente del suelo Llano que está entre 1,2 y 1,95 g/cm<sup>3</sup>.



**Tabla 1**

*Relación Entre Densidad Aparente y Porosidad Total*

Densidad Aparente g/cc	Porosidad Total %
<01.0	>63.0
01.0 - 01.2	55.0 – 62.0
01.2 - 01.4	47.0 – 54.0
01.4 - 01.6	40.0 – 46.0
01.6 - 01.8	32.0 – 39.0
<01.8	<31.0

**Nota:** Los valores que oscilan de <01.0 a 01.4 se refieren a no compactados (Ramirez, 1997)

**Densidad real:** Es la interacción del volumen de una partícula de suelo sin considerar del ámbito poroso. (excluyendo los espacios porosos). Fluctúa de 2.5 a 2.6 g/cc cuando no se hallan materia orgánica en un porcentaje mayor, en suelos arenosos o arcillosos con bajo nivel de materia orgánica alcanzan niveles altos de 2,65 g/cc, y en suelos ricos en hierro se alcanzan niveles que superan los 2,7 g/cc en suelos ferralíticos (según propiedades físicas del suelo). IGAC). La porosidad del suelo se conoce por medio de la siguiente relación:

$$(PT - (Dr - Da)) / (Dr \times 100)$$

Donde:

- PT: porosidad total expresada en porcentaje
- Dr: densidad real
- Da: densidad aparente

Asimismo, se puede entender los macroporos son lugares en los cuales se localiza el oxígeno utilizable, y los microporos que abarcan el agua utilizada por las plantas:

- Microporos = (Da x %HE), Macroporos = PT – Microporos.

Donde:

- HE es el contenido de humedad equivalente del suelo. expresado en porcentaje.

**Textura:** Es la división de partículas del suelo, manifestado como un porcentaje. Dichas partículas son: Limo que oscilan de 0,02 a 0,002 mm y la arena oscila de 2 a 0,02 mm, y la arcilla oscila de 0,002. Dicha característica tiene un efecto en la rapidez de infiltración del agua, así mismo es fácil preparar el suelo para el cultivo.

**Tabla 2**

*Valores Generalizados de Capacidad de Retención de Agua a 0.3 y 15 bar, por Clase de Textura Para Diferentes Suelos (IGAC)*

Clase de Textura	Retención de Humedad %	
	0.03 bars	15.00 bars
Arenosa	5.0 - 15.0	2.0 - 10.0
Franco arenosa	12.0 - 32.0	5.0 - 18.0
Franca	18.0 - 40.0	10.0 - 30.0
Franco arcillosa	20.0 - 50.0	12.0 - 35.0
Arcillosa	25.0 - 75.0	15.0 - 45.0

**Nota:** La clase de textura define el tipo de uso del suelo (Ramirez, 1997).

**Estructura:** Se define por su forma de agregar partículas al suelo. Esta se responsabiliza de las relaciones de ventilación, temperatura, humedad e infiltración del suelo. Se caracteriza por una estructura estable.

**Tabla 3**

*Rangos de Interpretación de la Estabilidad Estructural en Términos de Diámetro Ponderado Medio· DPM (IGAG)*

DPM (mm)	Interpretación
<0.50	Inestable
0.50 - 1.50	Ligeramente estable
3.00 - 5.00	Estable
>5.00	Muy estable

**Nota:** Índice de comparación de la distribución de los agregados (Ramirez, 1997).

**Color:** Es una de las propiedades que se relaciona con la dinámica elemental, temperatura y la movilidad del agua en el suelo, contenido de materia orgánica, el número de seres vivos, el desarrollo de la tierra. A simple vista se deduce diversos fenómenos que ocurren en la Tierra.

**Figura 2**  
*Color del Suelo*



**Nota:** Los colores varían según la presencia de diferentes elementos como también minerales (Ciancaglini, 2017).

### **2.2.9. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO**

Estos son aquellos que pueden ser observados y/o medidos en base a los cambios químicos que pasan en el suelo. Estas propiedades explican el comportamiento de los componentes, sustancias y elementos que forman el suelo, estos incluyen pH, capacidad de intercambio catiónico (CEC), conductividad eléctrica (EC), contenido orgánico (MO) y contenido elemental.

**PH:** Es un indicador de la acidez y alcalinidad. El que se describe como el logaritmo negativo (base 10) de la actividad de un ion hidronio ( $H_3O$ ) en una solución, el valor tiene una variación de 1 a 14, donde 7 es neutral. El  $pH < 7$  es ácido y  $> 7$  es alcalino.

Asimismo, se considera una de las variables más importantes del suelo porque tiene el control procesos químicos que acontecen.

**Tabla 4**

*Términos Descriptivos Para Diferentes Rangos de pH del Suelo*

<b>Términos Descriptivos</b>	<b>Rango de pH - H<sub>2</sub>O</b>
Extremadamente ácido.	< 5.00
Muy fuertemente ácido.	4.50 – 5.00
Fuertemente ácido.	5.10 – 5.50
Moderadamente ácido.	5.60 – 6.00
Débilmente ácido.	6.10 – 6.50
Neutro.	6.60 – 7.30
Débilmente alcalino.	7.40 – 7.80
Moderadamente alcalino.	7.90 – 8.40
Fuertemente alcalino.	8.50 – 9.00
Muy fuertemente alcalino.	> 9.00

**Nota:** A medida que incrementa la cantidad de iones de hidrógeno en el suelo, el pH del suelo reduce y se vuelve más ácido (Bowen, 2022).

**Intercambio iónico:** Es un proceso reversible, rápido y estequiométrico en el que el periodo sólido del suelo extrae y atrapa varios iones de la composición del suelo en donde libera una cantidad igual de otros iones, formando una nueva fase entre las dos fases. El proceso de intercambio antes mencionado se lleva a cabo con cationes y aniones, mediante las cargas electrostáticas en los coloides y iones en la solución produce su retención, que son atraídos a posiciones de carga opuesta para su neutralización.

**Factores que controlan el intercambio iónico:** El proceso de intercambio iónico depende de las características que tiene el intercambiador, el intercambiador en el suelo pertenece a partículas sólidas que pueden intervenir en el proceso de intercambio.

**Capacidad de intercambio catiónico (CIC):** Es una capacidad que tiene suelo para adsorber (conservar iones en la superficie porque existen debido a una diferencia de carga electrostática) los cationes intercambiables corresponden a la carga negativa del suelo. Dicha propiedad en el suelo sostiene una relación directa con la textura, materia orgánica y el tipo de arcilla en ella, lo que determina la cantidad de lugares aptos en el suelo para el almacenamiento de cationes y el grado de persistencia de los mismos. Al intentar evacuarlos de él, por ejemplo, por lixiviación, evitando así la pérdida de nutrientes de las plantas, sus

principales cationes que se intercambia en el proceso de intercambio catiónico son Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup>, los cuales son conocidos como base en suelos ácidos, mediante valores reales de pH.

La CIC para el suelo se manifiesta en miliequivalentes /100 gr de suelo, según la cantidad y el tipo de coloide del mismo. El valor de CIC del suelo está influenciado por el valor de pH al cual se le realiza la determinación, incrementando el valor a medida que sube el pH. Se espera que todos los suelos tengan una alta CIC asociada con una alta congestión de álcali, ya que esta postura indica un alto potencial para el suministro de Mg, Ca, y K a las plantas. Por lo que generalmente, el concepto de CIC en el suelo se estima de la siguiente manera:

- Menor de 10 meq/100 gr de suelo: Baja
- 10 – 20 meq/100 gr de suelo: Media
- Mayor de 20 meq/100 gr de suelo: Alta

**Tabla 5**

*Valores de Capacidad de Intercambio Iónico*

Naturaleza de la partícula	CIC, meq/100g
cuarzo y feldspatos	1.0 – 2.0
óxidos e hidróxidos. Fe y Al	4.0
caolinita	3.0 -15.0
ilita y clorita	10.0 – 40.0
montmorillonita	80.0 – 150.0
vermiculita	100.0 – 160.0
materia orgánica	300.0 – 5000.0

**Nota:** CIC es la suma de cationes intercambiables del suelo. (Abrego, 2017).

## 2.2.10. PROPIEDADES BIOLÓGICAS DEL SUELO

Jaramillo (2002) indica que las características biológicas del suelo están formadas e interactúan con la microfauna del suelo, como insectos, nematodos, bacterias, hongos, los cuales mejoran las características del suelo avanzando su descomposición y mineralización de materias orgánicas. Además, que entre ellos ocurren procesos de antagonismo o sinergia que crea un equilibrio entre las poblaciones dañinas y beneficiosas, reduciendo así las plagas en las plantas.

La biología del suelo es una técnica que analiza los organismos vivos que actúan de una determinada manera sobre la Tierra y modifican su composición, estructura y funciones. (Ramirez, 1997)

La clasificación de los microorganismos se aplica según su tamaño:

**Macrofauna:** Estos son organismos de más de 1 cm de diámetro, Son visibles a simple vista y hacen cambios físicos y en algunos casos, hacen cambios químicos. Estos organismos son vertebrados, los cuales se relacionan directamente con el suelo. Por otro lado, los invertebrados, que incluyen moluscos como caracoles y anélidos, escarabajos y artrópodos, milipedos y insectos.

**Meso-fauna:** Estos son organismos que van desde 200 micras hasta 1 centímetro de diámetro. Son responsables de crear alteraciones químicas y físicas en el suelo. Los nematodos son los más importantes entre los nematodos.

**Microfauna:** Son los responsables de la transformación química que corresponde al proceso de hidratación y mineralización de la materia orgánica. Su diámetro oscila de 20 a 200 micrómetros, Los microorganismos más importantes son los protistas y los más productivos son las bacterias. En gran parte son heterótrofos y saprótrofos (descomponen compuestos), y otras son autótrofos (hacen su propio alimento).

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

**Concentración de metales:** Se encuentran en el suelo como elementos naturales por actividades antropogénicas. Estas pueden llegar a generar grandes afectaciones al suelo, los cuales llegan a afectar el agua de su entorno, por infiltración y tienden a llegar hacia distintos cultivos. (MINAM, 2017)

**Suelo:** Es la capa delgada en superficial, llamada círculo del suelo. Esta capa es un recurso natural de suma importancia que tiene un impacto tan profundo en el ecosistema, por lo que a menudo se le llama el "gran integrador". Por ejemplo, el suelo contiene gran cantidad de nutrientes y agua

que necesitan la flora y fauna. actúan como filtros y purifican el agua que pasa por el suelo. Contribuyen en la composición, retención y retorno de agua hacia la atmósfera para producir lluvia (GLOBE, 2005).

**Rellenos Sanitarios:** Es un área que se ubica en la parte superficial, donde se lleva a cabo la disposición de residuos sólidos después de un tratamiento determinado, el cual esta acondicionada para evitar la contaminación del agua, aire y la degradación del suelo. (INNOVA, 2022)

**Botaderos:** Lugar de disposición de residuos sin ningún tipo de manejo; dichos residuos no son compactados o tapados a diario, lo que genera gases, líquidos contaminantes y malos olores. (MINAM, 2021)

**Parámetro:** Sustancia o elemento químico que determina la calidad del suelo y se encuentra en normas y reglamentos ambientales, nacionales e internacionales de calidad. (MINAM, 2021)

**Remediación:** Labores o estrategias desarrolladas en un área contaminada para reducir y eliminar contaminantes y así asegurar la salud humana y sustentabilidad del ecosistema. (MINAM, 2017)

**Plan de Descontaminación de Suelos:** Es una herramienta de gestión ambiental cuyo objetivo es reparar los impactos que se generen en el suelo por actividades desarrolladas y el continuo desarrollo sobre este. Las acciones se pueden usar individualmente o conjuntamente para obtener una recuperación del suelo efectiva. (MINAM, 2011)

**Muestreo:** Acción para tomar una muestra representativa para caracterizar el suelo para una investigación, la muestra se manifiesta como una porción representativa con las mismas características que la población de estudio que ha sido seleccionada y será probada por análisis de laboratorio. (MINAM, 2013)

**Suelos contaminados:** El suelo contaminado se define como cuyas propiedades físicas, químicas o biológicas cambiaron, por la presencia de elementos tóxico que provienen de la actividad antropogénica, dicha concentración puede ser peligroso para la salud y el ambiente (MINAM, 2013)

**Calidad de suelos:** Se refiere a la facultad de tipos específicos de suelo y así mantener la productividad de la flora y fauna, conservar y mejorar la calidad del agua y el aire, así mismo conservar la vivienda y sanidad de las personas. (Cruz, 2004)

**Gramíneas:** Plantas que en su mayoría son herbáceas, anuales o perennes. Estas presentan una estructura floral característica, donde se agrupan flores y espigas, cuentan con un tallo cilíndrico con hueco en los entrenudos y duros en los nudos donde encajan las hojas. (Pérez, 2018)

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

Existe diferencia en el efecto de dos variedades de gramíneas, el trigo (*Triticum aestivum L.*) y la cebada (*Hordeum vulgare L.*), sobre la calidad del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba, provincia y departamento de – Huánuco – 2023.

