

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“Fitorremediación con dos variedades de higuerilla (ricinus communis 'sanguineus' Y ricinus communis 'mayor') para la mejora de la calidad del suelo contaminados por plomo y arsénico por la minera Atacocha, distrito de Ticlacayan, provincia y departamento de Pasco - 2023”

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

AUTORA: Pablo Sarmiento, Rocio Alicia

ASESOR: Gámez Penadillo, Joel

HUÁNUCO – PERÚ

2024

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

D

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 61232759

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 23018222

Grado/Título: Maestro en ciencias económicas, mención:
 proyectos de inversión

Código ORCID: 0000-0003-4228-565X

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Morales Aquino, Milton Edwin	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	44342697	0000-0002-2250-3288
2	Cajahuanca Torres, Raul	Maestro en gestión pública	22511841	0000-0002-5671-1907
3	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:00 horas del día 23 del mes de febrero del año 2024, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

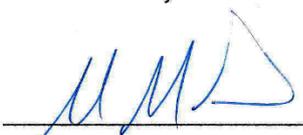
- Mg. Milton Edwin Morales Aquino (Presidente)
- Mg. Raul Cajahuanca Torres (Secretario)
- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Vocal)

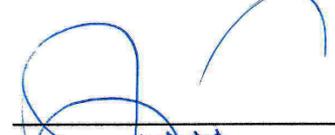
Nombrados mediante la **Resolución N° 0185-2024-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"FITORREMEDIACIÓN CON DOS VARIEDADES DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* 'Sanguineus' Y *Ricinus communis* 'Mayor') PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL SUELO CONTAMINADOS POR PLOMO Y ARSÉNICO POR LA MINERA ATACOCHA, DISTRITO DE TICLACAYAN, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PASCO-2023"**, presentado por el (la) Bach. **PABLO SARMIENTO, ROCIO ALICIA**, 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 **B.u.e.n.o** (Art. 47)

Siendo las **18:20** horas del día **23** del mes de **febrero** del año **2024**, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


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


Mg. Raul Cajahuanca Torres
DNI: 22511841
ORCID: 0000-0002-5671-1907
Secretario


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

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Yo, JOEL GAMEZ PENADILLO, asesor del PA de INGENIERÍA AMBIENTAL y designado mediante documento: RESOLUCIÓN N° 2363- 2023-D-FI-UDH de la bachiller, ROCIO ALICIA PABLO SARMIENTO, de la investigación intitulada “FITORREMEDIACIÓN CON DOS VARIEDADES DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* 'Sanguineus' Y *Ricinus communis* 'Mayor') PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL SUELO CONTAMINADOS POR PLOMO Y ARSÉNICO POR LA MINERA ATACOCHA, DISTRITO DE TICLACAYAN, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PASCO-2023”.

Puedo constatar que la misma tiene un índice de similitud del 24% verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin.

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

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

Huánuco, 08 de marzo del 2024.

Atentamente,

Ing. Mg. Gámez Penadillo, Joel
(DNI): 23018222
Código ORCID: 0000-0003-4228-565X

“FITORREMEDIACIÓN CON DOS VARIEDADES DE HIGUERILLA
(Ricinus communis 'Sanguineus' Y Ricinus communis 'Mayor')
PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL SUELO
CONTAMINADOS POR PLOMO Y ARSÉNICO POR LA MINERA
ATA

ORIGINALITY REPORT

24%

SIMILARITY INDEX

24%

INTERNET SOURCES

8%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

repositorio.udh.edu.pe

Internet Source

6%

2

www.udh.edu.pe

Internet Source

3%

3

distancia.udh.edu.pe

Internet Source

1%

4

repositorio.ucv.edu.pe

Internet Source

1%

5

hdl.handle.net

Internet Source

1%

6

repositorio.utn.edu.ec

Internet Source

1%

7

repositorio.unasam.edu.pe

Internet Source

1%

8

repositorio.undac.edu.pe

Internet Source

Ing. Mg. Gámez Penadillo, Joel
(DNI): 23018222
Código ORCID: 0000-0003-4228-565X

DEDICATORIA

Dar gracias a Dios por su eterno amor y gracia por darme salud, fe y confianza por completar mi carrera profesional.

Quisiera agradecer a mi madre AQUELINA SARMIENTO MARTIN y a mi padre DIONICIO PABLO MANUEL por su apoyo y asistencia incondicional para lograr este objetivo.

Mis hermanas MAYRA, SILVIA, ROSA y mi hermano URIBE, su presencia, apoyo y amor me han animado a seguir adelante y me han ayudado a saber que mi éxito es el de ellos también.

Gracias a mi amado esposo, Rudy Wilson Cárdenas Ramos, por su increíble soporte incondicional y motivación para continuar adelante.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por ayudarme y guiarme a lo amplio de mi profesión, dándome fuerza en los momentos más difíciles y dándome una vida llena de aprendizaje, experiencias y en especial bienestar.

Me gustaría agradecer a mi familia por creer en mí, por su continuo apoyo, por los valores que me enseñaron y por darme la posibilidad de recibir una formación académica de calidad durante toda mi vida.

Me gustaría agradecer a mi esposo por apoyarme y motivarme a completar este trabajo.

A la Universidad de Huánuco, donde recibí muchos años de formación académica profesional, fue para mí un segundo hogar para adquirir nuevos conocimientos.

También me gustaría agradecer a mi asesor MSc. Joel Gamez Penadillo por su soporte continuo en la elaboración de este estudio

Estaré eternamente agradecido a todos aquellos que cooperaron y me apoyaron durante mis momentos más difíciles.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPÍTULO I.....	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	15
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	15
1.3. OBJETIVOS.....	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.6.1. VIABILIDAD OPERATIVA.....	18
1.6.2. VIABILIDAD ECONÓMICA.....	18
1.6.3. VIABILIDAD AMBIENTAL.....	18
1.6.4. VIABILIDAD SOCIAL.....	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	22
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	25
2.2. BASES TEÓRICAS.....	29
2.2.1. FITORREMEDIACIÓN.....	29

2.2.2.	MECANISMO DE LA FITO REMEDIACIÓN	31
2.2.3.	CALIDAD DE SUELO	40
2.2.4.	SUELO.....	42
2.2.5.	PROPIEDADES FÍSICAS DE UN SUELO.....	42
2.2.6.	COMPONENTES DEL COLOR DEL SUELO	50
2.2.7.	PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO	51
2.2.8.	PROPIEDADES BIOLÓGICAS DEL SUELO.....	53
2.2.9.	PASIVOS AMBIENTALES MINEROS	54
2.2.10.	METALES PESADOS.....	55
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	56
2.3.1.	METALES PESADOS.....	56
2.4.	HIPÓTESIS	59
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL.....	59
2.4.2.	HIPÓTESIS SEGUNDARIOS	59
2.5.	VARIABLES	60
2.5.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE	60
2.5.2.	VARIABLE DEPENDIENTE.....	60
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	61
CAPÍTULO III		62
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		62
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	62
3.1.1.	ENFOQUE	62
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL.....	62
3.1.3.	DISEÑO	62
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	63
3.2.1.	POBLACIÓN	63
3.2.2.	MUESTRA	64
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	65
3.3.1.	PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	66
3.3.2.	PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	69
3.4.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	70
CAPÍTULO IV.....		71
RESULTADOS.....		71

4.1. PROCEDIMIENTO DE DATOS.....	71
4.2. ANÁLISIS INFERENCIAL.....	77
CAPITULO V.....	79
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	79
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES.....	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXOS.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Mecanismos de fitorremediación	31
Tabla 2 Clasificación de la higuera	37
Tabla 3 Relación entre la densidad aparente y la porosidad total.....	43
Tabla 4 Valores generalizados para la retención de humedad	45
Tabla 5 Interpretado a través del rango de estabilidad estructural en relación con el diámetro promedio ponderado	47
Tabla 6 Rango de interpretación de la humedad equivalente	50
Tabla 7 Ordenamiento por clases de velocidad de infiltración	51
Tabla 8 Clasificación de acidez del suelo	52
Tabla 9 Coordenadas de ubicación de población de estudio.....	64
Tabla 10 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	65
Tabla 11 Propiedades físicas y químicas antes y después de la fitorremediación con <i>Ricinus communis</i> 'Mayor'	71
Tabla 12 Propiedades físicas y químicas antes y después de la fitorremediación con <i>Ricinus communis</i> 'Sanguineus'	72
Tabla 13 Propiedades químicas antes y después de la fitorremediación con <i>Ricinus communis</i> ' Mayor'.....	73
Tabla 14 Propiedades químicas antes y después de la fitorremediación con <i>Ricinus communis</i> 'Sanguineus'.....	74
Tabla 15 Porcentaje de presencia de metales pesados (plomo y arsénico) del suelo antes y después de la fitorremediación con dos variedades de higuera (<i>Ricinus communis</i> 'Sanguineus') y (<i>Ricinus communis</i> 'Mayor')”	75
Tabla 16 Características morfológicas de las dos variedades de la planta Higuera en la fitorremediación de los suelos contaminados por (plomo y arsénico).....	76
Tabla 17 Comparación de medias de la fitorremediación con dos variedades de la Higuera en la mejora de la calidad del suelo contaminados por plomo y arsénico por la Minera Atacocha, distrito de Ticsacayan, provincia y departamento de Pasco - 2023.....	77
Tabla 18 Comparación de medias de las propiedades físicas y químicas del suelo antes y después de la fitorremediación con dos variedades de la Higuera en la mejora de la calidad del suelo contaminados por plomo y arsénico por la Minera Atacocha, distrito de Ticsacayan, provincia y departamento de Pasco – 2023”	77
Tabla 19 Comparación de medias de las propiedades químicas del suelo antes y después de la fitorremediación con dos variedades de la Higuera en la mejora de la calidad del suelo contaminados por plomo y arsénico por la Minera Atacocha, distrito de Ticsacayan, provincia y departamento de Pasco - 2023.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proceso implicado en la Fito extracción.....	32
Figura 2 Los tipos de fitorremediación	33
Figura 3 Procesos de Fito degradación	34
Figura 4 Morfología de la planta higuerrilla	38
Figura 5 Triangulo de clases texturales dentro del sistema del (departamento de agricultura de los EEUU) USDA.....	46
Figura 6 Tipos de suelo	47
Figura 7 Colores de la tabla correspondientes al matiz 10R.....	48
Figura 8 Localización de puntos de muestreo en el área de excavación regular: forma de cuadrado.....	66
Figura 9 Técnica de cuarteo para la recolección de muestra	67
Figura 10 Propiedades físicas y químicas antes y después de la fitorremediación con Ricinus communis 'Mayor'	71
Figura 11 Propiedades físicas y químicas antes y después de la fitorremediación con Ricinus communis 'Sanguineus'	72
Figura 12 Propiedades químicas antes y después de la fitorremediación con Ricinus communis' Mayor'.....	73
Figura 13 Propiedades químicas antes y después de la fitorremediación con Ricinus communis 'Sanguineus'.....	74
Figura 14 Porcentaje de presencia de metales pesados (plomo y arsénico) del suelo antes y después de la fitorremediación con dos variedades de higuerrilla (Ricinus communis 'Sanguineus') y Ricinus communis 'Mayor'	75
Figura 15 Características morfológicas de las dos variedades de la planta Higuerrilla en la fitorremediación de los suelos contaminados por (plomo y arsénico).....	76

RESUMEN

La finalidad de esta investigación fue evaluar su eficacia de la fitorremediación realizada por dos especies de ricino (*Ricinus Communis* 'Sanguineus' y *Ricinus Communis* 'Mayor') para la mejora de la calidad de suelo contaminado con plomo y arsénico de la mina Atacocha. Es una investigación tipo experimental, prospectivo, longitudinal y analítico con un nivel explicativo. La población está constituida por 1000 m² de suelo contaminado del relave minero y para la muestra se utilizará 50 kg repartidos en 8 maceteros 4 de ellos corresponde a la variedad de (*Ricinus communis* 'Sanguineus') y los otros 4 la variedad (*Ricinus Communis* 'Mayor') utilizando como técnica la observación. Obteniendo como resultado que el plomo disminuyo de 151,478 con *Ricinus communis* 'Mayor' y de 225,948 con *Ricinus communis* 'Sanguineus'. Asimismo, en el arsénico hubo disminución de 68,203 con *Ricinus communis* 'Mayor' y de 87,966 con *Ricinus communis* 'Sanguineus'. Encontrando más variación con la primera variedad. Llegando a la conclusión que las variedades fueron efectivos en los cambios de las repeticiones realizadas encontrando cambios significancia en los parámetros físicos y químicos.

Palabras claves: Fitorremediación, variedades, higuera, mejora, calidad, suelo.

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the effectiveness of phytoremediation carried out by two castor bean species (*Ricinus Communis* 'Sanguineus' and *Ricinus Communis* 'Mayor') to improve the quality of soil contaminated with lead and arsenic from the Atacocha mine. It is an experimental, prospective, longitudinal and analytical type of research with an explanatory level. The population is made up of 1000 m² of contaminated soil from the mining tailings and for the sample 50 kg will be used distributed in 8 pots, 4 of them correspond to the variety of (*Ricinus communis* 'Sanguineus') and the other 4 the variety (*Ricinus Communis* ' Mayor') using observation as a technique. Obtaining as a result that the lead decreased from 151,478 with *Ricinus communis* 'Major' and 225,948 with *Ricinus communis* 'Sanguineus'. Likewise, in arsenic there was a decrease of 68,203 with *Ricinus communis* 'Major' and 87,966 with *Ricinus communis* 'Sanguineus'. Finding more variation with the first variety. Reaching the conclusion that the varieties were effective in the changes in the repetitions carried out, finding significant changes in the physical and chemical parameters.

Keywords: Phytoremediation, varieties, castor plant, improvement, quality, soil.

INTRODUCCIÓN

La contaminación del suelo por metales pesados, como el plomo y el arsénico, es una preocupación ambiental de importancia crítica a nivel global. En el distrito de Tlacacayan, ubicado en la provincia y departamento de Pasco, la actividad minera, en particular la operación de la Minera Atacocha, ha resultado en la liberación de estos contaminantes, lo que plantea serias amenazas en la salud del ecosistema y potencialmente para la salud humana.

En el distrito de Tlacacayan, provincia y departamento de Pasco, se ha identificado una problemática ambiental significativa derivada de la actividad minera de Atacocha. Esta actividad ha generado la contaminación del suelo con altos niveles de plomo y arsénico, representando una seria amenaza para la salud humana, la biodiversidad y la calidad del entorno ecosistémico. En respuesta a esta situación, se propone la implementación de un programa de fitorremediación, empleando dos variedades de higuera (*Ricinus communis* 'Sanguineus' y *Ricinus communis* 'Mayor') con el objetivo de mejorar la calidad del suelo.