### **2.4.2. HIPÓTESIS NULA**

No existe diferencia en el efecto de dos variedades de gramíneas, el trigo (*Triticum aestivum L.*) y la cebada (*Hordeum vulgare L.*), sobre la calidad del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba, provincia y departamento de – Huánuco – 2023.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Variedades de gramíneas: Trigo y Cebada

### **2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

Calidad del suelo



## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Unidades	Tipo de variable
<b>Variable Independiente</b> Trigo y Cebada	Cereales de la familia de las plantas gramíneas.	Tratar el suelo contaminado para recuperar su calidad.	( <i>Triticum aestrium L.</i> ) ( <i>Hordeum vulgare L.</i> )	Numero de plantas	Eficiente o no eficiente	Nominal Dicotómica
<b>Variable dependiente</b>  Calidad del suelo	La condición del suelo en relación con las necesidades de una o más especies biológicas o cualquier necesidad o propósito humano.	Se utilizó espectrofotometría para mediciones en muestras de suelo antes y después de la intervención con el cultivo de gramíneas.	<b>Propiedades Físicas</b>	Textura	2mm	Numérica continua
			<b>Propiedades Químicas</b>	PH CIC	PH meq/100 grs	
			<b>Propiedades Biológicas</b>	Bacterias Hongos	UFC/g	
			<b>Metales pesados</b>	Pb Cd	%	

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es aplicada porque su objetivo es resolver un problema o planteamiento específico, el presente trabajo de investigación sigue la siguiente taxonomía: es Experimental, según la intervención del investigador: es Prospectivo, Según el número de mediciones; es Longitudinal, según el número de mediciones en la variable de estudio y es Analítico, según el número de variables analíticas (Supo & Zacarias, 2020).

##### 3.1.1. ENFOQUE

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que plantea un problema delimitado y concreto donde se hace uso de la estadística para los análisis de datos. (Supo & Zacarias, 2020).

##### 3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El trabajo de investigación corresponde al nivel explicativo, debido a que se evaluó el efecto de una variable sobre otra, en otras palabras, evaluando la causalidad.

##### 3.1.3. DISEÑO

En la presente investigación se consideró un diseño experimental bajo la figura de un experimento verdadero, que incluye un control interno (comparación intragrupo) y un control externo (comparación Intergrupos) (Supo & Zacarias, 2020).

El siguiente esquema representa el diseño de un experimento verdadero considerando en el estudio:

**GE<sub>1</sub> O<sub>1</sub> – X<sub>1</sub> – O<sub>2</sub>**

**GE<sub>2</sub> O<sub>1</sub> – X<sub>2</sub> – O<sub>2</sub>**

Donde: **GE<sub>1</sub>**: Grupo de estudio 1

**O<sub>1</sub>**: Evaluación inicial de la calidad del suelo

**GE<sub>2</sub>**: Grupo de estudio 2

**O<sub>2</sub>**: Evaluación final de la calidad del suelo

**X<sub>1</sub>**: Intervención con la Cebada

**X<sub>2</sub>**: Intervención con el Trigo

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. POBLACIÓN

Se considero como población de estudio al suelo utilizado como un botadero de residuos sólidos. El Relleno Sanitario de Marabamba, ubicado en el distrito, departamento y provincia de Huánuco, cuenta con aproximadamente 1.000  $m^2$  de terreno con las características antes mencionadas.

**Tabla 6**

*Coordenadas de Ubicación de la Población de Estudio*

Zona 18L	
Este	Norte
359778.16	8900115.96

### 3.2.1. MUESTRA

La muestra del estudio es probabilística con tipo de muestreo aleatorio simple ya que se tomó una muestra aleatoria del terreno de estudio, el cual se constituye por 40 kg, la que será distribuida en 8 maseteros donde se estudiaran la calidad del suelo, 4 corresponden para el estudio del efecto del trigo (*Triticum aestivum L.*), y los otros 4 están destinados para estudiar el efecto de la cebada (*Hordeum vulgare L.*).

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

#### 3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

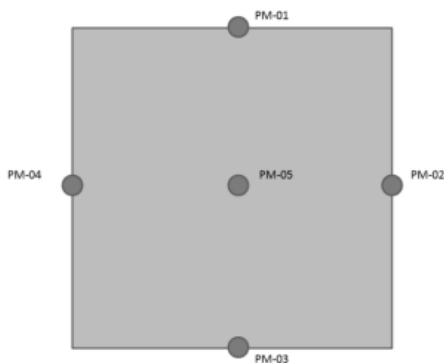
Se utilizó la guía de muestreo de suelos, propuesto con base del D.S. N°002-2013-MINAM.

**Plan de muestreo a realizarse:** para la ejecución del muestreo definimos algunos objetivos que nos permito tener un buen proceso en la recolección de la información para la descripción, en donde se definió algunas consideraciones como el tipo de muestreo de detalle en donde se obtuvo muestras del suelo para hallar el área y volumen del suelo contaminado a muestrear.

**Para áreas de contaminación de forma regular menores a 1000 m<sup>2</sup>:** Se hizo la toma de muestra de una zona contaminada en forma cuadrada, donde se realizó 5 puntos (1 en cada extremo del cuadrado) y uno en el centro del mismo.

#### Figura 3

*Localización de Puntos de Muestreo en el Área de Excavación Regular de Forma cuadrada.*

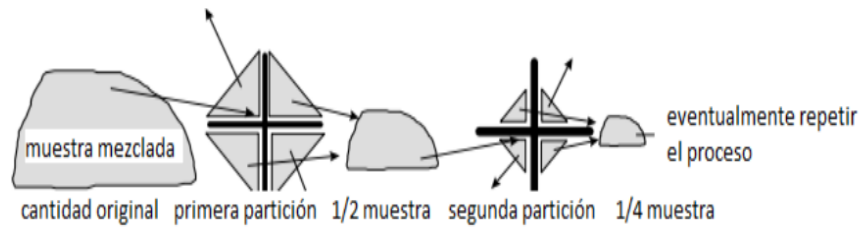


**Nota:** Puntos de toma de muestra del área contaminada en forma cuadrada (MINAM, 2013)

**Técnica para el muestreo del suelo superficial:** para hacer la toma de muestras superficiales se aplicaron sondeos manuales en donde se tomó varias muestras de sondeos para obtener los datos provenientes de las calicatas.

**Figura 4**

*Partición de muestras*



**Nota:** Técnica de cuarteo para recolectar datos muestras (MINAM, 2013).

**Manejo y uso de materiales para las muestras:** para el manejo de muestras se contó con un recipiente compatible con el material del suelo los cuales deben ser resistentes a la ruptura

Los materiales a usar son bolsas de polietileno, guantes de nitrilo, GPS, ficha de apuntes, plumones, Wincha, pico, pala.

**Medidas de seguridad durante el muestreo:** las medidas a seguir durante el muestreo son el uso de mamelucos de laboratorio, gafas de seguridad, guantes de nitrilo, botas aislantes.

**Determinación de puntos de muestreo:** se identificó las áreas con una distribución semejante en la contaminación (zonas afectadas localizada y zonas con afectación no localizada) en donde se tomó los datos de los puntos de muestreo.

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

Dada la narrativa del trabajo de investigación utilizado para interpretar los resultados, se hizo uso de tablas y gráficos del análisis estadístico que contribuyeron para la discusión y conclusiones del estudio.

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

**Tabla 7**

*Etapas y Técnicas para el Procesamiento y Análisis de Información*

<b>ETAPA</b>	<b>TÉCNICAS</b>
Procesamiento	· Recolección
	· Ordenamiento y codificación de datos
Análisis	· Sistematización de datos
	· Presentación de tablas y gráficos
	· Redacción científica.

**Nota:** Etapas de procesamiento y análisis de información mediante técnicas.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

**Tabla 8**

*Propiedades físicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo (*Triticum aestivum* L.) y la cebada (*Hordeum vulgare* L)*

Estadísticos		Arena (%)		Arcilla (%)		Limo (%)	
		Pre	Pos	Pre	Pos	Pre	Pos
Grupo 1 (trigo)	Media	<b>66.0</b>	<b>61.5</b>	<b>23.0</b>	<b>22.0</b>	<b>11.0</b>	<b>16.5</b>
	Error estándar	0.0	4.6	0.0	4.1	0.0	1.5
	Límite inferior	66.0	46.9	23.0	8.9	11.0	11.7
	Límite superior	66.0	76.1	23.0	35.1	11.0	21.3
Grupo 2 (cebada)	Media	<b>66.0</b>	<b>67.5</b>	<b>23.0</b>	<b>15.5</b>	<b>11.0</b>	<b>17.0</b>
	Error estándar	0.0	2.4	0.0	1.7	0.0	1.4
	Límite inferior	66.0	60.0	23.0	10.1	11.0	12.5
	Límite superior	66.0	75.0	23.0	20.9	11.0	21.5

**Nota:** Se aprecia que hubo un decremento en el porcentaje de arena en el grupo 1 (-6.8%) y un incremento en el grupo 2 (2.2%). En la arcilla hubo un decremento en el grupo 1 (4.3%) y en el grupo 2 (32.6%). En el limo el incremento se dio en ambos grupos (50.0% y 54.5% respectivamente).

**Tabla 9**

*Propiedades químicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo (*Triticum aestivum* L.) y la cebada (*Hordeum vulgare* L.)*

	Indicador	pH	CE	MO	N	C	P	K	CIC	Ca	Mg	Na
Grupo 1_PRE Trigo	Media	<b>7.70</b>	<b>0.96</b>	<b>3.56</b>	<b>0.18</b>	<b>2.07</b>	<b>36.55</b>	<b>157.75</b>	<b>11.74</b>	<b>8.66</b>	<b>2.12</b>	<b>0.33</b>
	Error estándar	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Límite inferior	7.70	0.96	3.56	0.18	2.07	36.55	157.75	11.74	8.66	2.12	0.33
	Límite superior	7.70	0.96	3.56	0.18	2.07	36.55	157.75	11.74	8.66	2.12	0.33
Grupo 1_POS Trigo	Media	<b>8.36</b>	<b>1.22</b>	<b>4.80</b>	<b>0.24</b>	<b>2.78</b>	<b>120.06</b>	<b>547.21</b>	<b>29.59</b>	<b>25.63</b>	<b>2.87</b>	<b>0.55</b>
	Error estándar	0.11	0.17	0.84	0.04	0.49	26.20	14.18	0.59	1.01	0.37	0.04
	Límite inferior	8.00	0.68	2.13	0.11	1.23	36.67	502.08	27.70	22.42	1.68	0.43
	Límite superior	8.72	1.77	7.47	0.37	4.33	203.45	592.34	31.47	28.85	4.06	0.67
Grupo 2_PRE Cebada	Media	<b>7.70</b>	<b>0.96</b>	<b>3.56</b>	<b>0.18</b>	<b>2.07</b>	<b>36.55</b>	<b>157.75</b>	<b>11.74</b>	<b>8.66</b>	<b>2.12</b>	<b>0.33</b>
	Error estándar	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Límite inferior	7.70	0.96	3.56	0.18	2.07	36.55	157.75	11.74	8.66	2.12	0.33
	Límite superior	7.70	0.96	3.56	0.18	2.07	36.55	157.75	11.74	8.66	2.12	0.33
Grupo 2_POS Cebada	Media	<b>8.33</b>	<b>1.17</b>	<b>5.05</b>	<b>0.25</b>	<b>2.93</b>	<b>119.28</b>	<b>521.52</b>	<b>27.27</b>	<b>23.40</b>	<b>2.36</b>	<b>0.46</b>
	Error estándar	0.05	0.04	0.79	0.04	0.46	22.97	29.18	0.24	0.43	0.34	0.07
	Límite inferior	8.16	1.03	2.54	0.13	1.48	46.18	428.64	26.51	22.03	1.29	0.23
	Límite superior	8.51	1.31	7.55	0.38	4.38	192.38	614.40	28.02	24.77	3.44	0.70

**Nota:** En el grupo 1 se aprecia un incremento en todos los valores de los indicadores estudiados, en el grupo 2, igualmente se aprecia que en todos los casos se ha dado un incremento en los valores de las propiedades físicas estudiadas.