La extracción minera realizada por Atacocha ha dado lugar a una presencia significativa de plomo y arsénico en el suelo, lo que representa un riesgo tanto para la salud de las comunidades circundantes como para la integridad del ecosistema local. Estos metales pesados son altamente tóxicos y persistentes en el suelo, lo que plantea desafíos significativos para la recuperación del área afectada. Por lo tanto, es imprescindible encontrar soluciones efectivas y sostenibles para remediar esta problemática ambiental.

Este estudio de investigación se centra en abordar esta problemática medio ambiental mediante la aplicación de la técnica de fitorremediación. En particular, se investigó el efecto de la fitorremediación utilizando dos variedades de higuera: (*Ricinus communis* 'Sanguineus' y *Ricinus communis* 'Mayor'). La fitorremediación, que involucra la utilización de plantas para mitigar la contaminación del suelo, representa una estrategia

innovadora y sostenible para restaurar la calidad del suelo y reducir el nivel de plomo y arsénico en el área afectada.

La fitorremediación, un enfoque basado en el uso de plantas para eliminar, degradar o contener contaminantes en el suelo, se presenta como una alternativa prometedora y respetuosa con el medio ambiente. Las variedades de higuera, conocidas por su resistencia y capacidad para acumular metales pesados, son una opción atractiva para este proceso. Este enfoque no solo busca restaurar la calidad del suelo, sino que también promueve la recuperación del entorno, la mitigación de impactos adversos y la protección de la salud humana

El objetivo principal de esta tesis es determinar el efecto de la fitorremediación con las dos variedades de higuera mencionadas en la mejora de la calidad del suelo contaminado por plomo y arsénico en el área de influencia de la Minera Atacocha, ubicada en el distrito de Tlacayan, provincia y departamento de Pasco, en el año 2023.

El presente estudio busca no solo abordar la urgente problemática ambiental en el distrito de Tlacayan, sino también sentar las bases para soluciones sostenibles y eficaces en la recuperación de suelos afectados por la actividad minera, proporcionando información relevante para la toma de decisiones en el ámbito de la gestión ambiental y la protección de la salud pública.

Los resultados sugieren que las variedades de higuera, especialmente *Ricinus communis* 'Sanguineus', son eficaces en la reducción de plomo y arsénico en suelos contaminados. Además, estas plantas parecen tener un impacto positivo en los aspectos físicos del suelo, mientras que no afectan significativamente los parámetros químicos. Estos hallazgos respaldan la viabilidad de la fitorremediación como una estrategia para mejorar la calidad del suelo contaminado por metales pesados.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La contaminación del suelo se trata del deterioro de la diversidad del suelo debido a la incorporación de compuesto químicas. Se considera un incremento en la concentración de un elemento químico debido a las acciones de personas y a la naturaleza que provoca alteraciones dañinas y reduce su capacidad de utilidad.

Los mayores problemas que suceden en el mundo de hoy, especialmente en Perú, son Contaminación del medio ambiente suelo, agua y aire por los pasivos ambientales de la minería. Los Países como Bolivia, Chile y Perú en la actualidad tienen una larga historia minera. Sobre el tema La industria minera peruana se divide en minas grandes, medianas y pequeñas, y También incluye minería artesanal e informal.

Los requisitos especiales para el cuidado del medio ambiente crean presión Cada día, convirtiéndose en lo más significativo del siglo XXI. Parte de la contaminación es causada por la actividad minera que ha surgido en los últimos tiempos un incremento hasta el punto de causar daños sociales y ambientales.

Actualmente, el principal motivo de la minería es el surgimiento de empresas mineras Como una inversión en el desarrollo de varios sectores económicos del país, pero De hecho, es un problema irreversible y la que es una fuente importante de contaminación ambiental porque las empresas mineras fueron construidos cerca de ríos, es decir, para que pudieran limpiar fácilmente el metal, elementos importantes que afectan la vida, sé que se da especialmente porque no hay leyes estrictas que dicta el gobierno.

En el Perú Las operaciones mineras a menudo tienen un fuerte impacto en el medio ambiente, destruyendo el suelo natural y creando suelo nuevo (suelo artificial) con fuertes limitaciones físicas, químicas y biológicas que dificultan la restauración de la vegetación.

Si bien las empresas mineras depositan sus desechos en áreas restringidas, los contaminantes de los desechos mineros son inestables y se dispersan con la lluvia y el viento, aumentando las inseguridades a la salud humana, la población y el medio ambiente son afectados con esta acción realizada por las empresas mineras.

Los contaminantes pueden alcanzar concentraciones que afectan negativamente al suelo, tales como sus propiedades físicas, químicas y biológicas, tales como: el contenido reducido de materia orgánica, nutrientes reducidos, cambios en el pH crean un suelo ácido, grandes fluctuaciones de temperatura, afectan negativamente el número, la diversidad y la actividad de microorganismos en la biosfera.

La Presa de Relaves Ticlacayán está ubicada en el centro de Perú y contiene una presa de relaves polimetálica producida por la Compañía Minera Atacocha. En los últimos años se han introducido numerosas normativas para la restauración de los yacimientos mineros, lo que implica que tanto las condiciones iniciales como residuales del suelo de la zona deben comprobarse previamente para la planificación de parcelas, restauración de suelos y medidas técnicas de caso en caso.

Por ello, los relaves polimetálicos producidos por la compañía minera Atacocha puede tener unas consecuencias negativo en la naturaleza, particularmente en los residuos mineros, lo que inevitablemente conduce a la degradación del suelo, las aguas superficiales, las aguas subterráneas y el aire. Todo ello sin tener en cuenta los posibles daños a la salud en las zonas urbanas cercanas.

Este estudio pretende aportar conocimientos sobre técnicas de tratamiento de suelos en relaves mineros mediante la remediación con el uso de las dos variedades de la planta higuera (Ricinus communis Sanguineus y Ricinus communis Mayor), que es una tecnología limpia e in situ, no destructiva, viable y económica de implantar, alternativas para limpiar suelos y recuperar su calidad, de acuerdo a las normas regulatorias.

El uso de ambas variedades de ricino se puede aplicar a suelos contaminados con metales pesados como plomo y arsénico. Teniendo en cuenta que este tratamiento de plantas se ha vuelto ampliamente disponible ya que es un procedimiento pasivo estético útil se utiliza para tratar suelos contaminados por múltiples metales pesados al mismo tiempo.

El ricino (*Ricinus communis* L.) es una especie vegetal conocida por su tolerancia al frío, resistencia, competencia reducida con cultivos alimentarios, adaptación Suelo contaminado con metales pesados y suelo con alto contenido de aceite, Las semillas aumentan su potencial como cultivos alternativos remediación de suelos y el abastecimiento de aceite para producción de biodiesel y otros usos, industriales y agrícolas CAS(Castillo et al., 2017).

En la actual tesis se utilizará las ambas variedades de planta de higuera considerada en nuestro departamento de Huánuco como una maleza, lo cual hace interesante este trabajo ya que tiene como objetivo evaluar el procedimiento de la tierra contaminado con plomo y arsénico por el uso de plantas de higuera, creando un impacto económico, social y sostenible en el medio ambiente.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál será el efecto de la fitorremediación Con Dos Con Variedades De Higuera (*Ricinus communis* 'Sanguineus' y *Ricinus communis* 'Mayor') Para La Mejora De La Calidad Del Suelo Contaminados Por Plomo y Arsénico Por La Minera Atacocha?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuáles serán las propiedades físicas del suelo antes y después de la fitorremediación con dos variedades de higuera (*Ricinus communis* 'Sanguineus' y *Ricinus communis* 'Mayor')?

¿Cuáles serán las propiedades químicas del suelo antes y después de fitorremediación con dos variedades de higuera (*Ricinus communis* 'Sanguineus' y *Ricinus communis* 'Mayor')?

¿Cuál será el porcentaje de presencia de metales pesados (plomo y arsénico) del suelo antes y después de la fitorremediación con dos variedades de higuera (*Ricinus communis* 'Sanguineus' y *Ricinus communis* 'Mayor')?

¿cuáles serán las características morfológicas de las dos variedades de la planta Higuera (*Ricinus communis* 'Sanguineus' y *Ricinus communis* 'Mayor') en la fitorremediación de los suelos contaminados por (plomo y arsénico)?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Demostrar el efecto de la fitorremediación Con Dos Con Variedades De Higuera (*Ricinus communis* 'Sanguineus' y *Ricinus communis* 'Mayor') Para La Mejora De La Calidad Del Suelo Contaminados Por Plomo y Arsénico Por La Minera Atacocha”.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar las propiedades físicas del suelo antes y después de la fitorremediación con dos variedades de (*Ricinus communis* 'Sanguineus' y *Ricinus communis* 'Mayor')”.

Evaluar las propiedades químicas del suelo antes y después de fitorremediación con dos variedades de higuera (*Ricinus communis* 'Sanguineus' y *Ricinus communis* 'Mayor').

Evaluar el porcentaje de presencia de metales pesados (plomo y arsénico) del suelo antes y después de la fitorremediación con dos variedades de higuera (*Ricinus communis* 'Sanguineus' y *Ricinus communis* 'Mayor').

Evaluar las características morfológicas de las dos variedades de la planta Higuera (*Ricinus communis* 'Sanguineus' y *Ricinus communis* 'Mayor')” en la fitorremediación de los suelos contaminados por (plomo y arsénico).

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La contaminación minera es una de la problemática ambiental más importante del siglo XXI. Por ello, provocan una grave contaminación del suelo, el agua, el aire e incluso la salud pública, debido a que el relave minero generado por la minera Atacocha se observa que el suelo no se ha restaurado de manera óptima en los últimos años. Esto tiene un impacto perjudicial en la calidad del suelo, es importante encontrar soluciones alternativas para reducir estos problemas y restaurar el ecosistema, lo más importante.

Este estudio se centró en mejorar la calidad de los suelos contaminados con metales pesados (plomo y arsénico) por residuos de la minera Atacocha, optando por la fitorremediación, que juegan un papel fundamental en el tratamiento de suelos contaminados.

De igual manera, este procedimiento es una alternativa económica, sustentable y popular frente a diversas formas de tratamiento tradicionales. A través de este estudio tratamos de mejorar la salud de los habitantes de las zonas aledañas y mejorar la calidad del suelo.

Sin embargo, los resultados obtenidos de este estudio contribuirán a nuevos proyectos y buscar nuevas soluciones a la contaminación de suelos a través de la fitorremediación.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Durante la investigación de esta tesis, se identificaron varias limitaciones del problema.

- Por un lado, que no había precedentes de investigación sobre los efectos de la fitorremediación con dos especies de ricino (*Ricinus communis* 'Sanguineus' y *Ricinus communis* 'Mayor') en el departamento de Huánuco.
- Nuestra Universidad de Huánuco (UDH) no cuenta con un laboratorio acreditado especializado en análisis de suelos.
- Se restringió el acceso a la presa de relaves de Atacocha, donde se recolectaron muestras de suelo.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. VIABILIDAD OPERATIVA

El proceso de desarrollo de este estudio se demuestra factible ya que se contará con los consultores y la logística necesaria (movilidad, personal y materiales necesarios).

1.6.2. VIABILIDAD ECONÓMICA

La fitorremediación es uno de los métodos in situ de menor costo y económicamente viables. Para la remoción de Metales pesados como plomo y arsénico en zonas contaminadas.

Fueron cubiertos económicamente de forma integral las actividades programadas a lo largo del proyecto (preparación, ejecución y presentación) por el investigador.

1.6.3. VIABILIDAD AMBIENTAL

En cuanto a la fitorremediación nos ayudará restablecer la revegetación de sitios contaminados por su alto grado de eficacia del suelo, beneficiando en los parámetros físico, químico y biológicos de suelo.

Por qué se va trabajar con plantas nativas que se encuentran fácilmente en el departamento de Huánuco que son las dos variedades de higuierilla (*Ricinus communis* 'Sanguineus' y *Ricinus communis* 'Mayor').

1.6.4. VIABILIDAD SOCIAL

Este trabajo de investigación es viable, debido a que beneficiará a los pobladores cercanos del relave minero generado por la minera Atacocha. Recuperando zonas contaminadas por metales pesados como plomo y arsénico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Cárdenas (2020) en su tesis titulada Rango de conductividad para análisis de germinación de semillas de ricino (*Ricinus communis* L.), Universidad Central del Ecuador, Ecuador, Quito. El autor tuvo como **objetivo** los rangos de conductividad instalado en el analizador automático de semillas (SAD 9000-S) para determinar la tasa de germinación de ricino en el analizador automático de semillas (SAD 9000-S). Además, este método se realizó inicialmente en dos etapas: en la primera etapa, en campo sin tratamiento previo, a los 28 días las semillas germinaron y se utilizaron materiales con índices de germinación alto, medio y bajo a elegir, entre ellos 12, 34 y Modelos 169-S). De igual manera, la metodología, inicialmente se realizó en dos fases: Fase I respectivamente, en la Fase II se realiza un pretratamiento en el laboratorio y se realizan pruebas de germinación en papel germinativo. La calibración del dispositivo SAD 9000-S utilizando datos de tasa de germinación de laboratorio. Como resultado, la tasa de germinación promedio en la primera etapa fue del 47,65% y la tasa de germinación promedio en la segunda etapa fue del 86,79%. “De los datos obtenidos, se puede juzgar que el pretratamiento puede romper la latencia. Además, se determinó un valor óptimo o límite superior que fue 220 μ Scm¹. Donde se concluye que las semillas se encuentran en condiciones fisiológicas saludables, pero valores más altos indican la presencia de infección interna o externa grave. Por ello, esta información permite a los productores obtener datos confiables sobre el potencial de germinación del ricino en un período de tiempo más corto”.

Vélez (2021) indica en Su Tesis Titulada: “Evaluar el Morfo agronómica de la diversidad de la higuera presentes en la región meridional del Ecuador” Universidad Técnica Del Norte-Ecuador. Donde **el objetivo** El objetivo de este estudio fue examinar la diversidad de formas de pensar de los habitantes de la región central-sur de Ecuador, además de hallar materiales interesantes y recomendar acciones para preservar la diversidad de especies y asistir a la política pública del país. **Se evaluaron** Para 111 muestras de 9 provincias de la región centro-sur del Ecuador, se utilizaron 32 descriptores agronómicos morfológicos, 20 de los cuales fueron significativos (valor de $p < 0,05$) para las diferencias entre grupos. El análisis de conglomerados distinguió 3 categorías y 9 tipos morfológicos: **la primera categoría** La altura media del árbol es de 147,17 cm, el peso de cien semillas es de 20,05 g, crece horizontalmente y el fruto es de color amarillo verdoso. Grupo 2: Altura de la planta 173,77 cm, peso de 100 semillas 35,48 g, forma compacta, fruto de color verde oliva. Grupo 3: La planta mide 152,22 cm de altura y pesa 100 semillas. Grupo 3: Altura de la planta 152,22 cm, peso de 100 semillas 23,70 g, crecimiento erguido, frutos amarillo-rojos. Se consiguieron nueve materiales que potencialmente tienen relación con las características agronómicas de una planta como es el caso del peso de cien semillas, del largo de un racimo, del número de semillas que tiene por racimo y de su altura de plantación originarios de las provincias de Manabí, Chimborazo y Loja. A través de los servicios de ecología de plantas se abogan iniciativas para la protección, manejo y utilización de la diversidad de plantas de higuera.