**Tabla 10**

*Propiedades biológicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo (*Triticum aestivum* L.) y la cebada (*Hordeum vulgare* L.)*

		MAV		Fungi		Actinomicetos		Lactobacillus		BFN	
		Pre	Pos	Pre	Pos	Pre	Pos	Pre	Pos	Pre	Pos
Grupo 1 (trigo)	Media	<b>12000.0</b>	<b>45250.0</b>	<b>2000.0</b>	<b>3500.0</b>	<b>54000.0</b>	<b>29500.0</b>	<b>13000.0</b>	<b>53250.0</b>	<b>66000.0</b>	<b>20750.0</b>
	Error estándar	0.0	11130.9	0.0	645.5	0.0	13622.9	0.0	34325.3	0.0	3682.7
	Límite inferior	12000.0	9826.7	2000.0	1445.7	54000.0	-13854.1	13000.0	-55988.6	66000.0	9029.9
	Límite superior	12000.0	80673.3	2000.0	5554.3	54000.0	72854.1	13000.0	162488.6	66000.0	32470.1
Grupo 2 (cebada)	Media	<b>12000.0</b>	<b>31500.0</b>	<b>2000.0</b>	<b>2750.0</b>	<b>54000.0</b>	<b>31500.0</b>	<b>13000.0</b>	<b>12500.0</b>	<b>66000.0</b>	<b>34250.0</b>
	Error estándar	0.0	8170.1	0.0	478.7	0.0	11694.0	0.0	3523.7	0.0	6712.9
	Límite inferior	12000.0	5499.2	2000.0	1226.5	54000.0	-5715.6	13000.0	1285.9	66000.0	12886.7
	Límite superior	12000.0	57500.8	2000.0	4273.5	54000.0	68715.6	13000.0	23714.1	66000.0	55613.3

**Nota:** Se aprecia un incremento mayor de MAV en el grupo 1, un comportamiento sin variación en los fungi en ambos grupos, un decremento de actinomicetos en ambos grupos, un incremento mayor de lactobacillus en el grupo 1 y un decremento mayor en el grupo 1 para el caso de BFN.

**Tabla 11**

*Concentración de Pb y Cd en el suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo (*Triticum aestivum* L.) y la cebada (*Hordeum vulgare* L.)*

	Estadísticos	Pb (%)		Cd (%)	
		Pre	Pos	Pre	Pos
Grupo 1 (Trigo)	Media	<b>61.560</b>	<b>30.70</b>	<b>0.62</b>	<b>0.04</b>
	Error estándar	0.000	1.84	0.00	0.01
	Límite inferior	61.560	24.84	0.62	0.01
	Límite superior	61.560	36.56	0.62	0.07
Grupo 2 (Cebada)	Media	<b>61.560</b>	<b>39.08</b>	<b>0.62</b>	<b>0.05</b>
	Error estándar	0.000	9.65	0.00	0.01
	Límite inferior	61.560	8.38	0.62	0.01
	Límite superior	61.560	69.78	0.62	0.09

**Nota:** Descriptivamente se aprecia una mayor reducción de la concentración de plomo con el trigo. Para el caso del Cd, se aprecia una similar disminución con ambos cultivos.

**Tabla 12***Prueba de normalidad de los datos con Shapiro\_Wilk*

		Estadístico	gl	Sig.
Arena_DIF	1.00	.911	4	.487
	2.00	.848	4	.220
Arcilla_DIF	1.00	.926	4	.572
	2.00	.971	4	.850
Limo_DIF	1.00	.849	4	.224
	2.00	.827	4	.161
pH_DIF	1.00	.897	4	.418
	2.00	.907	4	.465
CE_DIF	1.00	.989	4	.953
	2.00	.804	4	.110
MO_DIF	1.00	.907	4	.467
	2.00	.912	4	.492
N_DIF	1.00	.908	4	.473
	2.00	.914	4	.503
C_DIF	1.00	.906	4	.462
	2.00	.911	4	.486
P_DIF	1.00	.916	4	.514
	2.00	.858	4	.252
K_DIF	1.00	.945	4	.685
	2.00	.940	4	.656
CIC_DIF	1.00	.905	4	.455
	2.00	.863	4	.271
Ca_DIF	1.00	.926	4	.569
	2.00	.918	4	.525
Mg_DIF	1.00	.941	4	.658
	2.00	.975	4	.872
Na_DIF	1.00	.888	4	.374
	2.00	.922	4	.548
MAV_DIF	1.00	.947	4	.698
	2.00	.893	4	.395
Fungi_DIF	1.00	.993	4	.972
	2.00	.863	4	.272
Actinomicetos_DIF	1.00	.780	4	.071
	2.00	.874	4	.315
Lactobacillus_DIF	1.00	.690	4	.090
	2.00	.736	4	.059
BFN_DIF	1.00	.170	4	.948
	2.00	.257	4	.536
Pb_DIF	1.00	.861	4	.265
	2.00	.741	4	.032
Cd_DIF	1.00	.993	4	.972
	2.00	.630	4	.100

**Nota:** Habiéndose obtenido un p-valor superior a 0.05 (5%), se aprecia que los datos se aproximan a una distribución normal, por lo que el análisis estadístico es posible realizarlo con una prueba estadística paramétrica.

## 4.2. CONSTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Se plantea el desarrollo de la siguiente hipótesis:

H1: Existe diferencia en el efecto de dos variedades de gramíneas, el trigo (*triticum aestrium* L.) y la cebada (*hordeum vulgare* L.) sobre la calidad del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba, provincia y departamento de – Huánuco - 2023.

Para ello, se considera lo siguiente:

Nivel de significancia: 5% o 0.05

Estadístico de prueba: *t de Student para muestras independientes*

### Cálculo del p-valor

**Tabla 13**

*Prueba de hipótesis con la t de Student para muestras independientes*

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias		
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Arena_DIF	0.805	0.404	-1.166	6	<b>0.288</b>
Arcilla_DIF	1.161	0.323	1.456	6	<b>0.196</b>
Limo_DIF	0.3	0.604	-0.243	6	<b>0.816</b>
pH_DIF	0.939	0.37	0.238	6	<b>0.82</b>
CE_DIF	3.371	0.116	0.291	6	<b>0.781</b>
MO_DIF	0.074	0.795	-0.217	6	<b>0.835</b>
N_DIF	0.065	0.808	-0.218	6	<b>0.835</b>
C_DIF	0.084	0.782	-0.221	6	<b>0.832</b>
P_DIF	0.068	0.804	0.022	6	<b>0.983</b>
K_DIF	1.124	0.33	0.792	6	<b>0.459</b>
CIC_DIF	10.573	0.174	3.639	6	<b>0.011</b>
Ca_DIF	2.379	0.174	2.031	6	<b>0.089</b>
Mg_DIF	0	1	1.011	6	<b>0.351</b>
Na_DIF	1.044	0.346	1.055	6	<b>0.332</b>
MAV_DIF	0.634	0.456	0.996	6	<b>0.358</b>
Fungi_DIF	0.5	0.506	0.933	6	<b>0.387</b>
Actinomicetos_DIF	1.008	0.354	-0.111	6	<b>0.915</b>
Lactobacillus_DIF	7.053	0.058	1.181	6	<b>0.282</b>
BFN_DIF	0.718	0.429	-1.763	6	<b>0.064</b>
Pb_DIF	5.35	0.06	-0.853	6	<b>0.426</b>
Cd_DIF	0.144	0.717	-0.441	6	<b>0.675</b>

**Nota:** Los resultados de la prueba nos indican que no existe diferencia en el efecto que producen ambos cultivos sobre la calidad del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba. excepto en el CIC.

**Tabla 14**

*Tabla comparativa de los efectos físicos y metales pesados*

<b>Variedad de gramínea</b>	<b>Indicador inicial</b>	<b>Interpretación</b>	<b>Indicador final</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Triticum Aestrium L</b>	Textura: Franco Arcillo Arenoso	Se sobrecarga con un porcentaje mínimo de agua y se seca rápidamente.	Textura: Franco Arcillo Arenoso	Se sobrecarga con un porcentaje mínimo de agua y se seca rápidamente.
<b>Hordeum Vulgare L</b>	Textura: Franco Arcillo Arenoso	Se sobrecarga con un porcentaje mínimo de agua y se seca rápidamente.	Textura: Franco Arcillo Arenoso	Se sobrecarga con un porcentaje mínimo de agua y se seca rápidamente.
<b>Triticum Aestrium L</b>	Pb=61.560 ppm	Por debajo del ECA para suelo agrícola.	Pb=30.70 ppm	Por debajo del ECA para suelo agrícola, pero con una disminución de ppm.
	Cd=0.62 ppm	Por debajo del ECA para suelo agrícola.	Cd=0.04 ppm	Por debajo del ECA para suelo agrícola, pero con una disminución de ppm.
<b>Hordeum Vulgare L</b>	Pb=61.560 ppm	Por debajo del ECA para suelo agrícola.	Pb=39.08 ppm	Por debajo del ECA para suelo agrícola, pero con una disminución de ppm.
	Cd=0.62 ppm	Por debajo del ECA para suelo agrícola.	Cd=0.05 ppm	Por debajo del ECA para suelo agrícola, pero con una disminución de ppm.

**Nota:** Se interpreto en base a lo establecido en el (ECA) para suelo por el D.S. N°011-2017-MINAM.

**Tabla 15**

*Tabla comparativa de los efectos químicos*

<b>Variedad de gramíneas</b>	<b>Indicador inicial</b>	<b>Interpretación</b>	<b>Indicador final</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Triticum Aestrium L</b>	ph = 7.70	Ligeramente alcalino	ph = 8.36	Alcalino
	Conductividad Eléctrica (CE) = 0.96 ds/m	Alto	Conductividad Eléctrica (CE) = 1.22 ds/m	Alto
	Materia orgánica (M.O) = 3.56 %	Media	Materia orgánica (M.O) = 4.80 %	Media
	Nitrógeno (N) = 0.18 ppm	Bajo	Nitrógeno (N) = 0.24 ppm	Bajo
	Carbono (C) = 2.07 %	Media	Carbono (C) = 2.78 %	Media
	Fosforo (P) = 36.55 ppm	Media	Fosforo (P) = 120.06 ppm	Alto
	Potasio (K) = 157.75 ppm	Media	Potasio (K) = 547.21 ppm	Alto
	Capacidad de intercambio iónico (CIC) = 11.74	Media	Capacidad de intercambio iónico (CIC) = 29.59	Media
	Calcio (Ca) = 8.66 %	Bajo	Calcio (Ca) = 25.63 %	Bajo
	Magnesio (Mg) = 2.12 %	Media	Magnesio (Mg) = 2.87 %	Media
Sodio (Na) = 0.33 %	Bajo	Sodio (Na) = 0.55 %	Bajo	
<b>Hordeum Vulgare L</b>	ph = 7.70	Ligeramente alcalino	ph = 8.33	Alcalino
	Conductividad Eléctrica (CE) = 0.96 ds/m	Alto	Conductividad eléctrica (CE) = 1.17 ds/m	Alto
	Materia orgánica (M.O) = 3.56 %	Media	Materia orgánica (M.O) = 5.05 %	Media
	Nitrógeno (N) = 0.18 ppm	Bajo	Nitrogeno (N) = 0.25 ppm	Bajo
	Carbono (C) = 2.07 %	Media	Carbono (C) = 2.93 %	Media
	Fosforo (P) = 36.55 ppm	Media	Fosforo (P) = 119.28 ppm	Alto
	Potasio (K) = 157.75 ppm	Media	Potasio (K) = 521.52 ppm	Alto
	Capacidad de intercambio iónico (CIC) = 11.74	Media	Capacidad de intercambio iónico (CIC) = 27.27	Media
	Calcio (Ca) = 8.66 %	Bajo	Calcio (Ca) = 23.40 %	Bajo
	Magnesio (Mg) = 2.12 %	Media	Magnesio (Mg) = 2.36 %	Media
Sodio (Na) = 0.33 %	Bajo	Sodio (Na) = 0.46 %	Bajo	

**Nota:** Se interpreto en base a lo establecido en el (ECA) para suelo por el D.S. N°011-2017-MINAM.

**Tabla 16**

*Tabla comparativa de los efectos biológicos*

<b>Variedad de gramíneas</b>	<b>Indicador inicial</b>	<b>Interpretación</b>	<b>Indicador final</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Triticum Aestrium L</b>	Enumeración de Microorganismos Aerobios Viables (MAV) = $12 \times 10^3$ UFC/g	Moderado	Enumeración de Microorganismos Aerobios Viables (MAV) = $45.25 \times 10^3$ UFC/g	Alto
	Enumeración de Fungí (Mohos y Levaduras) = $2 \times 10^3$ UFC/g	Bajo	Enumeración de Fungí (Mohos y Levaduras) = $3.5 \times 10^3$ UFC/g	Bajo
	Enumeración de Actinomicetos = $54 \times 10^3$ UFC/g	Alto	Enumeración de Actinomicetos = $29.5 \times 10^3$ UFC/g	Moderado
	Enumeración de Lactobacillus = $13 \times 10^3$ UFC/g	Moderado	Enumeración de Lactobacillus = $53.25 \times 10^3$ UFC/g	Alto
	Bacterias Fijadoras de Nitrogeno = $66 \times 10^3$ UFC/g	Alto	Bacterias Fijadoras de Nitrogeno = $20.75 \times 10^3$ UFC/g	Moderado
<b>Hordeum Vulgare L</b>	Enumeración de Microorganismos Aerobios Viables (MAV) = $12 \times 10^3$ UFC/g	Moderado	Enumeración de Microorganismos Aerobios Viables (MAV) = $31.5 \times 10^3$ UFC/g	Moderado
	Enumeración de Fungí (Mohos y Levaduras) = $2 \times 10^3$ UFC/g	Bajo	Enumeración de Fungí (Mohos y Levaduras) = $2.75 \times 10^3$ UFC/g	Bajo
	Enumeración de Actinomicetos = $54 \times 10^3$ UFC/g	Alto	Enumeración de Actinomicetos = $31.5 \times 10^3$ UFC/g	Moderado
	Enumeración de Lactobacillus = $13 \times 10^3$ UFC/g	Moderado	Enumeración de Lactobacillus = $12.5 \times 10^3$ UFC/g	Moderado
	Bacterias Fijadoras de Nitrogeno = $66 \times 10^3$ UFC/g	Alto	Bacterias Fijadoras de Nitrogeno = $34.25 \times 10^3$ UFC/g	Moderado

**Nota:** Se interpreto en base a los resultados obtenidos del laboratorio de microbiología general de la UNAS – Tingo María.

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

**Según el objetivo general:** Comparar el efecto del trigo (*Triticum aestivum* L.) y la cebada (*Hordeum vulgare* L.) sobre la calidad del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba. Los resultados indican que en el cultivo del *Triticum aestivum* L tubo una reducción del plomo de 61.560 ppm como dato inicial a 30.70 ppm como dato final y el cadmio de 0.62 ppm como dato inicial a 0.04 ppm como dato final, a comparación del cultivo de *Hordeum vulgare* L donde se tuvo una reducción del plomo de 61.560 ppm como dato inicial a 39.08 ppm como dato final y el cadmio de 0.62 ppm como dato inicial a 0.05 ppm como dato final, quedando ambos por debajo del rango establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM – Estándares de calidad ambiental (ECA) para suelos. Dichos resultados están vinculados a la capacidad de fitorremediación, Paredes (2021), menciona en su tesis titulada: “Fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados con *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* del ex botadero, Zapatero 2021” Universidad Cesar Vallejo – Tarapoto. Cuyos resultados demuestran que *Lolium perenne* es más eficiente en dos tipos de metales pesados, reduciendo el contenido de (As) a un 51 % y (Pb) a 27 % en un mes; por otro lado, la *Vetiveria zizanioides*, solo demostró ser eficiente, en (Cd) reduciendo 73 % el contenido durante un mes, por lo tanto, se concluyó que la especie *Lolium perenne* es más eficiente. La coincidencia con Paredes (2021) es que se usó el mismo tipo de suelo, es decir un suelo contaminado por residuos sólidos del botadero. La diferencia con paredes (2021) es que el tuvo un mayor éxito al reducir el Cd y Pb, mientras que en el presente estudio se tuvo un porcentaje menor al reducir el contenido de Cd y Pb. Y del mismo modo, Arones (2020), menciona en su tesis titulada: “Fitorremediación de suelos contaminados con metales pesados aplicando *Sedum alfredii* y *Helianthus annuus*” Universidad Cesar Vallejo, Lima, Cuyos resultados obtenidos muestran que tuvieron un intervalo en el (Cd) de 76,6% a 42%, en el (Pb) de 52% a un 65 % y en (Zn) de 52% a 35% mostrando un intervalo menor conforme al rango de bioacumulación por el (Cd). En cuanto los efectos causados por la aglomeración elevada de metales, existen efectos como



reducción de clorofila, crecimiento y biomasa y por ende clorosis y putrefacción del tallo. Finalmente, existen opciones como la replicación cromosómica, el uso de agentes quelantes y aditivos orgánicos, para acelerar la fitorremediación de las especies en este estudio. Concluyendo que la *Helianthus annuus* y *Sedum alfredii* dan buenos resultados en la fitorremediación. La diferencia con Arones (2022) es que él tuvo un porcentaje menor en la reducción de Pb y Cd, mientras que en el presente estudio se tuvo un mayor éxito en la reducción de Pb y Cd.

Los resultados del *Triticum aestivum* L demuestran un ph = 7.70 ligeramente alcalino pasando a un ph = 8.36 alcalino, en la conductividad eléctrica CE = 0.96 ds/m a 1.22 ds/m, materia orgánica MO = 3.56% a MO = 4.80%, Nitrógeno N = 0.18 ppm a N = 0.24 ppm, Carbono C = 2.07% a C = 2.78%, Fosforo P = 36.55 ppm a P = 120.06 ppm, Potasio K = 157.75 ppm a K = 547.21 ppm, capacidad de intercambio iónico CIC = 11.74 a CIC = 29.59, Calcio Ca = 8.66% a Ca = 25.63%, Magnesio Mg = 2.12% a Mg = 2.87%, Sodio Na = 0.33% a Na = 0.55% y los resultados del *Hordeum vulgare* L demuestran un ph = 7.70 ligeramente alcalino pasando a un ph = 8.33 alcalino, en la conductividad eléctrica CE = 0.96 ds/m a 1.17 ds/m, materia orgánica MO = 3.56% a MO = 5.05%, Nitrógeno N = 0.18 ppm a N = 0.25 ppm, Carbono C = 2.07% a C = 2.93%, Fosforo P = 36.55 ppm a P = 119.28 ppm, Potasio K = 157.75 ppm a K = 521.52 ppm, capacidad de intercambio iónico CIC = 11.74 a CIC = 27.27, Calcio Ca = 8.66% a Ca = 23.40%, Magnesio Mg = 2.12% a Mg = 2.36%, Sodio Na = 0.33% a Na = 0.46% a diferencia de lo que menciona Tello (2021), en su tesis titulada: "Efecto de la fitorremediación con dos variedades de ortiga (*Urtica Urens* L.) y (*Urtica Dioica* L.) en la calidad del suelo usado como botadero a cielo abierto, Marabamba, provincia y departamento de Huánuco – 2021. Cuyos resultados obtenidos demuestran que mediante el uso de *Urtica urens* L hubo una reducción de 80.5 ppm de (Pb) y de 1.64 ppm (Cd) y con *Urtica dioica* L 92.5 ppm de Pb. y 1.575 ppm de Cd; con él con *Urtica urens* L el pH pasó de ligeramente alcalino (7.39) a moderadamente alcalino (7.9), mientras que con la *Urtica dioica* L. el pH paso de 7.38 a 7.8, manteniéndose en el rango de ligeramente alcalino. El suelo de *Urtica urens* L. tuvo valores de M.O.= 0.195, N = 0.0075%, P = 06 ppm y K = -7.5 ppm, mientras que el de *Urtica dioica* L. evidenció M.O.=0.4975 ppm; N = 0,0075

%; P = 11.75 ppm y K = 44.25 ppm. Concluyendo, que la *Urtica urens* L. tuvo efecto sobre los indicadores químicos del suelo (pH; M.O.; P; N; K), en la disminución de metales pesados (Pb y Cd) y en la estimulación de microorganismos benéficos mientras que la *Urtica dioica* L. tuvo bajos efectos sobre los mismos indicadores. La coincidencia con Tello (2021) es que se usó el mismo tipo de suelo proveniente del botadero de Marabamba, también se realizó la misma metodología de investigación. La diferencia con Tello (2021) es que el tuvo un pH moderado manteniéndose en el rango ligeramente alcalino, mientras que en el presente estudio el Ph paso a ser alcalino. Asimismo Ocaña (2022), menciona en su tesis titulada: “Comparación de la eficacia de la fitorremediación mediante el geranio (*pelargonium hortorum*) y el girasol (*helianthus annuus*) para la recuperación de suelos provenientes de la concesión minera mister muki distrito San Rafael, provincia Ambo, departamento Huánuco 2021”, cuyos resultados en el análisis inicial del suelo el cual se clasifica como suelo franco arcilloso y en el análisis final como suelo franco arenoso; con el *Helianthus annuus* el pH paso de 4.96 ligeramente ácido a 8.50 ligeramente alcalino, mientras que con el *Pelargonium hortorum* el pH paso de 4.96 a 8.25 moderadamente alcalino. El suelo con el *Helianthus annuus* obtuvo el valor de M.O.=1.08%, y con el *Pelargonium hortorum* obtuvo el valor de M.O.=2.37%, donde se produjo un efecto significativo en la 6.928ppm de (Cu), 55.588ppm de (Pb), 40.096ppm de (Zn). concluyendo que los dos tipos de plantas utilizadas lograron una mejora de parámetros efectivos como la textura, materia orgánica, Ph y metales pesados. La diferencia con Ocaña (2022) es que el tuvo una mejora en la textura y PH. Mientras que en el presente estudio no se obtuvo mejoras en la textura y Ph, pero si se tuvo un mayor éxito en la reducción de Pb.