Cuellar (2017) “Remediación de suelos contaminados con residuos de baterías de automóviles utilizando *Ricinus communis* y hongos micorrízicos simbióticos”, Universidad Central del Ecuador, Ecuador, Quito. “El objetivo de este episodio fue examinar la respuesta del *Ricinus communis* y fungí con micorriza en una zona infectada por (RBA). Con el objetivo de utilizarlo en la remediación de plantas. Como instrumento, se establecieron pruebas con cuatro fungí que tienen

micorriza (*Acaulospora* sp; *Gigaspora gigantea*, *Funneliformis mosseae* BEG-25 y *Glomus* sp.) y un método sin inocular. Se practicaron tres extracciones diferentes en plantas de diferentes edades (5, 10 y 15 meses). Se estudiaron los niveles de concentración total en el suelo rizosférico (CTPb) y la cantidad que se puede extraer por el mismo medio (DTPAPb). También, se valoró la capacidad agrícolas de los vegetales y se estudió la distribución de aceites y grasas (AG) en las semillas. También, dentro de las hojas de la flora, se analizaron los niveles de Pb (Pbaérea) y diversas características bioquímicas: total de azúcar soluble (AST), prolina, compuestos fenólicos total (CFT), actividad de superóxido dismutasa (SOD) y de ascorbato peroxidasa (APX). Se evaluó la colonización fúngica (CM) en rizomas de plantas. En este sentido, los valores iniciales de CTPb y DTPAPb fueron muy elevados (41.893 y 6.246 mg/kg) en comparación con los límites permisibles contenidos en las NOM-147 y 021. Asimismo, la planta cuenta con 37 semillas, que constituyen el 43% en peso del aceite de ricino. Se observaron aumentos en AST (12%) y prolina (7 μ M g⁻¹ de peso fresco), actividad de SOD (2,9 U mg⁻¹ de peso seco) y APC (0,6 U mg⁻¹ de peso seco) en comparación con otros años. menos de quince años. La CM fue más grande en los vegetales que se inocularon (44%) que en los vegetales que no se inocularon (22%). Los fungí que contienen psilocibina se compararon con aquellos que no tienen (4,531 miligramos por kilogramo) y además, se contrastaron con respecto a la DTPAPb que poseen (2.904 miligramos por kilogramo). (3.546 miligramos por kilogramo). En oposición, los vegetales que tienen control sobre su altura acumularon más *Pubaelea* (234 miligramos por kilogramo) que los vegetales que están infectados con *Acaulospora* sp. Inoculado. (70 miligramos por kilogramo). El porcentaje de plantas del género de las CFT fue superior (24%) en las no inoculadas en comparación a las inoculadas con *F. Bryophyceae* BEG-25 (18%) y *Glomus* sp. (13%). También, los vegetales que están inoculados con *Gi*. Los vegetales de gran tamaño tuvieron una mayor porción de aceite (46%) en comparación a las plantas de tamaño normal (40%). *Acaulospora* sp. Las proporciones de ácidos palmítico (0,8%), oleico

(2,5%) y linoleico (1,2%) en los aceites de semillas vegetales aumentaron en comparación con las proporciones de estos ácidos grasos en los aceites de semillas vegetales no inoculadas (0,2, 1,1 y 0,2%). Los resultados mostraron que los hongos *F. mosseae* BEG-25 y *Acaulospora* sp. “Están emparentados con la planta *R. communis* y tienen la capacidad de retener metales en el suelo, además de mejorar el rendimiento y la calidad de la savia de la planta”.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Barrios y Garcilazo (2019) en su tesis titulada: “Potencial de fitorremediación de *Ricinus communis* 'Higuerilla' contra arsénico y plomo en suelos contaminados de la zona de La Porfía Patas”, Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú. identificaron la capacidad de sanación fitorremediadora de *Ricinus communis* "Higuerilla" para plomo y arsénico en tierras envenenadas de la región de La Porfía Pataz durante el 2019, utilizando un procedimiento que valora la utilización de la especie de *Ricinus communis* "Higuerilla" para conseguir, acumular y tolerar elevadas concentraciones de sustancias nocivas, como son metales pesados. En un intento por eliminar la presencia de plomo y de arsénico en las terapias, se plantaron y creció la semilla de Ricino dentro de recipientes de cincuenta hoyos. Por otra parte, el conjunto de estudio se corresponde con la región de Porfía-Patas, y en este lugar se recogieron muestras de acuerdo al instructivo de recolección de muestras de suelo infectado elaborado por el Minam. Se analizaron las propiedades de crecimiento (por ejemplo, el tamaño de la raíz, la altura del tallo y el número de hojas) diferentes etapas de crecimiento de las plantas para determinar las propiedades de fitorremediación del ricino en función de los niveles de plomo y arsénico. En tanto, se tantearon los niveles de estos componentes dentro de las plantas y se determinó la aptitud Fito remediadora de la especie de *Ricinus communis* hacia el plomo y el arsénico. En los primeros diez días, el índice de absorción inicial fue de 12.5 miligramos por Kilo de plomo y 10.7 miligramos por Kilo de Arsénico, en el segundo tratamiento de veinte días fue de 41.7

miligramos por Kilo de plomo y 61.0 miligramos por Kilo de As/mg. De esta manera, concluimos que la tasa de asimilación es debido a que las plantas laboran mayor tiempo con el fin de conseguir una mayor asimilación. *Ricinus Communis* es posible que pueda aguardar y tomar como su destino la concentración de plomo (47,32 miligramos por kilogramo) y de arsénico (49,15 miligramos por kilogramo) presentes en los terrenos minados, esto lo vuelven a poner como una muy buena opción para los terrenos impactados por la contaminación de la minería. Se corroboró que es posible utilizarlo con el objetivo de remediar plantas.

Cordova (2016) en su tesis titulada: “Evaluación de la capacidad de purificación del Marrubio (*Marrubium vulgare*) y semillas de ricino (*Ricinus communis*) mediante el método de Fito extracción de suelos contaminados con metal pesado, plomo (Pb) en el Distrito Puente Piedra”, Universidad César Vallejo, Lima-Perú. Su principal objetivo fue estudiar la capacidad compensatoria del Marrubio y el ricino en suelos contaminados con plomo. La naturaleza de la investigación se presta al uso de prototipos experimentales. En el lugar en donde se recogió una muestra de 1 kg en base a la norma de recolección de muestras de suelo infectado, se halló una zona de superficie de 5 mil m². También, el procedimiento de tratamiento de información fue realizado a través de estudios de laboratorio. Además, la confiabilidad de los datos se probó mediante la prueba de comparación de medias t de Student con un 95% de confianza. Además, los resultados indican que la utilización de las especies de plantas anteriores es muy factible para la depuración de tierras dañadas por metales pesados. El análisis se orientó en torno al componente plomo a diferentes niveles de concentración y consiguió resultados positivos en torno a la depuración del terreno.

Trejo (2018) en su tesis titulada: “La extracción de plomo a partir de relaves oxidados, utilizando como instrumento de extracción *Ricinus Communis*, y agregando como complemento el ácido fúlvico, se

produjo en Rímac, 2018”, Universidad César Vallejo, Lima Perú. El estudio en cuestión fue hecho con el fin de tratar residuos oxidados que tienen una concentración de 20.088,206 por ciento, y son dañinos para los seres vivos que están expuestos al ambiente sin que se les realice un tratamiento específico, además de ampliar el ámbito de la extacción de plomo con la higuera (*Ricinus communis*) y la adición del ácido fúlvico como forma de sacar las toxinas del relave oxidado que se recogió en el Rímac”, para conseguir la potencialidad de sanación de recursos manchados por la minería, se hicieron tres tratamientos (dos repeticiones por uno); Recogimos 1 m² de residuos para un total de catorce macetas de prueba. Para llevar a cabo esto, se modificó la planta de Ricino durante 15 días y luego de que la adaptación del mismo fuera buena, se posicionaron en recipientes codificadas para cada tratamiento y se trataron con 3 diferentes dosis de Lish: 0, 2,5 y 5 ml, que se administró durante dos meses. Ácido fúlvico, que es 1 parte de agua en mililitros. Al mismo tiempo del tratamiento, nos damos cuenta que la dosis óptima de ácido salvaje es de 5 mililitros en 1 litro de H₂O, por lo que decidimos que el ácido salvaje es efectivo para el desarrollo de Ricino. Conclusión: Después de todo, las plantas de ricino (*Ricinus Communis*) están en excelentes condiciones para extraer abono eficaz de los residuos dañados. Además, los resultados mostraron que la especie Ricino poseía la capacidad de eliminar las partículas oxidadas de diferentes cantidades dentro de los recipientes y creó una planta altamente impulsada mediante la incorporación de ácido salvaje. El grupo de residuos oxidados es bajo. Esto muestra la capacidad del organismo (higuera) en tales circunstancias y la importancia de proteger el medio ambiente y el hábitat.

Quispe (2020) menciona en su tesis titulada: Fitorremediación con *Ricinus communis* para limpiar suelos contaminados con plomo en la ciudad de Cerro de Pasco, 2020”. “Este estudio fue realizado por las operaciones mineras de varias empresas en la zona de Simón Bolívar. Se considera un problema económico y socio ecológico para la provincia y el Departamento de Pasco, y la intoxicación por metales

pesados es un importante problema de salud pública. Aquí es donde surgió el presente trabajo de investigación. Para solucionar este problema se ha elaborado esta tesis, que propone un método de fitorremediación utilizando *Ricinus communis*, Limpie el suelo contaminado con plomo. Sobre metodología. El suelo se preparó con diferentes concentraciones de plomo. Primer nivel; 458.62 mg/kg, 704.36 mg/kg, 955.94 mg/kg y 1210.32 mg/kg de plomo, respectivamente, con tres repeticiones para cada tratamiento para evaluar los resultados de tolerabilidad de la comunidad *Ricinus*. Los resultados obtenidos de investigaciones estadísticas con un nivel de confianza de 0,05 muestran que el aditivo alimentario *Ricinus communis* es más eficaz en suelos con contenidos de Pb que oscilan entre 243,90 mg/kg y 835,63 mg/kg. Adicionalmente, el tratamiento con 243.90 mg/kg Pb redujo sus mediciones a niveles por debajo de la Norma de Calidad Ambiental de Suelos DS N° 011-2017-MINIAM para uso en zonas residenciales y/o residenciales o parques. Se han completado los cálculos necesarios para encontrar la causa del desplazamiento y la concentración. Sin embargo, en el caso de especies con factor bioacumula $TiVo$, como *Ricinus Communis*, no se considera hiperacumuladora, por lo que esta planta es un tipo de estabilizador fitoquímico del agente Fito remediador de la infección de la planta; porque limita la absorción de contaminantes por las raíces y limita su capacidad de trasladarse a otros tejidos de la planta; Esta planta se recomienda en los casos en que el suelo esté contaminado con plomo, lo que requiere tratamiento, por ejemplo con un estabilizador de plantas.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Dávila (2020) menciona en su tesis titulada: “Remediación de suelo contaminado con plomo a partir de plantas de *Vetiveria* (*Chrysopogon Zizanioides*) en el ambiente de vivero de La Esfinge - Amari - Huánuco, 4 de junio de 2019”, Universidad de Huánuco - Perú. **El objetivo** El objetivo del análisis fue determinar la capacidad de

retorno del suelo infectado con Vetiveria en las condiciones del vivero La Esperanza. La manera de hacer se acopló a un experimento con 3 formas de manifestarse: T1: 6 esquejes, T2: 8 esquejes y T3: 12 esquejes de Vetiveria con 5 repeticiones, que totalizan 15 unidades de prueba. También, las características analizadas fueron: la concentración de plomo no deseada, la cantidad y extensión de los macollos y las hojas de vetiver. Los resultados evidenciaron que la cantidad de vetiver no se encuentra determinada por la concentración de plomo residual, sino más bien por el estudio de los terrenos envueltos que exhiben un elevado temor de plomo. Sin embargo, la cantidad de biomasa aérea de Vetiveria, que incluía el número de ramas y las longitudes de las mismas por individuo plantado al principio del experimento, demostró que eran capaces de subsistir a pesar de las condiciones dañinas del piso. En consecuencia, la investigación debe ser repetida teniendo en cuenta el diagnóstico de plomo en el suelo o sustrato de la planta de maceta, para verificar la movilidad del metal en el estado del suelo y corroborar la adsorción de metal. A través del huerto de Vetiveria.

En cuanto a, Solisor (2021) “Impacto del biocarbón de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en el progreso de la calidad del suelo y tipologías del rábano (*Raphanus sativus*) - Huánuco 2020”. **Los objetivos** De los resultados de este estudio, los más importantes son: Contrastar la efectividad del biocarbón de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) con las características morfológicas del rábano (*Raphanus sativus*) - Huánuco 2020. En el lugar en donde la manera en la que se consiguió este propósito fue propuesta por los investigadores es en donde la muestra se obtuvo con el objetivo de tener una distribución uniforme (muestreo intencional o de comodidad). En la investigación se emplean quince mesas de trabajo. Los primeros cinco vegetales poseían 15 kilogramos de tierra gruesa, y sus características físicas y químicas fueron analizadas, al mismo tiempo se plantaron rábanos dentro de esta tierra. También, las otras 10 mesas tenían cada un 15 kilogramo de sustrato, y la concentración de Biochar era del membrillo por ciento en cinco

mesas y del treinta por ciento en las otras cinco, y se plantó y se evaluó la planta de rábano durante cuarenta y cinco días. Finalmente, se examinaron muestras de suelo de cada espacio disponible en las mesas para determinar si el Biochar influye en las características químicas y físicas del suelo. En consecuencia, obtuve el siguiente resultado: Parámetros del suelo impactados por el uno por ciento de Biochar de membrillo. En superficie, el contenido promedio de arena fue de 58,9%; Además, se puede observar que con 22,2% de arcilla y 18% de limo, el valor del pH cambió significativamente a 8,862. Según el manual de comprensión de las Naciones Unidas, el porcentaje de contenido orgánico es del 0,88%. Desde una perspectiva química, el nitrógeno promedio es 0,07, pero el fósforo promedio es 10,714 y el potasio promedio es 229,174. Finalmente, los componentes de la norma son los objetos reemplazables Ca (media de 17,914) y K (media de 0,714). Sin embargo, la media de sodio es relativamente baja: 0,482. El valor CIC medio es 21.388, esto denota una fecundidad del piso media. Debido a eso, los parámetros de las características físicas del suelo que contiene un treinta por ciento de Biochar se incrementaron en promedio un sesenta y tres por ciento para la arena, un veinte y ocho por ciento para la arcilla y un diecisiete por ciento para el limo, los cuales se comparan con los parámetros iniciales y se mejoran. El suelo tiene un pH muy alto con una media de 9,298. Contenido medio de sustancias orgánicas con una media de 2.522. Conforme a los lineamientos de entendimiento de la Unión Soviética, el contenido de nitrógeno es medio con una media de 0.126, sin embargo, el contenido de fósforo es alto con una media de 14.68, y el contenido de potasio es alto con una media de 325.018. En conclusión, es posible determinar que el Biochar de eucalipto posee una influencia significativamente buena sobre la calidad del suelo, para todos los parámetros estudiados de manera estadística, salvo para el limo, para el cual no se evidencia una influencia o beneficencia del mismo natural. Los dos procedimientos fueron efectivos en cuanto a las características de calidad del suelo, sin embargo, el procedimiento que se hizo utilizando el 30% del Biochar de Eucaliptus glóbulos fue más

significativo en las características fisicoquímicas del suelo, ya que las características valoradas en base a la calidad del suelo analizadas fueron de bajo a medio, medio y alto rango.