**Según el objetivo específico 1:** Describir las propiedades físicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo (*Triticum aestivum* L.) y la cebada (*Hordeum vulgare* L). el análisis mecánico del suelo inicial y final está en la clasificación de textura franco arcillo arenoso con ambas variedades de gramíneas, por ende, se sobrecarga con un porcentaje mínimo de agua y se seca rápidamente.

**Según el objetivo específico 2:** Describir las propiedades químicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo (*Triticum aestivum* L.) y la cebada (*Hordeum vulgare* L.); respecto al pH ninguna de las variedades de gramíneas optimiza un valor neutro, de lo contrario estas incrementan su acidez, algunas de las propiedades químicas se mantienen en un rango medio tales como la materia Orgánica (MO), carbono (C), capacidad de intercambio iónico (CIC) y magnesio (Mg) y en un rango alto la Conductividad eléctrica (CE), y en un rango bajo se mantiene el Nitrógeno (N), calcio (Ca) y Sodio (Na). Por otro lado, el Fósforo (P) y Potasio (K) pasaron de un rango medio a un rango alto.

**Según el objetivo específico 3:** Describir las propiedades biológicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo (*Triticum aestivum* L.) y la cebada (*Hordeum vulgare* L.). ambas variedades de gramíneas son capaces de mantener la actividad y desarrollo microbiológico.

**Según el objetivo específico 4:** Describir la presencia de metales pesados en el suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo (*Triticum aestivum* L.) y la cebada (*Hordeum vulgare* L.). según el estándar de calidad ambiental (ECA) para suelo, aprobado por el D.S. N°011-2017-MINAM, el *Triticum aestivum* L tuvo mayor reducción de plomo (Pb) y cadmio (Cd).

## CONCLUSIONES

El efecto comparativo de las variedades de gramíneas el *Triticum aestrium* L y *Hordeum vulgare* L tuvieron efectos similares en todos los indicadores a excepción de la capacidad de intercambio iónico (CIC), también se presencié un aumento en la actividad microbiológica, donde el *Triticum aestrium* L tuvo un mejor efecto a comparación del *Hordeum vulgare* L.

El suelo mantiene su textura franca arcillo arenoso en el proceso del efecto comparativo con las dos variedades de gramíneas (*Triticum aestrium* L. y *Hordeum vulgare* L.).

En el pH ningunas de las gramíneas optimiza un valor neutro, de lo contrario estas incrementan su acidez, respecto a las propiedades químicas se mantienen en un rango alto en los dos cultivos, como la conductividad eléctrica (CE), fósforo (P), potasio (K), y en un rango medio, la materia orgánica (MO), carbono (C), Capacidad de intercambio iónico (CIC), magnesio (Mg) y en un rango bajo el nitrógeno (N), calcio (Ca) y sodio (Na), donde el *Triticum aestrium* L tuvo un mayor efecto.

En el grupo operacional del *Triticum aestrium* L se presenta un grupo alto de microorganismos aerobios viables y *Lactobacillus*, un moderado número de actinomicetos y bacterias fijadoras de nitrógeno, y un número bajo de hongos (mohos y levaduras). Y en el grupo operacional *Hordeum vulgare* L. presenta un grupo moderado de aerobios viables, actinomicetos, *Lactobacillus* y bacterias fijadoras de nitrógeno, y un número bajo de hongos (mohos y levaduras).

Los resultados de las variedades de gramíneas *Triticum aestrium* L y *Hordeum vulgare* L tuvieron un efecto significativo en la reducción de presencia de metales pesados (Pb) y (Cd), donde el *Triticum aestrium* L tuvo un mejor efecto a comparación del *Hordeum vulgare* L.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda para las próximas investigaciones realizar el estudio de la capacidad Fito acumuladora en las variedades de gramíneas (*Triticum aestivum* L) Y (*Hordeum vulgare* L).

Se recomienda para las futuras investigaciones se estudie la capacidad fitoextractora en las variedades de gramíneas (*Triticum aestivum* L) y (*Hordeum vulgare* L), realizando análisis de sus raíces, tallos y hojas.

Se recomienda llevar a cabo la presente investigación a una mayor escala para obtener mejores resultados y una mayor precisión en los datos que se obtengan.

también se recomienda sembrar las variedades de gramíneas en tiempo de lluvias para un mejor desarrollo de las plantas y obtener mejores resultados.

Se recomienda llevar a cabo el estudio de la investigación por un tiempo más prolongado, y así obtener una mejora en la recuperación del suelo con datos más favorables en el estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abrego, F. L. (2017). *Universidad Nacional Noroeste Buenos Aires (UNNOBA)*. Obtenido de Determinación de la Capacidad de intercambio cationico:  
[https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/proinsa/informes/\\_archivos/002012\\_Ronda%202012/000300\\_Lic.%20Fabio%20L.%20Abrego%20-%20UNNOBA/000300\\_Determinaci%C3%B3n%20de%20CIC.pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/proinsa/informes/_archivos/002012_Ronda%202012/000300_Lic.%20Fabio%20L.%20Abrego%20-%20UNNOBA/000300_Determinaci%C3%B3n%20de%20CIC.pdf)
- Arones Villcas, A. M., & Deudor Cotrina, Y. M. (2020). “*Fitorremediación de suelos contaminados con metales pesados aplicando Sedum alfredii y Helianthus annuus*”. Obtenido de Repositorio Universidad Cesar Vallejo:  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/72528/Arones\\_VAM-Deudor\\_CYM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/72528/Arones_VAM-Deudor_CYM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arshad, M. y. (1992). *Caracterización de la calidad del suelo*. Obtenido de American J. of Alternative Agriculture 7::  
<https://www.redalyc.org/pdf/540/54013210.pdf>
- Bautista Zuñiga, F. (2004). *Introducción al estudio de la contaminación del suelo por metales pesados*. Merida, Mexico. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=yE2Jq3z7ex4C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Bowen, M. W. (2022). *pH del suelo*. Obtenido de libretxts,ESPAÑOL:  
[https://espanol.libretxts.org/Geociencias/Ciencia\\_del\\_Suelo/Principios\\_de\\_la\\_ciencia\\_del\\_suelo\\_Manual\\_de\\_ejercicios\\_\(Bowen\)/01%3A\\_Ejercicios\\_pr%C3%A1cticos/1.07%3A\\_pH\\_y\\_conductividad\\_el%C3%A9ctrica#:~:text=Los%20t%C3%A9rminos%20descriptivos%20com%203%203%20Anm](https://espanol.libretxts.org/Geociencias/Ciencia_del_Suelo/Principios_de_la_ciencia_del_suelo_Manual_de_ejercicios_(Bowen)/01%3A_Ejercicios_pr%C3%A1cticos/1.07%3A_pH_y_conductividad_el%C3%A9ctrica#:~:text=Los%20t%C3%A9rminos%20descriptivos%20com%203%203%20Anm)
- Ciancaglini, N. (2017). *Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico*. Obtenido de [http://www.prosap.gov.ar/Docs/EDINSTRUCTIVO%20\\_R001\\_Gu%C3%ADa%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de%20textura%2](http://www.prosap.gov.ar/Docs/EDINSTRUCTIVO%20_R001_Gu%C3%ADa%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de%20textura%2)

0de%20suelos%20por%20m%C3%A9todo%20organol%C3%A9ptico.pdf

Cruz, A. B. (2004). *La calidad del suelo y sus indicadores* . Obtenido de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/572/541>

Garcia, I. (2018). *CONTAMINACION POR METALES PESADOS*. Obtenido de Edafologia: <http://edafologia.ugr.es/conta/tema15/introd.htm>

GLOBE. (2005). *Investigacion de suelos*. Obtenido de Una investigacion de aprendizaje "GLOBE": [https://www.globe.gov/documents/10157/381040/soil\\_chap\\_es.pdf](https://www.globe.gov/documents/10157/381040/soil_chap_es.pdf)

Gregorich, M. C. (1994). *Hacia un conjunto mínimo de datos para evaluar la calidad de la materia orgánica del suelo en suelos agrícolas*. Obtenido de Publicaciones científicas canadienses: <https://doi.org/10.4141/cjss94-051>

INNOVA. (2017). *Innova ambiental*. Obtenido de la crisis de los botaderos en el Peru: <https://www.innova.com.pe/la-crisis-de-los-botaderos-en-el-peru/>

INNOVA. (2022). *Innova Ambiental*. Obtenido de Como funciona un relleno sanitario: <https://www.innova.com.pe/como-funciona-un-relleno-sanitario/#:~:text=Los%20rellenos%20sanitarios%20son%20un,agua%20y%20de%20la%20atm%C3%B3sfera>.

Jaramillo, D. (2002). *Introduccion a la ciencia del suelo*. Obtenido de Universidad nacional de Colombia: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70085/70060838.2002.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MINAM. (Abril de 2011). *Manual: Guía de Diseño, construcción, operacion, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual*. Obtenido de Sistema Nacional de Informacion Ambiental: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-diseno-construccion-operacion-mantenimiento-cierre-relleno>

- MINAM. (2013). *Aprueban Guía para el Muestreo de Suelos y Guía para la laboración de planes de Descontaminación de suelos*. Obtenido de "SINIA" Sistema Nacional de Información Ambiental: [https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO\\_MINAM1.pdf](https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO_MINAM1.pdf)
- MINAM. (2014). *Conocimientos científicos básicos*. Obtenido de Contaminación ambiental causada por los residuos sólidos: [https://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Curso/cursos-virtual/Modulos/modulo2/2Primaria/m2\\_primaria\\_sesion\\_aprendizaje/Sesion\\_5\\_Primaria\\_Grado\\_6\\_RESIDUOS\\_SOLIDOS\\_ANEXO4.pdf](https://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Curso/cursos-virtual/Modulos/modulo2/2Primaria/m2_primaria_sesion_aprendizaje/Sesion_5_Primaria_Grado_6_RESIDUOS_SOLIDOS_ANEXO4.pdf)
- MINAM. (2017). *Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-suelo-0>
- MINAM. (2021). *Guía para el Control de Incendios en Botaderos de Residuos Sólidos Municipales*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/508076-minam-aprueba-guia-para-el-control-de-incendios-en-botaderos-de-residuos-solidos-municipales>
- Ocaña, C. C. (2022). *Repositorio UDH*. Obtenido de Comparación de la eficacia de la fitorremediación mediante el geranio (*pelargonium hortorum*) y el girasol (*helianthus annuus*) para la recuperación de suelos provenientes de la concesión minera mister muki dist San Rafael, prov Ambo - dpto Huánuco 2021: <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/3648>
- Pérez, P. J. (2018). *Gramíneas - Qué es, importancia, definición y concepto*. Obtenido de <https://definicion.de/gramineas/>
- Pinedo, P. L. (2021). *Fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados con Vetiveria zizanioides y Lolium perenne del ex botadero, Zapatero 2021*. Obtenido de Repositorio Universidad Cesar Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84185>



- Ramirez, C. R. (Septiembre de 1997). <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6636/1/083.pdf>.  
Obtenido de Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos:  
<http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6636/1/083.pdf>
- Roca, F. (2017). *Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. INGACAL. Xunta de Galicia*. Obtenido de CONTAMINACIÓN DE SUELOS POR METALES PESADOS: [https://infoagro.com/abonos/contaminacion\\_suelos\\_metales\\_pesados.htm](https://infoagro.com/abonos/contaminacion_suelos_metales_pesados.htm)
- Rodriguez, H. D. (2017). *Facultad de Ingeniería Química y Agronomía, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba*. Obtenido de Intoxicación ocupacional por metales pesados: <http://scielo.sld.cu/pdf/san/v21n12/san122112.pdf>
- Salazar, M. J. (2019). *Fitorremediación de suelos contaminados con metales pesados. Evaluación de especies nativas en la Provincia de Córdoba*. Obtenido de Universidad Nacional de Córdoba: [https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/RDUUNC\\_4baae06b00ea6192a4fd88a50fdb436e](https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/RDUUNC_4baae06b00ea6192a4fd88a50fdb436e)
- Sanchez, R. A. (2021). *Fitorremediación de cromo y cadmio en suelos del botadero Yacucatina, con siembra de frijol castilla, Tarapoto, 2021*. Obtenido de Repositorio Universidad Cesar Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/89237>
- Supo & Zacarias, 2. (2020). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA: Para las Ciencias de la Salud y las Ciencias Sociales*.
- Tello, E. (2021). *EFFECTO DE LA FITORREMEDIACIÓN CON DOS VARIETADES DE ORTIGA (Urtica urens L.) y (Urtica dioica L.) EN LA CALIDAD DEL SUELO USADO COMO BOTADERO A CIELO ABIERTO, MARABAMBA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2021*. Obtenido de Repositorio Universidad de Huanuco: <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/3187;jsessionid=94CD542EE11B9BFE79C76A5FD86572C9>

Vilcapoma, D. (2019). *Fitoextracción de cadmio y zinc en suelos contaminados utilizando lactuca sativa var. white boston, en la estación agropecuaria experimental el mantaro - junín 2019.* (ScienceDirect, Ed.) ScienceDirect, 987 -999.

Zúñiga López, P. A. (abril de 2020). *Fitorremediación de suelo agrícola contaminado con Cd con la especie Eichhornia crassipes (Mart.) Solms, en la cuenca baja del río Guayas.* Obtenido de Repositorio institucional de la Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/48750>

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

Medrano Dextre, E. (2023). *Efecto comparativo de dos variedades de gramíneas, el trigo (triticum aestrium L.) y la cebada (hordeum vulgare L.) sobre la calidad del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba, provincia y departamento de Huánuco, 2023 [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco].* Repositorio institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

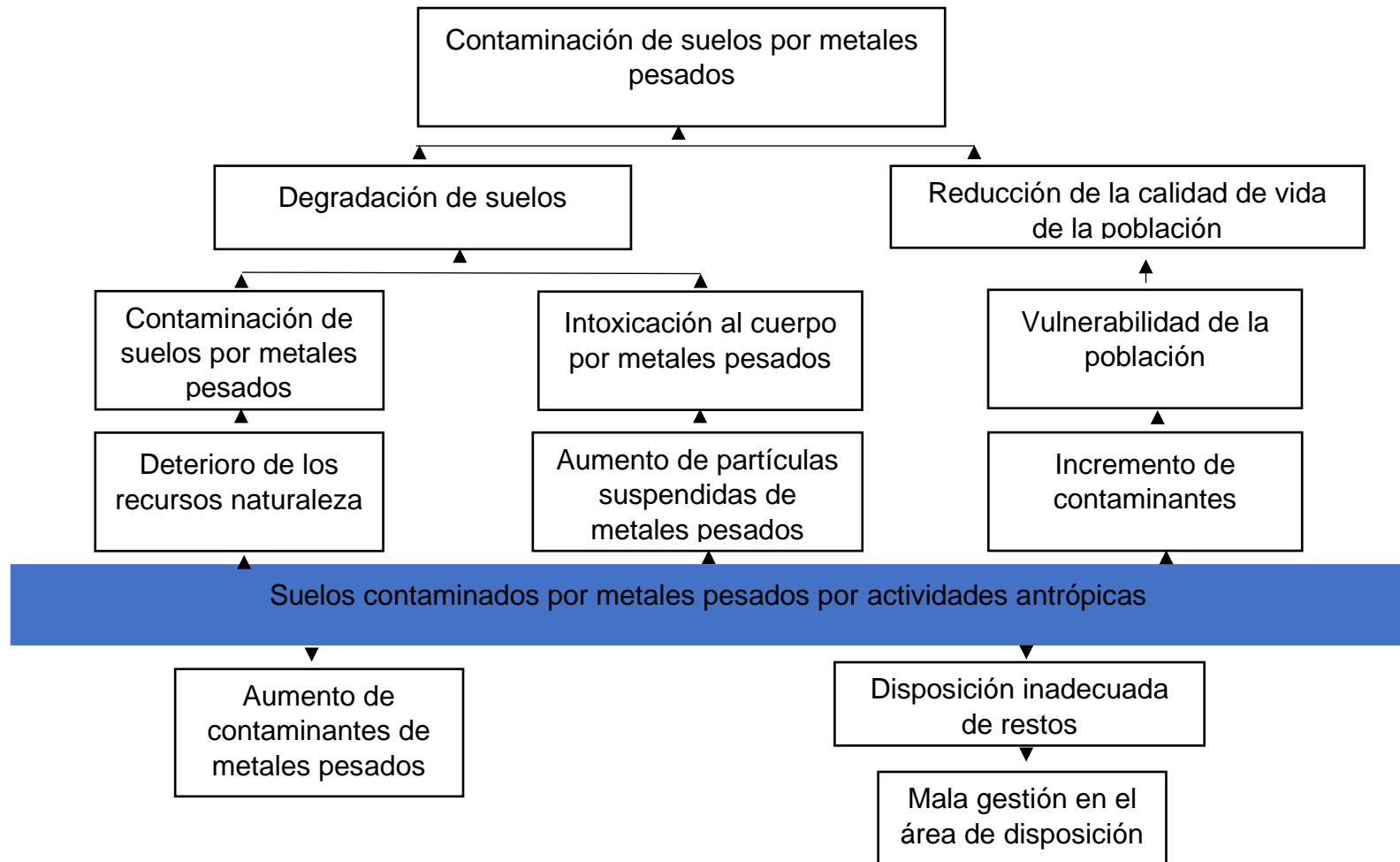
### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**Título:** “Efecto comparativo de dos variedades de gramíneas, el trigo (*triticum aestrium l.*) y la cebada (*hordeum vulgare l.*) sobre la calidad del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba, provincia y departamento de – Huánuco - 2023”

Problema Principal	Objetivos Principal	Hipótesis general	Variable/Indicadores	Metodología
¿Cuál es el efecto de dos variedades de gramíneas, el trigo ( <i>Triticum aestrium L.</i> ) y la cebada ( <i>Hordeum vulgare L.</i> ) sobre la calidad del suelo contaminado proveniente del botadero?	Comparar el efecto del trigo ( <i>Triticum aestrium L.</i> ) y la cebada ( <i>Hordeum vulgare L.</i> ) sobre la calidad del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba.	H1: Existe diferencia en el efecto de dos variedades de gramíneas, el trigo ( <i>triticum aestrium l.</i> ) y la cebada ( <i>hordeum vulgare l.</i> ) sobre la calidad del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba, provincia y departamento de – Huánuco - 2023.  H0: No existe diferencia en el efecto de dos variedades de gramíneas, el trigo ( <i>triticum aestrium l.</i> ) y la cebada ( <i>hordeum vulgare l.</i> ) sobre la calidad del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba, provincia y departamento de – Huánuco - 2023.	<b>Independiente:</b> Variedades de gramíneas: • <i>Triticum aestrium L.</i> • <i>Hordeum vulgare L.</i>  <b>Dependiente:</b> Calidad del suelo Propiedades físicas • Textura  Propiedades químicas • ph • Ce • Mo • N • C • P • K • CIC • Ca • Mg • Na  Propiedades biológicas • Bacterias • Hongos	<b>Tipo:</b> Experimental Prospectivo Longitudinal Analítico <b>Enfoque:</b> Cuantitativo  <b>Nivel:</b> Explicativo <b>Diseño:</b> Experimental Prospectivo Longitudinal Analítico <b>Población:</b> 1000 m2 de terreno <b>Muestra:</b> 40 kg de suelo contaminado
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivo específico</b>			
¿Cuáles son las propiedades físicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo ( <i>Triticum aestrium L.</i> ) y la cebada ( <i>Hordeum vulgare L.</i> )?	Describir las propiedades físicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo ( <i>Triticum aestrium L.</i> ) y la cebada ( <i>Hordeum vulgare L.</i> )			
¿Cuáles son las propiedades químicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo ( <i>Triticum aestrium L.</i> ) y la cebada ( <i>Hordeum vulgare L.</i> )?	Describir las propiedades químicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo ( <i>Triticum aestrium L.</i> ) y la cebada ( <i>Hordeum vulgare L.</i> )			
¿Cuáles son las propiedades biológicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo ( <i>Triticum aestrium L.</i> ) y la cebada ( <i>Hordeum vulgare L.</i> )?	Describir las propiedades biológicas del suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo ( <i>Triticum aestrium L.</i> ) y la cebada ( <i>Hordeum vulgare L.</i> )			
¿Cuál es el porcentaje de presencia de metales pesados en el suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo ( <i>Triticum aestrium L.</i> ) y la cebada ( <i>Hordeum vulgare L.</i> )?	Describir la presencia de metales pesados en el suelo contaminado proveniente del botadero de Marabamba antes y después del cultivo de dos variedades de gramíneas, el trigo ( <i>Triticum aestrium L.</i> ) y la cebada ( <i>Hordeum vulgare L.</i> )			