Bambaren (2019) "Impacto ambiental de las actividades mineras en siete cuevas del centro de Rondós Bajo en el distrito de Huánuco, 2018.". El objetivo de la indagación fue contrastar la cuenta de pasivo de 7 cuevas con otras cuentas de pasivo de cuevas distintas, identificar los impactos ambientales significativos provocados por la cuenta de pasivo de 7 cuevas y proponer soluciones adecuadas fundadas en los principios para la identificación y análisis de los daños ambientales de la minería. Además, las labores que están contempladas en la legislación de Perú. Un procedimiento de análisis propuesto por los investigadores, que hace uso de investigaciones específicas acerca de las tres características sugeridas por la legislación: la seguridad de la humanidad, la salud pública y el medioambiente natural y la vida silvestre y su preservación. De acuerdo con los parámetros fijados por los lineamientos para la identificación y el análisis de las consecuencias ambientales de los mineros del Ministerio de Energía y Minas - MINEM, se procedió a la calificación de estos posibles efectos, utilizando diferentes métodos cualitativos como la elaboración de sus fichas. Luego de que se identificara y se valorara el efecto ambiental del pasivo de la minería, se procedió a una cuantificación de la mineralidad con el fin de determinar si es viable la primera forma de sanearlo: la reutilización sustentable del pasivo de la minería. Luego se ejecutaron investigaciones específicas en relación a cada criterio: para la seguridad de las personas se hizo una encuesta de peligro de accidente, para la salud pública una exploración de sanidad y en la fauna silvestre y su preservación se hizo un monitoreo de fauna hacia los murciélagos (especie de animales domésticos). La propuesta de remediación del medio ambiente se realizó de acuerdo a los efectos importantes que se observaron en el estudio, en el cual se develó que existe un alto riesgo en la seguridad de las personas debido a la pendiente de la superficie, y como sugerencias se propuso el agregado de tierra del desmonte y el exceso de construcción en la zona

denominadas “Las 7 Cuevas”. Por último, se estableció el lugar ecológico que tienen los murciélagos, se trata de una especie de parasites que posee un peligro médico.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. FITORREMEDIACIÓN

Jara et al. (2014) Indica que la utilización de plantas para sanar en el sitio los desechos de la tierra, el agua y el viento, con o sin contaminación por plantas, se llama fitorremediación.

Marrero et al., (2012) menciona que la fitorremediación es una técnica muy prometedor para la remediación y rehabilitación de sujetos con altas concentraciones de metales pesados. El tratamiento de plantas es un aspecto de la biorremediación que puede considerarse como una tecnología alternativa sostenible y rentable. Utiliza plantas (árboles, arbustos, plantas herbáceas) y algas que son capaces de almacenar y eliminar sustancias tóxicas a través de su metabolismo, principalmente metales pesados, por eso se les llama plantas hiperacumuladoras.

Por su parte, Delgadillo et al., (2011) agrega que ciertas plantas tienen la capacidad de recolectar, almacenar, cambiarse a otros estados, evaporarse o estar estabilizadas frente a componentes químicos, biológicos o físicos presentes en el suelo, el agua, los sedimentos o las plantas, estos componentes son conocidos como fitorremediación

Núñez et al., (2004) Se trata de la utilización de especies vegetales para solucionar o regenerar ambientes dañados como el agua, el suelo y también el aire. Este término se encuentra relativamente nuevo, creado en 1991. Consta de dos termino: Fito, que significa planta o vegetal, y remediar, que significa reparar un agravio o cambiar o mejorar una cosa. El procedimiento de plantas es la sanación de la equivocación mediante la utilización de plantas o frutas. En una definición más amplia, la fitorremediación se puede entender

como una tecnología sustentable que usa la flora para disminuir la magnitud o el peligro de contaminación de origen orgánico o inorgánico en el suelo, agua, atmósfera y sedimentos, apoyada por procesos químicos que realizan las plantas y los microorganismos que se unen a sus sistemas de raíz, esto genera la reducción, la mineralización, la descomposición, la evaporación y la estabilidad de diversas clases de contaminación.

Desde el punto de vista de Huaraca et al., (2020) El proceso vegetal es una ciencia que utiliza la flora y fauna asociada, los cambios del suelo y técnicas agrícolas para tratar la contaminación del suelo. Además, los depósitos de almacenamiento de metales se utilizan para manipular metales voluminosos. Además, las herramientas de fitorremediación que pueden utilizarse para sanear los suelos dañados por metales de peso incluyen la Fito extracción (acumulación de plantas), la Fito estabilización y la fitofiltración.

Álvarez (2019) es consistente con el previo concepto de que la fitorremediación es un método de sanación de tierras, que se utiliza para remover o achicar la contaminación o degeneración del terreno abonado, “utilizando la especie de plantas que se encuentra en ese lugar. Se identificó que métodos como la extracción de Fito, la estratificación de Fito, la degradación de Fitó, la estratificación de suelo y la vitalización de fito, están relacionados de manera principal con las propiedades del suelo, la diversidad de microorganismos y las características de extracción. Se exponen diversas cuestiones acerca de la alimentación de los minerales y la tolerancia de las plantas, las primordiales bondades y las más importantes adversidades de la tecnología, algunas especies escogidas para utilizarla y algunos casos prácticos.

Se ha reportado que el conocimiento de los procesos fisiológicos de las plantas y de los compuestos tóxicos puede ayudar a seleccionar variedades de plantas que sean más resistentes a contaminantes específicos; además, debido a la modificación genética, se puede

aumentar la biomasa, la morfología, la densidad de las raíces o la penetración de las raíces, promoviendo al mismo tiempo la existencia de un vínculo específico entre microorganismos y raíces.

2.2.2. MECANISMO DE LA FITO REMEDIACIÓN

Las vegetaciones poseen la tolerancia de almacenar metales pesados a través de tejidos vegetales (raíces, tallos, hojas), procesos de procesamiento y mecanismos importantes, por ello se han identificado las siguientes estrategias de fitorremediación:

Tabla 1
Mecanismos de fitorremediación

PROCESO	MECANISMOS	CONTAMINANTES
Fito estabilización	Complicación	Orgánico e inorgánico
Fito extracción	Hiperacumulación	Inorgánico
Fito volatilización	Volatilización a través de las hojas	Orgánico e inorgánico
Fito inmovilización	Acumulación en la rizosfera	Orgánico e inorgánico
Fito degradación	Uso de plantas y microorganismo asociados para degradar contaminantes	Orgánicos

Nota. Los principales componentes fisiológicos básicos que ocurren en la vegetación y los microorganismos asociados incluyen: transpiración, fotosíntesis, metabolismo y nutrición". (Ghosh, 2005)

2.2.2.1. FITO ESTABILIZACIÓN

Son procedimientos que utilizan especies de flora con el fin de disminuir la movilidad de los agentes contaminantes y de esta manera disminuyen el peligro de nuevos disturbios ambientales; los vegetales son usados para aprisionar los agentes contaminantes dentro del ecosistema mediante la adsorción (en la raíz).

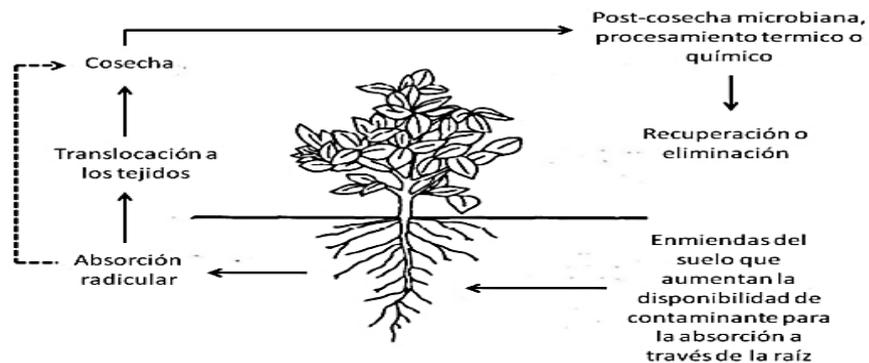
- Precipitación (maneras menos fluidas)
- Complicación (encapsulando orgánicos)
- Acumulaciones de detritus en sus raíces.

En conclusión, la estabilidad Fito estabilizante tiene como propósito detener la contaminación en el ámbito de la biosfera utilizando métodos de raíz de plantas que se adaptan. (Teodoro et al., 2020).

2.2.2.2. FITO EXTRACCIÓN

Esto se basa en aprovechar la capacidad de recolectar residuos de plantas (vastas, altas y hojas) para que puedas recolectarlos con mayor facilidad. Además, de determinadas clases de contaminantes, como los isótopos y la radiación, también se pueden extraer materiales extraños, como todos los metales voluminosos. Normalmente los minerales se agrupan en sistemas minerales que están contaminados con plantas, estos son sistemas extra minerales que están presentes durante el proceso de mineralización de las plantas, donde el mineral tiene una mayor concentración de minerales.

Figura 1
Proceso implicado en la Fito extracción



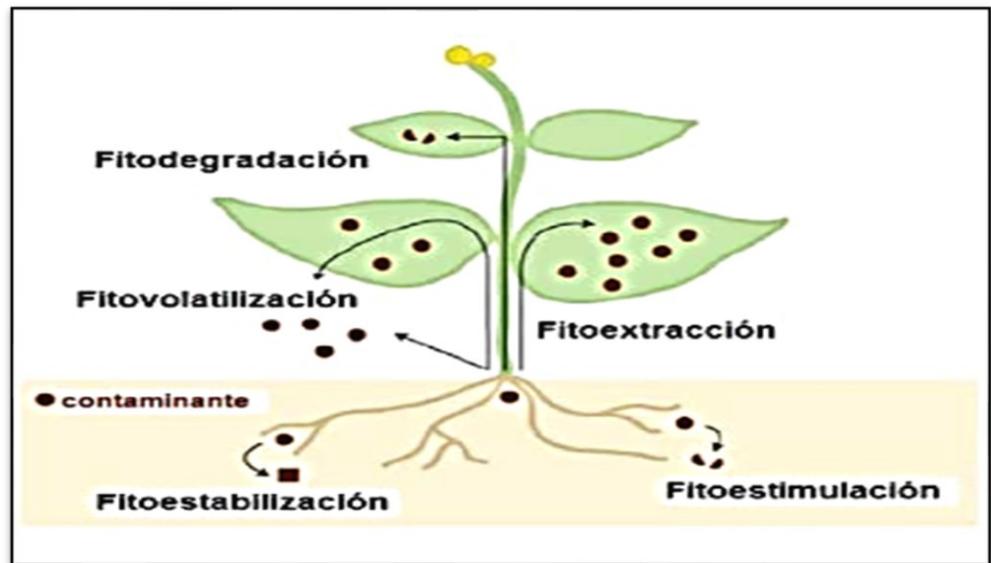
Nota. La imagen muestra el proceso en la Fito extracción de contaminantes del suelo (Cunningham et al., 1995).

2.2.2.3. FITO VOLATILIZACIÓN

Basado en la habilidad de evaporar ciertas toxinas (por ejemplo, mercurio y selenio) presentes en el suelo, sedimentos o H₂O. Estos componentes son internalizados, descompuestos, trasladados desde los rizomas hacia las ramas mayores (en

especial las hojas) y diseminados en formas que no son letales o dañinas comparadas a las formas oxidadas. Además, la transformación de estos componentes se da en gran parte en las raíces, y su liberación se da durante la evaporación.

Figura 2
Los tipos de fitorremediación



Nota. La figura muestra la representación esquemática de los diferentes elementos de fitorremediación (Díez, 2009).

2.2.2.4. FITO INMOVILIZACIÓN

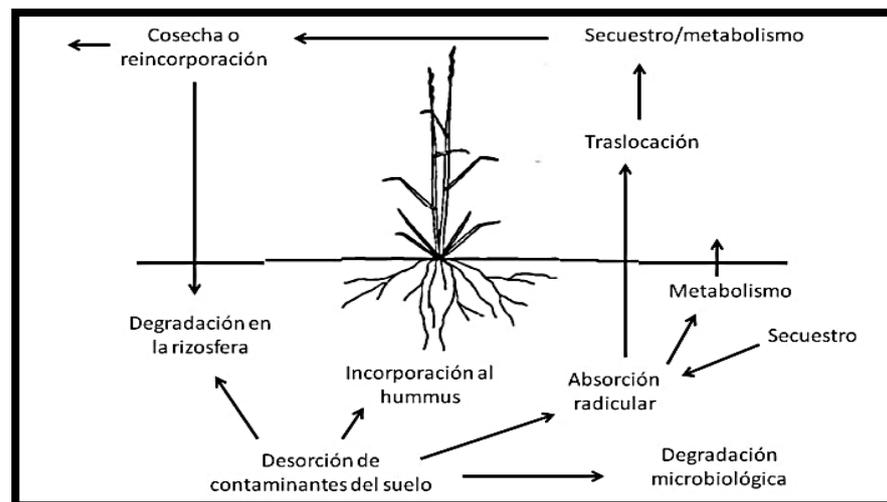
En este plan, se utilizan plantas que crean sistemas de raíces muy densas para disminuir la disponibilidad de metales y distintos tipos de contaminación en el ecosistema por medio de métodos de aprisionamiento, evaporación o humidificación. Estas plantas que gobiernan el fluido hidráulico del territorio infectado, esto es, actúan como bombas solares, y toman agua del piso debido a su alto grado de transpiración. Debido a que la actividad además garantiza una cantidad constante de agua en el planeta rojo, ofrece condiciones ideales para la asimilación del metal. Además, esto sucede a través de reacciones químicas (por ejemplo, la precipitación o la creación de complejos no-solubles) o a través de medios físicos (por ejemplo, la adsorción). En esta

región, los metales están incrustados en el piso de las plantas o en el compost orgánico del suelo, esto limita la disponibilidad de ellos y también la migración vertical hacia el nivel freático.

2.2.2.5. FITO DEGRADACIÓN

Este se basa en el uso de plantas con el objetivo de descomponer o transforma diferentes clases de contaminación orgánica en componentes menos letales, por ejemplo: compuestos aromáticos, hidrocarburos, pesticidas (herbicidas, insecticidas y fungicidas), compuestos clorados, sustancias explosivas y tensioactivos (que son detergentes). Estos deterioros se descomponen o se metabolizan en parte o en totalidad mediante respuestas de plantas y microorganismos que se encuentran en la biosfera, el piso que está estrechamente asociado con el rizoma de las plantas. En consecuencia, se incorporan al vegetal y se toman por asalto en vacuolas o se quedan adheridos a objetos celulares no solubles, como la lignina.

Figura 3
Procesos de Fito degradación



Nota. La figura muestra el proceso de descomposición vegetal de la materia orgánica del suelo. (Cunningham et al., 1995)

2.2.2.6. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA FITORREMEDIACIÓN

Delgadillo et al., (2011) menciona que la fitorremediación en sí tiene algunas ventajas y desventajas en comparación con otras tecnologías convencionales.

❖ **Ventajas**

- Es posible realizarlo en el lugar y, además, en el exterior.
- Se lleva a cabo sin la necesidad de trasladar el sustrato infectado, de esta manera se reduce la propagación de microorganismos a través del agua o del aire.
- Es una habilidad sustentable.
- Es eficaz tanto para clases de contaminación orgánicas como inorgánicas.
- Es barato.
- No demanda de personal experto para su administración.
- No demanda del gasto de energía.
- Se demanda de únicamente procedimientos agrícolas ordinarios.
- Es poco dañino para el ecosistema.
- Práctica una acción positiva sobre el terreno, perfeccionando sus características físicas y químicas, debido a la creación de una capa de plantas.
- Es posible utilizarlo en agua, tierra, aire y sedimento.
- Facilita la recolección de materias primas (agua, energía, metales).

❖ **Desventajas**

- En tipos de plantas como los árboles o los arbustos, la terapia

de reemplazo es un procedimiento que toma un poco de tiempo.

- Se limitan a áreas de contaminación del suelo dentro del micro plástico de la planta.
- El desarrollo de la flora está sujeto a las toxinas de algún modo, por lo cual es aplicable a ambientes con niveles bajos de contaminación.
- En el caso de la fumigación de plantas, los residuos de los productos químicos utilizados para combatir la malaria pueden ser devueltos al ecosistema.
- Los deterioros acumulados en maderas tienen la posibilidad de ser explayados por métodos de incineración.
- No todas las especies de plantas son capaces de soportar o acumular.
- La capacidad de algunos dañinos para disiparse puede aumentarse, esto puede causar un mayor deterioro ambiental o el desplazamiento de dañinos hacia otro lugar.
- Se demandan áreas que sean un poco grandes.
- En los sistemas acuáticos es posible apoyar la propagación de males, como son los mosquitos.

2.2.2.7. PLANTA HIGUERILLA

Según Vasco et al., (2017) Menciona que la respuesta corporal de la flora está ligada al genotipo y se relaciona con los factores ambientales, estos últimos, dependen de las particularidades de la planta, de la energía (en forma de radiación solar y de temperatura) y de la precipitación. diferentes ecosistemas de agricultura donde se laboran.

Asimismo, SIAP, (2010) mencionó que el ricino es un cultivo de semilla oleaginosa adaptado y ahora se cultiva en la mayor partes de regiones tropicales y subtropicales de la naturaleza, aunque no limitado a las regiones semiáridas.

Niembro (2001) señaló que *Ricinus communis* L., Son plantas consideradas malezas en muchos lugares y crece cerca de casas, ríos y milpas. También describió el lugar donde vivía Higuerrilla como un prado prístino, y ubicado junto a un río, en campos abiertos, bosques de pinos y encinos. Probablemente sea de África. Tiene una variedad de usos medicinales, pero también existe un gran mercado de comercialización para el contenido de aceite de la semilla.

Por su parte Pilonieta et al., (2007), Según diversas fuentes, el origen de la planta de ricino es objeto de debate. Mientras que algunos expertos, como Cheesman (1969), sugirieron que es autóctono de África, específicamente encontrado en regiones como el norte de África, Yemen, así como el Medio y Cercano Oriente.

2.2.2.8. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Solís et al., (2016) La higuerrilla, en taxonómica, se divide en dos clases, como se puede ver en el siguiente cuadro:

Tabla 2
Clasificación de la higuerrilla

Taxonomía de la planta higuerrilla	
Reino:	Plantea
División:	Magnoliophytla
Clase	Magnoliopsida
Orden:	Eluphorbiales
Familia:	Euphorbilaceae
Genero:	Rilcinus
Especie:	Communis L., persicus, zanzibarensis

Nota. La taxonomía de la planta higuerrilla (*Ricinus communis*) (Solís et al., 2016)

2.2.2.9. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA

El ricino es una especie de flora que varía anualmente o perennemente, en función de las circunstancias del ecosistema en donde se desarrolla, es una especie de planta que se asemeja a un arbusto o un árbol, en función de las particularidades de su origen. (Mazzani C. et al., 2009).

Figura 4
Morfología de la planta higerilla



Nota. La figura muestra la morfología de la planta higerilla. Mazzini y Rodríguez (2009).

❖ Hábitat

Dependiendo de las condiciones ambientales es una planta anual o perenne, en general las plantas anuales son variedades enanas

(Marín, 2002) mencionó que el árbol crece erguido, y se pueden clasificar según su altura en árboles altos (10 m), árboles medianos (2 a 3 m) y árboles enanos (menos de 2 m). Las plantas tienden a ser más grandes en climas tropicales y suelos ricos (más del 5% de materia orgánica). Además, las variedades enanas disfrutan de grandes beneficios económicos porque facilitan la recolección mecánica.

❖ Raíz

En cuanto al sistema radicular es importante, con raíces ramificadas y poco profundas; en plantas perennes puede alcanzar una profundidad de 6 metros. También, durante las temporadas anuales, las raíces son fibrosas y su desarrollo está limitado por la excesiva humedad o por el mal funcionamiento de las máquinas, o por el solo hecho de ser arcilloso. (Torres et al., 2013).

❖ Tallo

Sessitsch et al., (2013) Mencionan que la higuera posee un tallo principal que se encuentra dividido por nudos, y que estos últimos, en un principio, están completamente cubiertos, pero con el pasar del tiempo, se vuelven huecos. Además, su diámetro es de 3 a 15 centímetros, los tonos fundamentales son el verde, el rojo y la caoba, unas versiones son multiramificadas y otras no lo son.

❖ Hojas

Sessitsch et al., (2013), También informaron que las hojas de acebo son planas, unilaterales, tienen de 5 a 11 pétalos y tienen dientes y espinas. “Los rollos de hojas son redondos, de 18 a 60 cm de largo; En la conexión con la lámina, además de los dos lugares en la conexión con el pecíolo, también hay dos glándulas de néctar; Las láminas de las hojas varían en tamaño de 10 a 75 cm y tienen colores según el color del tallo.

2.2.2.10. VARIEDADES BOTÁNICA DE LA PLANTA HIGUERILLA

Guzmán et al., (2021) explicar algunos de los cientos que poseen diversas variedades y clases de ricino. Además, existe una gran diferencia en la magnitud de las plantas, el color y la cera que contienen los tallos y los pecíolos, el tamaño y forma de las semillas, el volumen de los racimos de flores, etc.

- **Ricinus communis mayor. Ricino grande.** Es la diversidad más tradicional con grandes hojas de color verde, muchos frutos, y en forma casi esférica, no firmes, y su aceite se utiliza con mayor frecuencia en la industria. También, cuando es adulta y está bien desarrollada, es una especie de flora para adornar.
- **Ricinus communis minor. Ricino pequeño.** Tiene semillas de tamaño reducido y es una especie de flora con tallos filosos, muy diminutos, que se entrelazan desde el piso buena estabilidad.
- **Ricinus communis sanguíneos. Ricino sanguíneo.** Los tallos, hojas y frutos son de color rojo oscuro, las semillas son enormes, de color marrón claro con líneas negras y se habitan en los territorios fríos con el fin de ornamento.
- **Ricinus communis viridis. Ricino viridis.** Los tallos y los pecíolos están de color verde claro, los nudos son de color rosado y además hay semillas que tienen unas líneas grises pequeñas. De maduración tardía, adaptada a zonas templadas lluviosas.
- **Ricinus communis inermis. Ricino enérme.** Los tallos, pecíolos y hojas tiernas se vuelven rojizos y verdes cuando maduran. Fruto sin espinas, semillas de color medio, pardo, tamaño pequeño son de maduración temprana.
- **Ricinus communis zanzibairiensis, Ricino zanzibar.** Característica de un clima tropical, con tallos rojos y hojas grandes, fructificación baja y tardía, semillas grandes, solo valiosas como plantas ornamentales.

2.2.3. CALIDAD DE SUELO

Esto se relaciona con su función y uso, el cual es un atributo de las propiedades físicas, químicas y biológicas

Burbano, (2022) La descripción que tiene la tierra de su capacidad para relacionarse con los ecosistemas y sus usos, y por lo tanto apoyar la laboriosidad de la vida, la salud de la fauna y de la flora, y la cantidad de habitantes que viven en ella.

En el ámbito de la calidad del suelo se identifican y se resaltan las características del suelo según Burbano, (2022); Parent, (2017):

- Aumentar la producción de la técnica sin afectar sus características biológicas, químicas y físicas (productividad biocíclica).
- Reducir la cantidad de contaminación del ambiente y de patógenos (grado ambiental).
- Cuidado de la salud de las plantas, los animales y las personas.

García et al., (2012) define que, en el progreso de esta noción, se considera que el suelo es el sustrato fundamental de los vegetales, reteniendo, capturando y eliminando H₂O, y siendo una eficaz pantalla ambiental.

Oliveros et al., (2015) Se dice que la noción de la calidad como la aptitud del suelo para funcionar dentro del ámbito de los ecosistemas naturales o administrados, tiene como objetivo apoyar la producción de plantas y animales y además, preservar la calidad del agua y la salud de las personas.

Vallejo (2013) Además, refiere que la calidad del suelo está ligada a una variedad de características físicas, químicas y biológicas, su diversidad en el espacio y en el tiempo, su respuesta a la modificación del uso de la tierra y en la forma de gestionarlo, la distinción entre los sistemas de gestión, la capacidad para adecuarse a los cambios rápidamente y la facilidad de entendimiento y la implementación. Estos últimos pueden utilizarse como medida de calidad.

2.2.4. SUELO

Oliveros et al., (2015) indica que el suelo es la substancia fundamental de la biosfera, debido a que es la frontera entre el agua, el aire. Son materias primas no renovables que cumplen varias labores críticas en las categorías de tiempo de las personas. Además, las particularidades más importantes son aquellas:

- Brinda una circunstancia física, química y biológica para la troca de agua, aire, nutrientes y energía, ayudando a la diversidad de plantas y animales.
- Establece la manera en la que el agua es distribuida entre la filtración y el flujo, además de que es regulada la cantidad de agua y las sustancias disueltas, como por ejemplo el nitrógeno, el fósforo, los pesticidas y otros elementos presentes en el H₂O.
- Almacenar provechosos nutrientes y gestionar la liberación a través de los periodos de existencia de la flora y otros elementos.
- Esta actividad como censor, preservando la diversidad del ecosistema, el agua y otros elementos.
- Es el sustento de los récords arqueológicos y las estructuras de tipo doméstico asociadas a la existencia de personas.
- Elimina, desmenuza, quiebra, y detoxifica los componentes orgánicos e inorgánicos.

Por su parte Rivera et al., (2020) Cabe señalar que el suelo es un sistema formado por tres fases: sólida, líquida y gaseosa; Está compuesto de minerales y materia orgánica divididos en capas de diferente profundidad y tiene propiedades físicas, químicas y biológicas que difieren del material original que se encuentra debajo.

2.2.5. PROPIEDADES FÍSICAS DE UN SUELO

Nolasco y Alfonso, (2010) mencionó que las propiedades físicas del suelo establecen una gran medida su disponibilidad para los

humanos. el estado físico del suelo determina su dureza y capacidad de carga, penetración de raíces, aireación, drenaje y almacenamiento de agua, plasticidad y retención de nutrientes. quienes participan en el uso de la tierra deben comprender las propiedades físicas del suelo, comprender como afecta el desarrollo de la vegetación, como cambian las actividades humanas y entender la importancia de sostener las condiciones físicas y optimas del suelo.

❖ Densidad Aparente

Cid-Lazo et al., (2021) Muestra la relación entre la masa del suelo y su volumen. Este grupo incluye todos los espacios porosos existentes. Esta es una característica que indica el estado del suelo en cuanto a compactación, porosidad, presencia de agua y oxígeno, etc. La densidad aparente del suelo en la región de los Llanos oscila entre 1,2 y 1,95 g/cm³. Cuando estos valores superan los 1,6 g/cm³ comienzan los problemas de compactación del suelo.

Según Blanco (2009) La definición señala que cuando la cantidad de agua y oxígeno disponible disminuye, la porosidad total se incrementa y de esta manera las otras características, como la penetración de raíces, no se ven afectadas.

Tabla 3
Relación entre la densidad aparente y la porosidad total

DENSIDAD POROSIDAD	APARENTE. G/CC 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. Información brindada por Blanco (2009).

❖ **Densidad Real**

Cid-Lazo et al., (2021), Indica la muestra y la manera en la que se relaciona el tamaño de las partículas del piso con su tamaño inicial, sin tener en cuenta el porcentaje de porosidad. La densidad real, en el caso en el que no hay una cantidad significativamente grande de orgánico, se encuentra entre los 2,5 y los 2,6 g/cc, y llegó a la mayor magnitud (2,65 g/cc) en terrenos arcillosos o arenosos, con muy poca organicidad. En terrenos con una gran cantidad de hierro, es posible hallar mayores cifras a 2,7 g/cc (terreno fértil), de acuerdo a las "características físicas del suelo IGAC. Es posible establecer la porosidad del terreno de acuerdo a la siguiente proporción:

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

Dónde:

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

Además, es posible obtener información sobre los microporos (espacio con oxígeno) y los microporos. Contiene H₂O que es posible utilizar por parte de los vegetales:

$$\text{Microporos} = Da \times \%HE$$

- Microporos = PT - Microporos

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

❖ **Textura**

Becker et al., (2008) describe la manera en la que están distribuidas las partículas del piso. expresadas a porcentaje. Estos gránulos son:

- La arena (2 - 0.02 mm). el limo (0.02 - 0.002 mm)
- La arcilla (0.002).

De acuerdo a lo que muestran Esta característica tiene efectos sobre la tasa de imbibición de agua y la comodidad de preparar o lustrar el piso con el fin de facilitar un mejor drenaje.