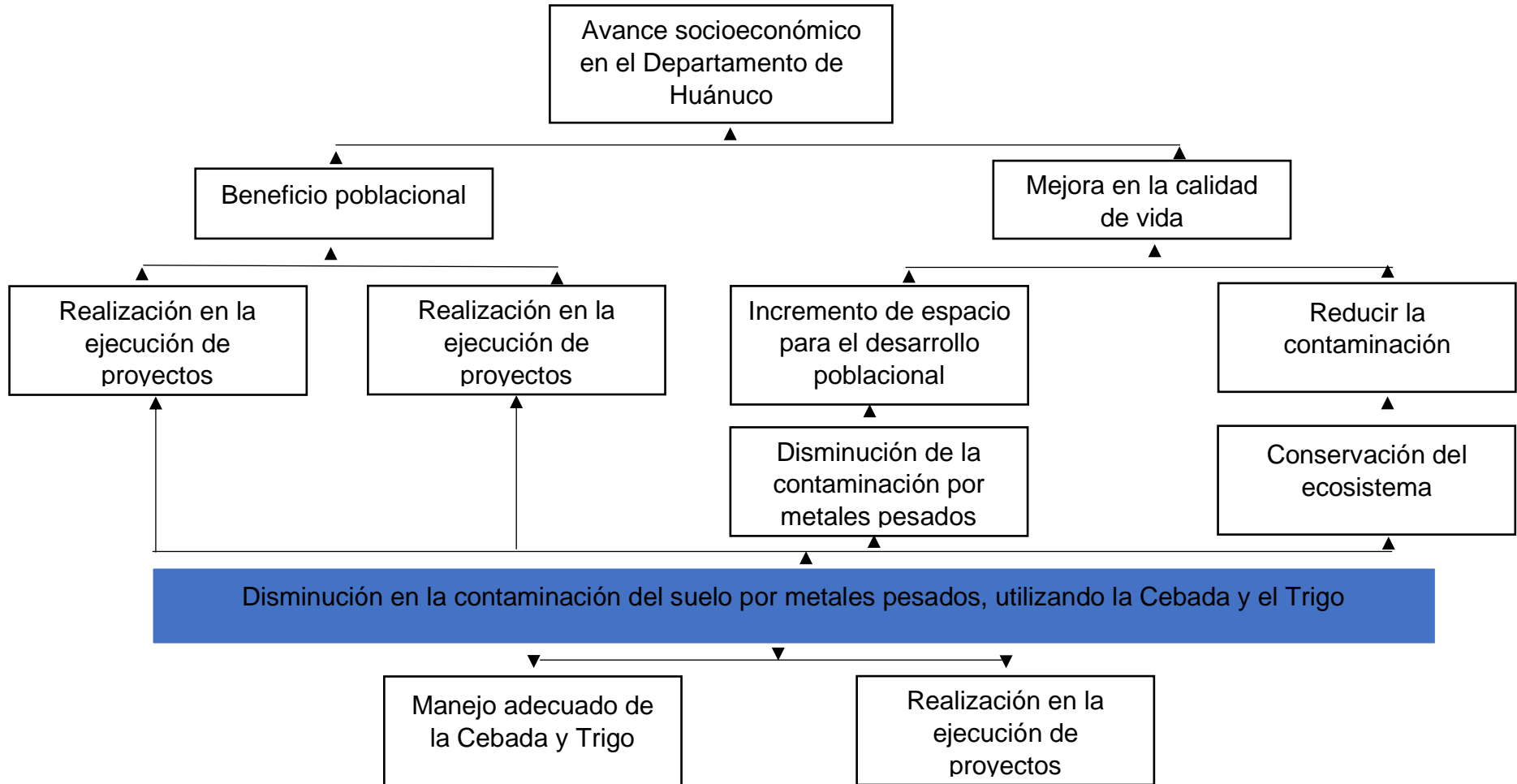
## ANEXO 2

### DIAGRAMA DE CAUSAS Y EFECTOS



### ANEXO 3

#### DIAGRAMA DE MEDIOS Y FINES



## ANEXO 4 MAPA DE UBICACIÓN

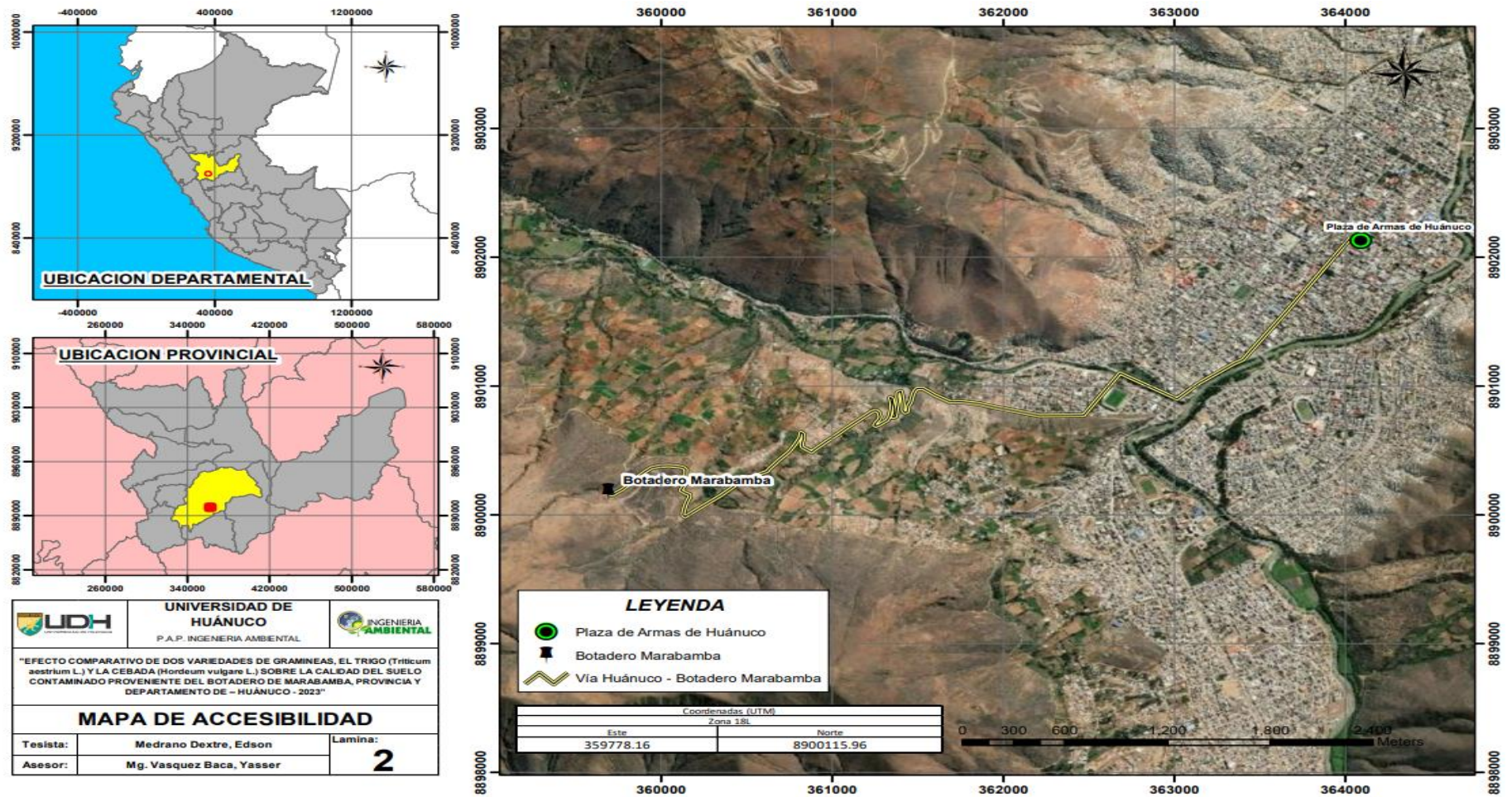


	<b>UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO</b> P.A.P. INGENIERIA AMBIENTAL	
"EFECTO COMPARATIVO DE DOS VARIETADES DE GRAMINEAS, EL TRIGO ( <i>Triticum aestivum</i> L.) Y LA CEBADA ( <i>Hordeum vulgare</i> L.) SOBRE LA CALIDAD DEL SUELO CONTAMINADO PROVENIENTE DEL BOTADERO DE MARABAMBA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE - HUÁNUCO - 2023"		
<b>MAPA DE UBICACIÓN</b>		
Tesisista:	Medrano Dextre, Edson	Lamina: <b>1</b>
Asesor:	Mg. Vasquez Baca, Yasser	





## ANEXO 5 MAPA DE ACCESIBILIDAD





## ANEXO 6

### PANEL FOTOGRÁFICO

Reconocimiento del área y limpieza para posteriormente extraer la muestra.



Tamizado de la muestra de suelo para su posterior traslado.





División de muestra en los maceteros.



Siembra de las gramíneas (*Triticum Vulgare L*) y (*Hordeum Vulgare L*).





Verificación inicial del crecimiento y desarrollo óptimo de las variedades de gramíneas.



Visita del jurado para la verificación de la ejecución del proyecto de investigación.



Verificación final del crecimiento, desarrollo y evaluación del efecto



Rotulación de las muestras con sus respectivos códigos de identificación para su envío al laboratorio.





# ANÁLISIS DE SUELOS



**1. DATOS**

SOLICITANTE:	MEDRANO DEXTRE EDSON	MUESTREADO POR:	MEDRANO DEXTRE EDSON
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	4/04/2023
PROVINCIA:	HUANUCO	FECHA DE INICIO DE ENAYO:	5/04/2023
DISTRITO:	HUANUCO	FECHA DE REPORTE:	18/04/2023
SECTOR:	BOTADERO DE MARABAMBIA	RECIBO O FACTURAL:	23009617
NOMBRE DE LA PARCELA:	----	OBSERVACIÓN:	----

**2. RESULTADOS DEL ANALISIS SOLICITADO**

N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO		pH	CE dS/cm	M.O. %	N %	C %	P ppm	K ppm	Pb ppm	Cd ppm	Ca ppm	Mg ppm	K ppm	Na ppm	Al ppm	H ppm	CIC	Cambiales Cm <sup>3</sup> /kg	Base Cambio Meq	Acidos Cambio Meq	Saturación en de Aluminio %	
	Clase	Arilla	Limo	Clase Textural																					disponible
1	S0848	M1	66	23	11	7.70	0.886	3.864	0.178	2.087	36.48	187.78	61.880	0.834	11.741	8.887	2.123	0.831	0.330	0.000	0.000	-	100	0	0

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras enviadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de estos informes sin la autorización expresa del LASAE. Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María  
Ing° CLAUDIA MEL YORRELLA TRUJILLO  
Profesora del Laboratorio de Suelos de Suelos, Agua y Ecotoxicología

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María  
Laboratorio de SUELOS  
Análisis de Suelos

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María  
Dr. HUGO ALFREDO HUAMANA PUMPUQU  
Jefe Laboratorio de Suelos, Agua y Ecotoxicología

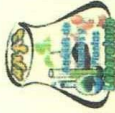
analisisdesuelos@gmail@hotmail.com





# ANÁLISIS DE SUELOS

LASAE



**1. DATOS**

SOLICITANTE:	MEDRANO DEXTRE EDSON	MUESTREADO POR:	MEDRANO DEXTRE EDSON
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCIÓN:	11/07/2023
PROVINCIA:	HUANUCO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	11/07/2023
DISTRITO:	HUANUCO	FECHA DE REPORTE:	19/07/2023
SECTOR:	BOTADERO DE MARABAMBA	RECIBO O FACTURA:	18323
CASERÍO:	---	OBSERVACION:	---

**2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO**

N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO										CIC				CICe		Bases Cambiables %	Acidos Cambiables %	Saturación de Aluminio %		
	REFERENCIA	Clase Textural	Arena %	Arquilla %	Limo %	CE pH	M.O. dS/m	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%					
1	S1061	M1 TRITICUM AESTRUM L.	74	13	13	8.14	1.807	3.810	0.191	2.094	167.336	67.873	26.680	0.012	30.914	26.373	3.866	1.114	0.561	0.000	100.000	0.000	0.000
2	S1062	M1 HORDEUM VULGARE L.	74	11	16	8.26	1.224	4.200	0.210	2.436	161.732	441.600	26.720	0.013	26.865	22.963	3.132	0.866	0.673	0.000	100.000	0.900	0.000
3	S1063	M2 TRITICUM AESTRUM L.	80	21	19	8.31	1.171	3.191	0.190	1.851	166.624	829.680	30.200	0.048	26.431	23.216	2.943	1.182	0.482	0.000	100.000	0.000	0.000
4	S1064	M2 HORDEUM VULGARE L.	64	16	21	8.22	1.232	3.274	0.194	1.899	164.978	640.360	32.480	0.052	27.948	23.878	2.694	1.040	0.408	0.000	100.000	0.000	0.000
5	S1065	M3 TRITICUM AESTRUM L.	80	21	19	8.32	1.332	3.717	0.338	3.886	102.162	660.864	33.400	0.044	28.764	24.448	2.486	1.328	0.504	0.000	100.000	0.000	0.000
6	S1066	M3 HORDEUM VULGARE L.	64	19	17	8.40	1.188	3.581	0.330	3.823	80.216	678.747	29.320	0.066	27.078	23.408	2.035	1.191	0.449	0.000	100.000	0.800	0.000
7	S1067	M4 TRITICUM AESTRUM L.	82	33	16	8.68	0.784	5.987	0.293	3.287	84.127	879.848	33.620	0.060	30.246	26.897	2.197	1.445	0.646	0.000	100.000	0.000	0.000
8	S1068	M4 HORDEUM VULGARE L.	68	17	16	8.46	1.046	6.129	0.306	3.656	70.194	678.378	37.600	0.072	27.171	24.181	1.898	1.071	0.322	0.000	100.000	0.000	0.000

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
 FACULTAD DE AGRONOMÍA  
 Laboratorio de Suelos  
 Tingo María - Perú

ING. LUIS GERMAN MARSELLA MUYA  
 Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



analisisdesuelosnas@hotmail.com  
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531



Universidad Nacional Agraria de la Selva  
**Laboratorio de Microbiología General**  
Tingo María

**SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO**

Recibo N° : 00018324

**Muestra** : Suelo  
**Procedencia** : Huánuco  
**Atención a** : Edson Medrano Dextre  
**Fecha recepción** : 05 de abril del 2023

**Análisis solicitados:**

- Enumeración Microorganismos Aerobios Viables
- Enumeración de Fungi (Mohos y Levaduras)
- Enumeración de Actinomicetos
- Enumeración de Lactobacillus
- Investigación de bacterias fijadoras de nitrógeno

**RESULTADOS:**

Determinación	Resultados	Valor referencial
- Enumeración de microorganismos Aerobios Viables	12 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	3 - 7 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Fungi (Mohos y Levaduras)	2 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	1 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Actinomicetos	54 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Lactobacillus	13 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Bacterias fijadoras de Nitrógeno	66 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	Presencia

**CONCLUSIONES:**

La muestra analizada presenta un número alto de actinomicetos, bacterias fijadoras de nitrógeno, un número moderado de microorganismos aerobios viables (heterotróficos), *lactobacillus*, un número bajo de fungi (mohos y levaduras).