Asimismo, Puschenreiter et al., (2003), Explica que la sensación de la tierra es una característica de la física que tiene una magnitud de porcentaje, la primera porción de la misma corresponde a la magnitud de porcentaje de los componentes del tamaño de gran de arena, limo y arcilla. La mezcla de estas 3 partes define la estratificación. Los cursos de estudio de la textura son agrupaciones donde los componentes de la misma exhiben una conducta uniforme (carácter agronómico).

Tabla 4
Valores generalizados para la retención de humedad

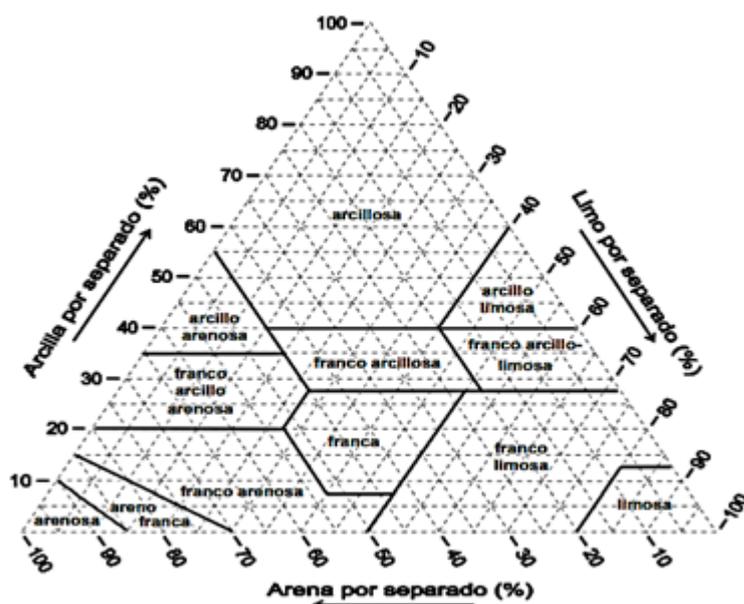
CLASE TEXTURAL	RETENCIÓN DE HUMEDAD %	
	0.3 bars	15 bars
Arenosa	5-15	2-10
Franco arenosa	12-32	5-18
Franco	18-40	10-30
Franco arcillosa	20-50	12-35
Arcillosa	25-75	15-45

Nota. La tabla muestra valores generalizados para la retención de la humedad a 0.3 y 15 bar. Según la clase de textura para diferentes suelos. (Puschenreiter et al., 2003).

Díaz (1999) La superficie de textura del planeta se estima utilizando el triángulo de textura, lugar en el que se hallan los índices de arena, limo y arcilla. En consecuencia, la textura se refiere a la manera en que están compuestos los gránulos de la fracción no mineral del suelo de grosor en el suelo.

Figura 5

Triángulo de clases texturales dentro del sistema del (departamento de agricultura de los EEUU) USDA



Nota. La superficie de textura del planeta se estima utilizando el triángulo de textura, lugar en el que se hallan los índices de arena, limo y arcilla tomado de "Díaz (1999)

❖ Estructura

Torres et al., (2013) insiste en que la tierra está compuesta por mezclas, que es la manera en que se ordenan la caliza, el polvo y la arena para generar el suelo. A fin de delimitar la estructura, es necesario examinar tres características: la forma, la capacidad y el grado de progreso de la agrupación.

Asimismo, Buol (2008) señala la manera en la que se agrupan los gránulos del piso. Se identifican por su estabilidad estructural. Lo que se debe expresar, es la oposición a la cual no se anula el suelo compactado.

Tabla 5

Interpretado a través del rango de estabilidad estructural en relación con el diámetro promedio ponderado

DPM (mm)	INTERPRETACIÓN
< 0.5	Inesable
0.5 a 1.5	Ligeramente Estable
3.0 a 5.0	Estable
>5.0	Muy estable

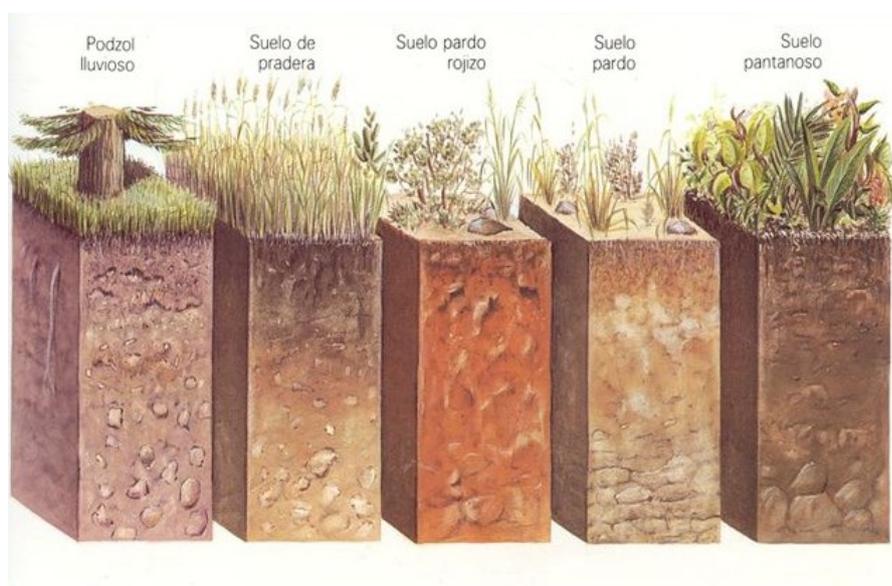
Nota. tomado de (Buol, 2008)

❖ Color

Buol, (2008) puede determinarse que el suelo está directamente ligado a la temperatura, al movimiento del agua en el suelo y a la composición de su materia, el número de microorganismos, la evolución del suelo y otras propiedades. A simple vista, es posible deducir que diferentes acontecimientos y características han ocurrido en el suelo a lo largo del tiempo y en la actualidad.

Figura 6

Tipos de suelo



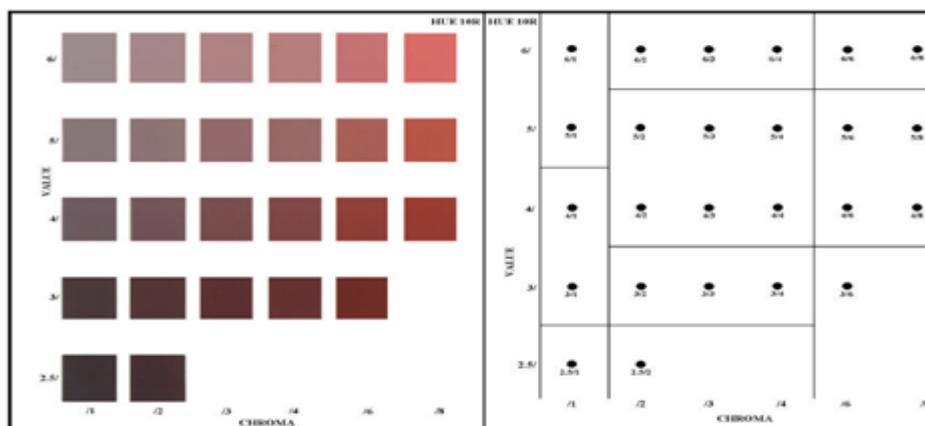
Nota. Los distintos tipos de suelos dependen de las condiciones climáticas y de la roca madre, una misma roca puede dar lugar a distintos suelos en lugares de climas diferente (EL Productor, 2020).

2.2.5.1. DETERMINACIÓN DEL COLOR DEL SUELO

Jang et al., (2002) manifiesta que la coloración de la Tierra era posible calificarla con exactitud a través del empleo de un fotómetro de espectro. Estos artefactos registran la magnitud de luz que se refleja desde el piso en la totalidad de longitudes de espectro que se pueden ver (de 400 a 700 nm), y generan pendientes con el objetivo de producir reflejos en la superficie. La transformación de las cifras de la reflectancia del terreno a tonos se puede llevar a cabo por medio de procedimientos lógicos y/u ofimáticos (Torrent y Barrón, 2015). El tono del piso se estima contrastando la tonalidad del piso (alguna porción de él) con una lista de tonos que se encuentran en un libro muy conocido y que se puede encontrar con mayor facilidad en el terreno (Feldman, 1990).

Se utilizan dos características en la descripción de la tierra en coloración: la marca de Munsell y el tono de Munsell. El símbolo indica la tonalidad de la base, el valor y el tinte del parámetro de color. Los tonos de Munsell designan un nombre de color para un símbolo específico, con el fin de uniformar la manera en que se nombran los tonos, y están ubicados en la pantalla contraria a la pantalla donde se muestra la matriz de color correspondiente a cada hueco.

Figura 7
Colores de la tabla correspondientes al matiz 10R



Nota. Adaptada de Munsell Color, (Feldman, 1990).

❖ **Características generales del color del suelo**

Gómez et al., (2015) El color del piso es significativo ya que describe la tonalidad del mismo y es importante para determinar si es reciente o no el proceso de formación. El color de la tierra es posible utilizarlo como base para entender la calidad del suelo en términos de ventilación, escorrentía o porcentaje de materia orgánica.

❖ **Oscuro**

Se trata de un elevado porcentaje de componentes orgánicos (CO). A pesar de ello, los terrenos con bajo porcentaje de MO y sobreabundancia de sodio también es posible que se decoloren debido a que el MO se disuelve en condiciones de pH ácido. Otro motivo es la incorporación de MnO₂ o de carbono inalterado a las cenizas que se queman.

❖ **Rojo O Amarillo**

Característico de los terrenos de origen, es posible que se genere por la existencia de Fe₂O₃ (rojo) o de FeO-OH (amarillo, marrón). Estos tonos se originan a partir de la oxidación de los compuestos de Fe mineralizados y de la humillación, respectivamente.

❖ **Azul O Verde Olivo**

Nacen debido a la existencia de Fe en cantidades disminuidas y exhiben ciclos anuales de inundación y falta de aire.

❖ **Gris**

Indican tiempos extendidos de inauguración y falta de ventilación. Este color blanco se puede asociar con el mineral que genera este color, que no ha sido impactado por el calentamiento global, además con la presencia de sales y la supresión de Fe.

Tabla 6
Rango de interpretación de la humedad equivalente

Existencia de humedad	Interpretación
<5	Muy baja
5 a 15	Baja
15 a 25	Media
25 a 35	Alta
>35	Muy alta

Nota. tomado de Ramírez (1997).

2.2.6. COMPONENTES DEL COLOR DEL SUELO

En el año 1930, el Departamento de Agricultura de EE.UU. hizo uso del sistema de color Munsell para precisar la tonalidad (creado por el docente de arte Albert Henry Munsell). El programa se divide en tres partes:

❖ El Matiz O Tono

Es el lapso de tiempo más grande en la propagación de la luz reflejada. Ella cuenta con 5 tonos primarios (rojo, amarillo, verde, azul y morado) y 5 tonos intermedios.

❖ Intensidad O Brillo

Indica la magnitud de la luz/oscuridad en relación a la blancura total, y representa la porción de luz que se refleja, y porción de la extensión de la radiación, y finalmente determina la tan brillante u oscuro es el color. Para el color N, la blancura 0 corresponde al negro y diez corresponde al blanco.

❖ Cromo O Pureza

Indica la magnitud de la contaminación en la coloración de la muestra de análisis. La blancura 0 se asemejará con el color gris, de modo que, si se restaura la blancura, la tonalidad no importaría ya que no existe. En esta circunstancia, el carácter N se utiliza para dejar indiferente una magnitud de limpieza sin precisar un valor específico.

Tabla 7
Ordenamiento por clases de velocidad de infiltración

Infiltración cm/h	Interpretación
<0.1	demasiado lenta
0.1 a 0.5	Moderadamente lenta
0.5 a 2.0	Moderada
2.0 a 6.3	Moderadamente rápida
6.3 a 12.7	Rápida demasiado
12.7a 25.4	rápida
>25.4	

Nota. Ramírez (1997).

2.2.7. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

Schnitzer (1991) La definición formal de compuesto orgánico del suelo es una combinación de desperdicios de fauna y flora en diferentes fases de descompensación, mezclados con sustancias químicas y biológicas generadas por la acción de microorganismos, además de otros elementos, como, por ejemplo: La organicidad, independientemente de su procedencia, además de la arcilla, son componentes fundamentales para una vasta gama de contribución nutritivas del planeta. A nivel químico, la proporción de carbono por nitrógeno del suelo es una medida útil para describir la propiedad del suelo en relación a su potencial de fecundidad.

Asimismo, fassbender (1982) la definición formal de la ciencia del suelo es la sección de la misma que se encarga de la composición, las características y las reacciones que tiene el suelo.

PH

El valor del pH señala la potencia de la solución del terreno, sin embargo, no la totalidad de la acidez que tiene el terreno. A causa de su influencia sobre el desarrollo de la flora y los animales del piso, el pH además tiene una influencia sobre la rapidez y la calidad de la humificación y la mineralización, además del estado de ciertas nutrientes. En la tierra, los iones de hidrógeno se hallan en dos clases de solución, una de ellas es un complejo de activos, la otra es una simple dilución, dando lugar a dos clases de acidez; las activas o

reales, que se encuentran en solución, y las de tipo intercambiadas o guardadas, que se encuentran por un adsorbe. Ambos se encuentran en una posición de equilibrio dinámico. Si se restaura el número 0 en el agua, ¿cuánta energía se pierde? En consecuencia, la tierra tiene una elevada tolerancia a alteraciones en su nivel de pH, está fuertemente amortiguada.

Tabla 8
Clasificación de acidez del suelo

pH de la solución de suelo	Categoría
Menores a 4	Suelos extremadamente ácidos
4.5 a 5.0	Suelo muy fuertemente ácido
5.1 a 5.5	Suelo fuertemente ácido
5.6 a 6.0	Suelo medianamente ácido
6.1 a 6.5	Suelo ligeramente ácido
6.6 a 7.3	Suelo neutro
7.4 a 7.8	Suelo medianamente básico
7.9 a 8.4	Suelo moderadamente básico
8.5 a 9.0	Suelo fuertemente básico
Mayores a 9.1	Suelo muy fuertemente básico

Nota. La acidez de los suelos se clasifica según sus valores en las categorías. Soil Survey Staff (1965).

❖ Cambio Iónico

Pereira & Marín (2011) indica que la transformación iónica es una acción reversible en la que los gránulos de tierra toman Ion de la fase acuosa a cambio de otros Ion, y establecen una simetría entre las dos fases.

La razón fundamental de la transmisión iónica es el desajuste de electricidad que poseen los gránulos del piso. Para hacer desaparecer los cargos, los iones se impregnan y se quedan pegados al sustrato de los gránulos. Se quedan con poca fuerza en las partículas del terreno y son capaces de cambiarse a la solución del terreno. La Capacidad de Alteración de Cationes (CIC) es la más valiosa, y más conocida.

La habilidad de cambio de estado (CEC) es la más valorada y conocida. En el piso, ciertas sustancias son capaces de cambiarse por aniones. Los más importantes productos de transformación son la arcilla y la organicidad.

Las razones de la habilidad de transformación de tierras de los arcillados son:

- Substituciones en la atmósfera dentro de la web.
- Existencia de límites (espacio superior no uniforme).
- Difuminarían la frontera entre los O de las capas de base.

Los elementos que determinan la capacidad de transformación de un suelo hacia una determinada dirección son muchas.

- **Tamaño de partícula:** A mayor tamaño de gránulo, mayor porcentaje de transformación.
- **Naturaleza de las partículas:** La mezcla y estructura de los gránulos afectará su habilidad de cambiar de propiedades.

2.2.8. PROPIEDADES BIOLÓGICAS DEL SUELO

Chavarría &Torrez (2010) estipula que el suelo debe identificar dos parámetros que indiquen su calidad biológica. Hablamos de diversidad y riqueza. La presencia de abundancia en el suelo puede plantear ciertas complicaciones, ya que significa que el suelo está o está afectado por un desequilibrio entre especies.

Según su punto de vista (1997), la biología del suelo es la ciencia que se encarga del análisis de la fauna que, de una manera u otra, interactúan con el suelo, alterando su constitución, estructura y funcionamiento. Los microorganismos del piso se categorizan en base a su magnitud:

❖ **Macrofauna**

Tienen un tamaño superior a 1 cm de diámetro. Es decir, se pueden ver claramente y generan alteraciones en la superficie y, en ciertas ocasiones, cambios químicos del suelo. Es posible que sean: fauna, flora y microorganismos que están asociados a la tierra y luego

los humanos. Invertebrados, que incluyen a los moluscos como caracoles y las babosas, así como los vertebrados como los carnívoros que son capaces de desplazarse sobre el suelo, también son considerados como tal bicho y pulpos.

❖ **Meso fauna**

Se trata de especies que tienen un tamaño de 200 milésimas a 1 cm, las cuales están implicadas en generar transformaciones en la tierra y en el agua. Dentro del mesodermo, los más importantes son los parásitos.

❖ **Microfauna**

Son los causantes de las transformaciones de químicos asociadas a las maneras de mineralizar y unificar la química orgánica. Cambian en tamaño de 20 a 200 milímetros. Los más importantes son los parásitos. Los microorganismos del suelo que tienen mayor cantidad de bacterias son los más importantes para cambiar de manera química varios componentes, y así, poderlos asimilar por parte de las plantas. La gran mayoría son especies que se alimentan por sí mismas y descomponen sus propios compuestos, a pesar de que algunos son capaces de comer otros.

❖ **Microflora**

Está hecho de dos clases de microorganismos: bacterias y hongos, los cuales se unen entre sí debido a que están presentes en todos los ecosistemas.

2.2.9. PASIVOS AMBIENTALES MINEROS

De acuerdo con la legislación de Perú, se entiende por pasivo ambiental de la minería como: "Las instalaciones, flujos, emisiones, residuos o depósitos que se originan por las actividades mineras, abandonadas o no utilizadas en el momento de la elaboración de la ley, y que representan un peligro constante y posible para la salud de los

habitantes, el ecosistema y la cosa". (Art. 2º de la Ley N° 28271 que Regula los Pasivos Ambientales de la Actividad Minera, 2008).

2.2.10. METALES PESADOS

Lucho (2005) indica que los componentes químicos poseen un alta y una baja concentración de componentes dañinos. Los metales incrustados son capaces, por ejemplo, de contener mercurio (Hg), cadmio (Cd), arsénico (As), cromo (Cr), tallo (Tl) y plomo (Pb), entre otros. Los metales de peso muerto acostumbran a ser un mecanismo que se encuentra en el piso de la Tierra, son de baja solidez, no poseen características de metabolismo por parte de los seres vivos.

2.2.10.1. CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS

Puga et al (2006) El texto describe que la contaminación es producto de la totalidad de metales presentes en el piso, debido a su actividad, están anómalos, esto sucede en el momento de la extracción, el incremento en la cantidad de oligoelementos, únicamente afecta la calidad. de tierra. También, expresa que los metales son dañinos para los seres vivos y que son entorpecedores de las condiciones ambientales que modifican el crecimiento de la vegetación. Los metales de peso en el piso pueden ser originados por la geología o por el ser humano.

❖ El plomo (Pb)

Hettiarchchi & Pierzynski (2002) El texto describe que el plomo es un elemento toxicológico de alta magnitud que se encuentra principalmente en el medio ambiente debido a las acciones de personas como la minería, la industria y la fundición. En los terrenos envenenados con Pb, Cd y Zn es además usual hallarse.

Laperche et al. (1997) define la situación por similitud con sus características y propiedades metálicas, en palabras de ellos, es similar a lo que sucede con el trío Fe-Ni-Co. En estas circunstancias, la frontera entre plantas y suelo limita la

transmisión de Pb a la cadena alimenticia, sea a través de procedimientos de adición de químicos al suelo, como se ha documentado, o limitando la altura de las plantas previo a que el Pb n' se asiente y genere un valor potencialmente dañino para las personas.

El Pb que se encuentra en el piso envenenado se puede frenar mediante la utilización de óxidos de fósforo y de magnesio, no obstante, estas terapias pueden afectar la disponibilidad de otros metales fundamentales, como el Zn. (Hettiarchchi y Pierzynski, 2002)".

❖ **El arsénico (As)**

Peña et al. (2014) La definición del arsénico como metal con una alta toxicidad presentes en el medio ambiente, y la determinación de este se basa en varios componentes químicos, físicos y biológicos. La propagación y contaminación del Arsénico se originan a causa de procedimientos naturales y humanos, y su inconveniente se debe a la simpleza de su desplazamiento en el ecosistema. La alta concentración de Arsénico en el H₂O y el suelo ha convertido a este problema a nivel mundial, puesto que la ingesta a largo plazo del mismo genera consecuencias crónicas en la salud.

El elemento arsénico puede ingresar al medio ambiente, al agua y la suelo por medio de los vientos fuerte que levantan polvo y escorrentías, por lo que la contaminación por arsénico es común porque es contáminate. (Emsley, 2001; Gillispie et al., 2015)".

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1. METALES PESADOS

Se trata de componentes químicos que contienen un elevado porcentaje de toxicidad en combinación con componentes químicos que tienen un efecto toxico significativo y una cantidad muy baja o alta,

respectivamente. Los metales de peso pesado pueden ser, para ilustrar, el mercurio (Hg), el cadmio (Cd), el arsénico (As), el cromo (Cr), y otros. Generalmente se cree que los metales de peso muerto son una manera de estar localizado en la superficie terrestre, estos metales son complejos de disociar y no poseen características con respecto a los metabolismos que tienen las especies vivas. (Lucho, 2005).

2.3.1.1. HIGUERILLA

El ricino es una especie de flora con características de tipo oleaginoso y está adaptada para ser cultivada en la mayor parte de las zonas tropicales y subtropical del planeta, no obstante, es singularidad de las zonas áridas. Se le conoce por diferentes denominaciones en español: Higuera, tártago, higuera del purgatorio, palma de la Cruz (SIAP, 2010).

2.3.1.2. SUELO

Esta es la capa superior que se extiende a lo largo de la superficie del planeta hasta el piso de los vegetales, lugar en el que los vegetales toman agua y alimento de los animales para desarrollarse. Los componentes del lecho de piedra se mezclan con otros (cadáveres de fauna y flora, agua, oxígeno y microorganismos) para generar el piso. (Moreno et al., 2010).

2.3.1.3. SUELO CONTAMINADO

Substancia que ha sido modificada de manera atípica en sus características físicas, químicas y biológicas debido a la existencia de uno o más alterantes químicos que afectan su capacidad o características. El más simple del criterio para determinar si el suelo está o no contaminado es la concentración de todos los componentes del suelo, si es mayor que la recomendada, el suelo está contaminado. (Doran & Parkin, 1994).

2.3.1.4. FITO REMEDIACIÓN

La fitorremediación toma ventaja de la capacidad de diversas plantas para consumir, almacenar, metabolizar, vaporizar contaminantes del suelo, agua, aire: estos incluyen, entre otros, metales, compuestos radiactivos, compuestos orgánicos y derivados del petróleo. (Delgadillo et al., 2011).

2.3.1.5. PARÁMETRO

El componente químico del suelo se concreta la calidad del mismo y Es posible encontrarlo en normas y reglas internacionales de la calidad del ambiente, en especial las de carácter nacional. (MINAM, 2013).

2.3.1.6. EX SITU

Técnica para estudiar los terrenos con una alta concentración de contaminación, con el fin de conseguir determinar la magnitud de los contaminantes presentes en las propiedades del suelo, es necesario excavar o remover la tierra en primer lugar para luego realizar el tratamiento. Las muestras pueden ser analizadas en oposición a su lugar de procedencia. (Guillermo & Francisco, 2011).

2.3.1.7. ECA

Creada con el fin de establecer grados de estratificación de varios componentes, sustancias o características físicas, químicas y biológicas, presents en el terreno como cuerpo sustentador, esto no debe poseer un peligro significativo para la salud de las personas o el medio ambiente. Se puede mencionar en función de la concentración de sus niveles o franjas de menor y mayor grado. (MINAM, 2013)

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Hi: La fitorremediación con dos con variedades de higuera (*Ricinus communis* 'Sanguineus' y *RHAY Eicinus communis* 'mayor') tienen efecto en la mejora de la calidad del suelo contaminados por plomo y arsénico por la Minera Atacocha.

Ho: La fitorremediación con dos con variedades de higuera (*Ricinus communis* 'Sanguíneos' y *Ricinus communis* 'Mayor') no tiene efecto en la mejora de la calidad del suelo contaminados por plomo y arsénico por la Minera Atacocha.

2.4.2. HIPÓTESIS SEGUNDARIOS

Hi: Las propiedades físicas del suelo varían después de la fitorremediación con dos variedades de higuera (*Ricinus communis* 'Sanguineus' y *Ricinus communis* 'Mayor')

Hi: Las propiedades químicas del suelo varían después de fitorremediación con dos variedades de higuera (*Ricinus communis* 'Sanguíneos' y *Ricinus communis* 'Mayor')

Hi: "El porcentaje de presencia de metales pesados (plomo y arsénico) del suelo reduce significativamente después de la fitorremediación con dos variedades de higuera (*Ricinus communis* 'Sanguíneos' y *Ricinus communis* 'Mayor')

Hi: Las características morfológicas de las dos variedades de la planta Higuera ((*Ricinus communis* 'Sanguíneos' y *Ricinus communis* 'Mayor') en la fitorremdiación de los suelos contaminados por (plomo y arsénico) influyen en la calidad del suelo usado por la Minera Atacocha.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Fitorremediación con dos variedades de higuera.

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Calidad del suelo.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Unidades Dimensiones	Indicador	Tipo de variable	Instrumentos
Variable independiente Fito remediación	Capacidad natural de las plantas y el fitoplancton para eliminar contaminantes de los ecosistemas	El proceso se llevó a cabo en suelos contaminados por metales pesados, para reducir sus contaminantes.	Características morfológicas	Long. De tallo	Numérica discreta	Ficha de monitoreo
			<i>Ricinus communis</i> 'Sanguineus'	Long. raíz		
			<i>Ricinus communis</i> 'Mayor'	N° de hojas		
Variable dependiente Calidad del suelo	es una medida del estado del suelo en relación con los requerimientos de una o más especies de organismos o cualquier necesidad o propósito humano.	Se utilizó espectrofotometría para medir de las muestras de suelo, antes y después de la intervención con el método de tratamiento de la fitorremediación.	Propiedades Físicas	Textura, color, estructura, densidad aparente, densidad real, % de humedad	Numérica continua	Análisis de laboratorio
			Propiedades Químicas	pH, CIC		
			Metales pesados	Plomo y arsénico		

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La tesis se rige por la siguiente clasificación: es experimental, debido a la participación del investigador; ya que el investigador sometió muestras de tierra antes y después de haber colocado las plantas de higuera, y así se determinó la influencia de la fitorremediación sobre la calidad del suelo, es prospectivo, debido a la manera en que se controlan los datos que se obtuvo y se sometió a un procedimiento de contratación para determinar la influencia de la fitorremediación sobre el suelo ; es longitudinal, depende del número de mediciones en la variable de investigación que se realizara en diferentes tiempos y es analítico, porque depende del número de variables analizadas (Supo y Zacarías, 2020).

3.1.1. ENFOQUE

Se tuvo en cuenta los enfoques cuantitativos y se utilizará la estadística como herramienta para recopilar, organizar, procesar y analizar datos.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El análisis corresponde a un nivel explicativo, ya que se ha valorado el efecto de una variable sobre otra, se valora la razón de cómo la fitorremediación con dos clases de higuera (una de ellas es la clase 'Sanguineus', la otra es la clase 'Mayor') tiene efecto sobre la calidad del suelo, (plomo y arsénico)” es decir, evaluando la causalidad.

3.1.3. DISEÑO

El diseño del estudio es: Experimental, Prospectivo ya que se utilizaron datos de mediciones propias controladas por el investigador, además es un estudio longitudinal y analítico (Supo y Zacarías, 2020).

$GE_1 \dots O_1 \dots X_1 \dots O_2 = VR_1$

$GE_2 \dots O_1 \dots X_2 \dots O_2 = VR_2$

donde:

GE₁: grupo experimental con la variedad de *Ricinus communis* 'Sanguineus'

GE₂: grupo experimental con la variedad de *Ricinus communis* 'Mayor'

O₁: observación inicial

O₂: observación final

X₁: variedad de *Ricinus communis* 'Sanguineus'

X₂: variedad de *Ricinus communis* 'Mayor'

VR₁: variable de respuesta (análisis de laboratorio)

VR₂: variable de respuesta (análisis de laboratorio)

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Para realizar esta tesis se tuvo en cuenta suelos contaminados con metales pesados (plomo y arsénico). La superficie terrestre contaminada se estima en unos 1000 m² por residuos de la mina Atacocha en el distrito de Ticlacayán, provincia y Departamento de Cerro de Pasco, para exhibir el efecto de la fitorremediación con dos clases de higuera (una de ellas es la variedad 'Sanguineus', la otra es la variedad 'Mayor'), Esto nos permite regular la calidad del suelo en función del contenido de metales pesados, lo que beneficia al ecosistema y a las personas que viven en la zona.

Tabla 9
Coordenadas de ubicación de población de estudio

Puntos de monitoreo	COORDENADAS UTM WGS 84-18L	
	ESTE	NORTE
P1	371320	8835988
P2	371224	8835866
P3	371250	8835832
P4	371251	8835936

Nota. Coordenadas del área de estudio

3.2.2. MUESTRA

La muestra de estudio es probabilística con tipo de muestreo aleatorio simple, ya que Para el estudio se utilizó cincuenta kilogramos de muestra, que fue distribuido en ocho maceteros, cuatro de ellos con la especie de la plantas higuierillas variedad de *Ricinus communis* 'Sanguineus' , y los otros cuatro con la especie de plantas higuierillas variedad *Ricinus communis* 'Mayor' sobre la calidad de suelo, donde se evaluó constantemente las características morfológicas, temperatura y porcentaje de humedad durante 100 días por medio del observatorio y del registro de datos.