Tingo María, 21 de Abril del 2023.



  
Dr. Mcblgo. Btchnlgo. César S. López López  
Laboratorio Microbiología General





Universidad Nacional Agraria de la Selva  
**Laboratorio de Microbiología General**  
Tingo María

**SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO**

Recibo N° : 00018324

**Muestra 1** : Suelo – *Triticum Aestrium* L. (Trigo)  
**Procedencia** : Huánuco  
**Atención a** : Edson Medrano Dextre  
**Fecha recepción** : 10 de Julio del 2023

**Análisis solicitados:**

- Enumeración Microorganismos Aerobios Viables
- Enumeración de Fungi (Mohos y Levaduras)
- Enumeración de Actinomicetos
- Enumeración de *Lactobacillus*
- Investigación de bacterias fijadoras de nitrógeno

**RESULTADOS:**

Determinación	Resultados	Valor referencial
- Enumeración de microorganismos Aerobios Viables	32 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	3 - 7 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Fungi (Mohos y Levaduras)	5 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	1 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Actinomicetos	53 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de <i>Lactobacillus</i>	14 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Bacterias fijadoras de Nitrógeno	18 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	Presencia

**CONCLUSIONES:**

La muestra analizada presenta un número alto de actinomicetos, un número moderado de microorganismos aerobios viables (heterotróficos), fungi (mohos y levaduras), *lactobacillus*, bacterias fijadoras de nitrógeno.

Tingo María, 16 de Agosto de 2023.



*César S. López López*  
Dr. Mcdlgo. Bctnlgo. César S. López López  
Laboratorio Microbiología General



Universidad Nacional Agraria de la Selva  
**Laboratorio de Microbiología General**  
Tingo María

**SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO**

Recibo N° : 00018324

**Muestra 2** : Suelo – *Triticum Aestrium L.* (Trigo)  
**Procedencia** : Huánuco  
**Atención a** : Edson Medrano Dextre  
**Fecha recepción** : 10 de Julio del 2023

**Análisis solicitados:**

- Enumeración Microorganismos Aerobios Viables
- Enumeración de Fungi (Mohos y Levaduras)
- Enumeración de Actinomicetos
- Enumeración de Lactobacillus
- Investigación de bacterias fijadoras de nitrógeno

**RESULTADOS:**

Determinación	Resultados	Valor referencial
- Enumeración de microorganismos Aerobios Viables	74 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	3 - 7 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Fungi (Mohos y Levaduras)	4 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	1 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Actinomicetos	9 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Lactobacillus	156 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Bacterias fijadoras de Nitrógeno	24 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	Presencia

**CONCLUSIONES:**

La muestra analizada presenta un número alto de microorganismos aerobios viables (heterotróficos), *lactobacillus*, un número moderado de fungi (mohos y levaduras), actinomicetos, bacterias fijadoras de nitrógeno.

Tingo María, 16 de Agosto de 2023.



Dr. *César S. López López*  
Laboratorio Microbiología General



Universidad Nacional Agraria de la Selva  
**Laboratorio de Microbiología General**  
Tingo María

**SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO**

Recibo N° : 00018324

**Muestra 3** : Suelo – *Triticum Aestrium* L. (Trigo)  
**Procedencia** : Huánuco  
**Atención a** : Edson Medrano Dextre  
**Fecha recepción** : 10 de Julio del 2023

**Análisis solicitados:**

- Enumeración Microorganismos Aerobios Viables
- Enumeración de Fungi (Mohos y Levaduras)
- Enumeración de Actinomicetos
- Enumeración de Lactobacillus
- Investigación de bacterias fijadoras de nitrógeno

**RESULTADOS:**


Determinación	Resultados	Valor referencial
- Enumeración de microorganismos Aerobios Viables	51 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	3 - 7 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Fungi (Mohos y Levaduras)	2 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	1 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Actinomicetos	53 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Lactobacillus	25 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Bacterias fijadoras de Nitrógeno	29 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	Presencia

**CONCLUSIONES:**

La muestra analizada presenta un número alto de microorganismos aerobios viables (heterotróficos), actinomicetos, un número moderado de *Lactobacillus*, bacterias fijadoras de nitrógeno, un número bajo de fungi (mohos y levaduras).

Tingo María, 16 de Agosto de 2023.



  
Dr. Mchgo. Bctnlgo. César S. López López  
Laboratorio Microbiología General



Universidad Nacional Agraria de la Selva  
**Laboratorio de Microbiología General**  
Tingo María

**SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO**

Recibo N° : 00018324

**Muestra 4** : Suelo – *Triticum Aestrium* L. (Trigo)  
**Procedencia** : Huánuco  
**Atención a** : Edson Medrano Dextre  
**Fecha recepción** : 10 de Julio del 2023

**Análisis solicitados:**

- Enumeración Microorganismos Aerobios Viables
- Enumeración de Fungi (Mohos y Levaduras)
- Enumeración de Actinomicetos
- Enumeración de Lactobacillus
- Investigación de bacterias fijadoras de nitrógeno

**RESULTADOS:**


Determinación	Resultados	Valor referencial
- Enumeración de microorganismos Aerobios Viables	24 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	3 - 7 x 10 <sup>2</sup> UFC/g
- Enumeración de Fungi (Mohos y Levaduras)	3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	1 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Actinomicetos	3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>2</sup> UFC/g
- Enumeración de Lactobacillus	18 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>2</sup> UFC/g
- Bacterias fijadoras de Nitrógeno	12 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	Presencia

**CONCLUSIONES:**

La muestra analizada presenta un número moderado de microorganismos aerobios viables (heterotróficos), *lactobacillus*, bacterias fijadoras de nitrógeno, un número bajo de fungi (mohos y levaduras), actinomicetos.

Tingo María, 16 de Agosto de 2023.



  
**Dr. Mebigio Btcnigo, César S. López López**  
Laboratorio Microbiología General



Universidad Nacional Agraria de la Selva  
**Laboratorio de Microbiología General**  
Tingo María

**SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO**

Recibo N° : 00018324

**Muestra 1** : Suelo – *Hordeum Vulgare* L. (Cebada)  
**Procedencia** : Huánuco  
**Atención a** : Edson Medrano Dextre  
**Fecha recepción** : 10 de Julio del 2023

**Análisis solicitados:**

- Enumeración Microorganismos Aerobios Viables
- Enumeración de Fungí (Mohos y Levaduras)
- Enumeración de Actinomicetos
- Enumeración de Lactobacillus
- Investigación de bacterias fijadoras de nitrógeno

**RESULTADOS:**


Determinación	Resultados	Valor referencial
- Enumeración de microorganismos Aerobios Viables	18 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	3 - 7 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Fungí (Mohos y Levaduras)	3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	1 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Actinomicetos	64 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Lactobacillus	8 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Bacterias fijadoras de Nitrógeno	53 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	Presencia

**CONCLUSIONES:**

La muestra analizada presenta un número alto de actinomicetos, bacterias fijadoras de nitrógeno, un número moderado de microorganismos aerobios viables (heterotróficos), *Lactobacillus*, un número bajo de fungí (mohos y levaduras).

Tingo María, 16 de Agosto de 2023.



  
Dr. M. B. C. César S. López-López  
Laboratorio Microbiología General





Universidad Nacional Agraria de la Selva  
**Laboratorio de Microbiología General**  
Tingo María

**SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO**

Recibo N° : 00018324

**Muestra 2** : Suelo – *Hordeum Vulgare L.* (Cebada)  
**Procedencia** : Huánuco  
**Atención a** : Edson Medrano Dextre  
**Fecha recepción** : 10 de Julio del 2023

**Análisis solicitados:**

- Enumeración Microorganismos Aerobios Viables
- Enumeración de Fungi (Mohos y Levaduras)
- Enumeración de Actinomicetos
- Enumeración de Lactobacillus
- Investigación de bacterias fijadoras de nitrógeno

**RESULTADOS:**


Determinación	Resultados	Valor referencial
- Enumeración de microorganismos Aerobios Viables	33 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	3 - 7 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Fungi (Mohos y Levaduras)	2 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	1 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Actinomicetos	33 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Lactobacillus	10 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Bacterias fijadoras de Nitrógeno	34 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	Presencia

**CONCLUSIONES:**

La muestra analizada presenta un número moderado de microorganismos aerobios viables (heterotróficos), actinomicetos, *Lactobacillus*, bacterias fijadoras de nitrógeno, un número bajo de fungi (mohos y levaduras).

Tingo María, 16 de Agosto de 2023.



  
Dr. Mcbigo. Bcnlgo. César S. López López  
Laboratorio Microbiología General



Universidad Nacional Agraria de la Selva  
**Laboratorio de Microbiología General**  
Tingo María

**SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO**

Recibo N° : 00018324

**Muestra 3** : Suelo – *Hordeum Vulgare L.* (Cebada)  
**Procedencia** : Huánuco  
**Atención a** : Edson Medrano Dextre  
**Fecha recepción** : 10 de Julio del 2023

**Análisis solicitados:**

- Enumeración Microorganismos Aerobios Viables
- Enumeración de Fungí (Mohos y Levaduras)
- Enumeración de Actinomicetos
- Enumeración de Lactobacillus
- Investigación de bacterias fijadoras de nitrógeno

**RESULTADOS:**

Determinación	Resultados	Valor referencial
- Enumeración de microorganismos Aerobios Viables	54 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	3 - 7 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Fungí (Mohos y Levaduras)	4 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	1 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Actinomicetos	16 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Lactobacillus	9 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Bacterias fijadoras de Nitrógeno	28 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	Presencia

**CONCLUSIONES:**

La muestra analizada presenta un número alto de de microorganismos aerobios viables (heterotróficos), un número moderado de fungí (mohos y levaduras), actinomicetos, *lactobacillus*, bacterias fijadoras de nitrógeno.

Tingo María, 16 de Agosto de 2023.



*Dr. Mglo. Btchnigo, César S. López López*  
Laboratorio Microbiología General



Universidad Nacional Agraria de la Selva  
**Laboratorio de Microbiología General**  
Tingo María

**SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO**

Recibo N° : 00018324

**Muestra 4** : Suelo – *Hordeum Vulgare L.* (Cebada)  
**Procedencia** : Huánuco  
**Atención a** : Edson Medrano Dextre  
**Fecha recepción** : 10 de Julio del 2023

**Análisis solicitados:**

- Enumeración Microorganismos Aerobios Viables
- Enumeración de Fungi (Mohos y Levaduras)
- Enumeración de Actinomicetos
- Enumeración de *Lactobacillus*
- Investigación de bacterias fijadoras de nitrógeno

**RESULTADOS:**

Determinación	Resultados	Valor referencial
- Enumeración de microorganismos Aerobios Viables	21 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	3 - 7 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Fungi (Mohos y Levaduras)	2 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	1 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Actinomicetos	13 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de <i>Lactobacillus</i>	23 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Bacterias fijadoras de Nitrógeno	22 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	Presencia

**CONCLUSIONES:**

La muestra analizada presenta un número moderado de microorganismos aerobios viables (heterotróficos), actinomicetos, *lactobacillus*, bacterias fijadoras de nitrógeno, un número bajo de fungi (mohos y levaduras).

Tingo María, 16 de Agosto de 2023.



*Edson Medrano Dextre*  
Dr. Mcdlgo. Bctnlgo. César S. López López  
Laboratorio Microbiología General