Para la siguiente investigación se tendrá en cuenta los siguientes criterios:

3.2.2.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- El Área De Estudio Se Consideró 1000 M2 Porque Es Un Muestreo De Comprobación De La Remediación De Un Suelo Contaminado Por Metales Pesados Del Relave Minero Atacocha.
- Se consideró como muestra de suelo con una cantidad de 50 kg la muestra de relave de la minería de Atacocha, debido a que es una muestra que se compone de la diversidad de sustancias o propiedades que se encuentran en el espacio geográfico que se está analizando.

- Se consideró una profundidad de 10 cm para la obtención de la muestra por ser un suelo extractivo de minerales según la guía de muestreo de suelo MINAN.

3.2.2.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- No se consideró las demás áreas porque están en procesos de restauración por la minera Atacocha.
- No se consideró más kilogramos de muestra de suelo porque la variabilidad de estudio no lo requiere.
- No se consideró más profundidad del suelo contaminado para la obtención de la muestra porque es un suelo extractivo de minerales según la guía de muestreo de suelo MNAIN.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para recolectar información para este análisis a nivel explicativo, se utilizaron las siguientes herramientas e instrumentos de recolección de datos, como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 10
Técnicas e instrumentos de recolección de datos

VARIABLE	INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Fitorremediación	Long. De tallo Long. raíz y N° de hojas	Observacional	Ficha de monitoreo
Calidad de suelos	Propiedades físicas Textura, Color, Estructura, densidad aparente, densidad real, % de humedad	Observacional	Guía de toma de muestra para suelo y Análisis de laboratorio
	Propiedades químicas • pH • CIC		Análisis de laboratorio
	Metales pesados Arsénico, plomo		Análisis de laboratorio

Nota. En cuanto a los métodos y herramientas de recolección de datos, se utilizarán manuales elaborados y se realizarán observaciones para examinar las características morfológicas de las dos variedades de ricino después del tratamiento procesado por métodos ópticos.

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Se usó la Guía de muestreo de suelos

Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM y el D. S. N° 002-2017 MINAM.

3.3.1.1. MUESTREO DE COMPROBACIÓN DE LA REMEDIACIÓN (MC)

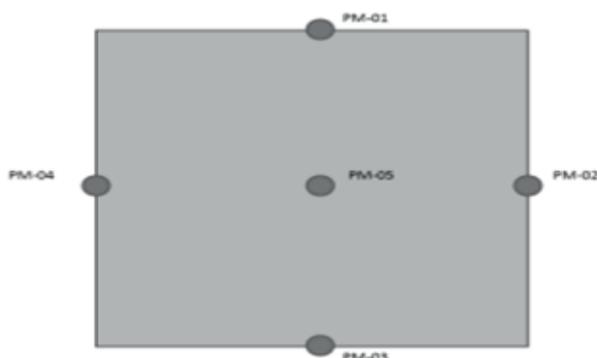
Basados en la clase de investigación y el propósito de la misma, es posible determinar de manera estadísticamente eficaz los efectos que tiene la fitorremediación en tierras contaminadas por metales pesados, con el fin de comprobar si son menores o iguales a las cifras que se encuentran en ECA Suelo. Los grados de depuración específica se establecen en base al análisis de riesgo de salud y ambiente (ERSA), de acuerdo a su instructivo específico”.

3.3.1.2. PARA ÁREAS DE CONTAMINACIÓN DE FORMA REGULAR MENORES A 1 000 M2

Se recogió las muestras de una zona infectada por una cuadrícula de 5 por 5, realizando 4 puntos (1 por cada lado de la cuadrícula) y una en el centro de la zona, que en total posee 5 puntos y 5 muestras.

Figura 8

Localización de puntos de muestreo en el área de excavación regular forma de cuadrado



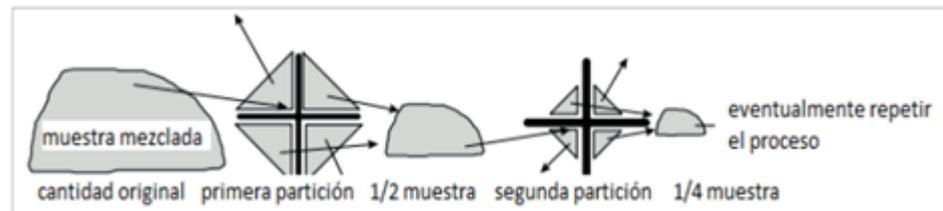
Nota. MINAN-2017

- **Para muestras superficiales**

La calicata tuvo un espesor de 10 centímetros, de elaboración manual. Se optó por este método debido a que es relativamente sencillo, rápido y económico, porque la cantidad de tierra que se puede extraer con este procedimiento es poca, además para conseguir las muestras mezcladas se harán varios sondeos. El procedimiento de cuarteo se implementó en las muestras mezcladas”.

Figura 9

Técnica de cuarteo para la recolección de muestra



Nota. MINAN-2017

3.3.1.3. MANEJO DE LAS MUESTRAS

Desde el momento en que se toman las muestras hasta el momento en que se entregan al laboratorio hay una serie de pasos que tienen que ser seguidos, ya que, de lo contrario, las características del laboratorio no se van a preservar”.

3.3.1.4. MATERIALES PARA GUARDAR Y TRANSPORTAR MUESTRAS

- Los recipientes en donde se transportaron las muestras fueron en bolsas de polímero, que no son capaces de romperse y además tienen un cierre que evitan que se reaccionen químicamente o que se pierdan por evaporación.
- No se utilizó químicos para preservar o hacer que un agente sea efectivo, la temperatura del mismo deberá ser de 6°C, se guardará en un frasco de mantequilla de maní.

- Los pesajes del recipiente fueron de 1 kg, con el fin de reducir los espacios libres.

Etiquetado

- El etiquetado se colocó en la parte delantera de la muestra, de manera que sea visible y que no sobrepase el tamaño del recipiente, se adherirá con una cinta para que no se pierda.
- La calcomanía de cada muestra se colocó la información precisa, un identificador, un lugar y una fecha, además del nombre del programa.
- Para la representación de información sobre la etiqueta, se usó tintas indelebles las cuales se toman inmediatamente en la muestra.

Ficha de muestreo

Documento que contiene información obtenida por medio del campo, esto incluye la manera en que se recogió la información y las circunstancias del lugar en donde se recogió, además de una descripción de las muestras tomadas.

Cadena de custodia

El contenido de la documentación de la cadena de custodia.

- El número de la hoja de control que figura en el laboratorio avalado. El nombre de la colectividad y quien tuvo la recolección.
- Las ubicaciones de los puntos de muestreo (coordenadas UTM).
- La fecha y la hora en que se hizo la recolección.
- Nombre del laboratorio que recibe la muestra.

- Análisis requeridos, número de contenedores y sus observaciones.
- Identificación de la persona que entrega y recibe en cada etapa del transporte (incluyendo fecha y hora).
- La muestra debe ir acompañada de un original y dos copias de su historial de almacenamiento desde su recolección hasta su transporte y recepción en el laboratorio.
- El laboratorio deberá adjuntar copia de esta cadena a los resultados analíticos. Las copias deben estar firmadas por todos los involucrados en el muestreo y por el personal del laboratorio que recibe la muestra para su análisis. Ejemplo de condición de seguridad
- Las muestras no fueron tratadas in situ, adicionalmente no se agregaron componentes o conservantes al lugar.
- Las muestras fueron empaquetadas y aseguradas para asegurar su estado y evitar deterioro durante el transporte.
- S El contenedor de muestra está hecho de Tecno por (empaque en frío), por lo que mantiene su temperatura y es adecuado para el almacenamiento durante el transporte.
- se transportaron las muestras dentro de los plazos de tiempo más breve posible.
- Se utilizaron herramientas de protección para movilizar las muestras como guantes, mascarillas, zapatos de seguridad y un par de pantalones.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Se observó la utilización de tablas, gráficos y los resultados del análisis estadístico, tomando en consideración la narrativa del trabajo escrito para la interpretación de los resultados, estos resultados serán discutidos y se extraerá una conclusión del estudio”.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para procesar y analizar los datos se utilizó el software estadístico IBM SPSS versión 24, los datos se interpretaron en tablas estadísticas y se utilizaron métodos estadísticos para probar las hipótesis. Los datos se describen en términos de tendencia central y varianza, que es exactamente lo que pretende hacer este análisis.

Para el estudio en cuestión, se utilizó la hermenéutica, de modo que se entenderá la información obtenida.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCEDIMIENTO DE DATOS

Tabla 11

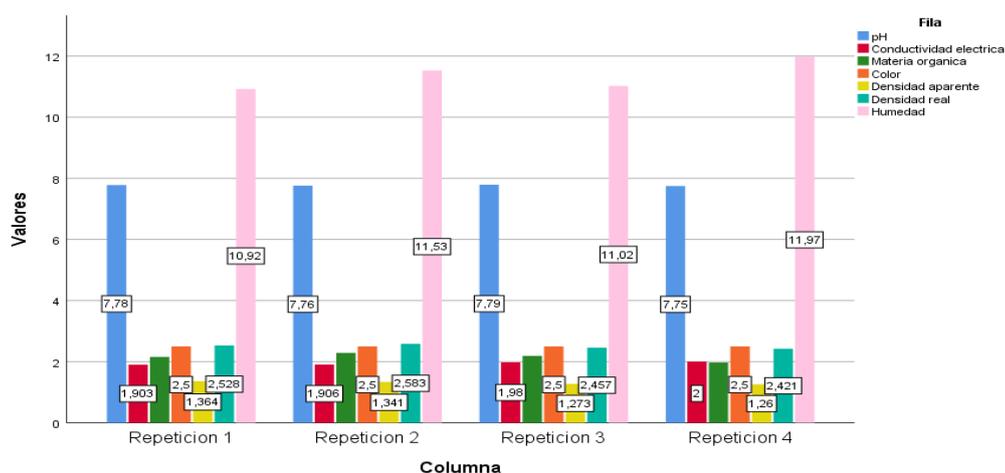
Propiedades físicas y químicas antes y después de la fitorremediación con Ricinus communis 'Mayor'

	Fitorremediación				
	Antes	Después			
	0	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4
pH	7,74	7,78	7,76	7,79	7,75
Conductividad eléctrica	2,004	1,903	1,906	1,980	2,000
Materia orgánica	2,581	2,154	2,288	2,188	1,971
Color	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Densidad aparente	1,078	1,364	1,341	1,273	1,260
Densidad real	2,740	2,528	2,583	2,457	2,421
Humedad	10,311	10,921	11,527	11,021	11,974

Nota. En la tabla 11 se describe las propiedades físicas aplicado la fitorremediación con Ricinus communis 'Mayor' observando cambios en el pH con un incremento de $0,01 \pm 0,05$ en las repeticiones, en la conductividad eléctrica una disminución de 4 ± 101 ; la materia orgánica disminuyo en las repeticiones de 293 ± 610 ; color no tuvo variaciones; densidad aparente se incrementó en las variaciones de 104 ± 182 ; densidad real disminuyo en 157 ± 319 y la humedad tuvo incremento de 610 ± 1663 .

Figura 10

Propiedades físicas y químicas antes y después de la fitorremediación con Ricinus communis 'Mayor'



Nota. se describe las propiedades físicas y químicas aplicado la fitorremediación con Ricinus communis 'Mayor' observando cambios en el pH con un incremento de $0,01 \pm 0,05$ en las repeticiones, en la conductividad eléctrica una disminución de 4 ± 101 ; la materia orgánica disminuyo en las repeticiones de 293 ± 610 ; color no tuvo variaciones; densidad aparente se incrementó en las variaciones de 104 ± 182 ; densidad real disminuyo en 157 ± 319 y la humedad tuvo incremento de 610 ± 1663 .

Tabla 12

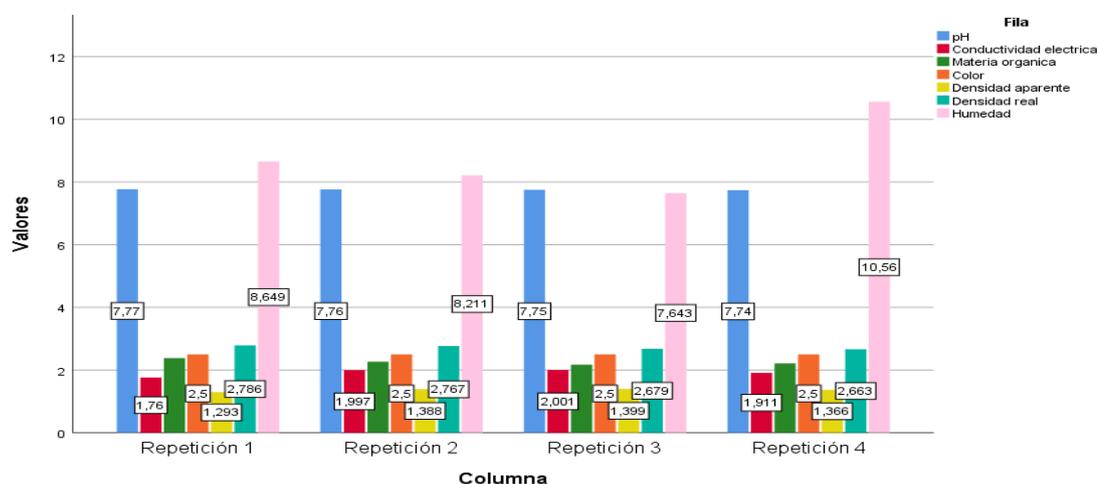
Propiedades físicas y químicas antes y después de la fitorremediación con Ricinus communis 'Sanguineus'

	Fitorremediación				
	Antes	Después			
	0	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4
pH	7,74	7,77	7,76	7,75	7,74
Conductividad eléctrica	2,004	1,760	1,997	2,001	1,911
Materia orgánica	2,581	2,381	2,267	2,171	2,211
Color	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Densidad aparente	1,078	1,293	1,388	1,399	1,366
Densidad real	2,740	2,786	2,767	2,679	2,663
Humedad	10,311	8,649	8,211	7,643	10,561

Nota. En la tabla 12 se describe las propiedades físicas y químicas aplicado la fitorremediación con *Ricinus communis* 'Sanguineus' observando cambios en el pH con un incremento de $0,01 \pm 0,03$ en las repeticiones, en la conductividad eléctrica una disminución de 3 ± 244 ; la materia orgánica disminuyó en las repeticiones de 200 ± 410 ; color no tuvo variaciones; la densidad aparente incrementó de 215 ± 321 en las variaciones; densidad real tuvo incremento en la repetición 1 y 2 y disminución en la repetición 3 y 4 y la humedad tuvo disminución de 250 ± 2668 .

Figura 11

Propiedades físicas y químicas antes y después de la fitorremediación con Ricinus communis 'Sanguineus'

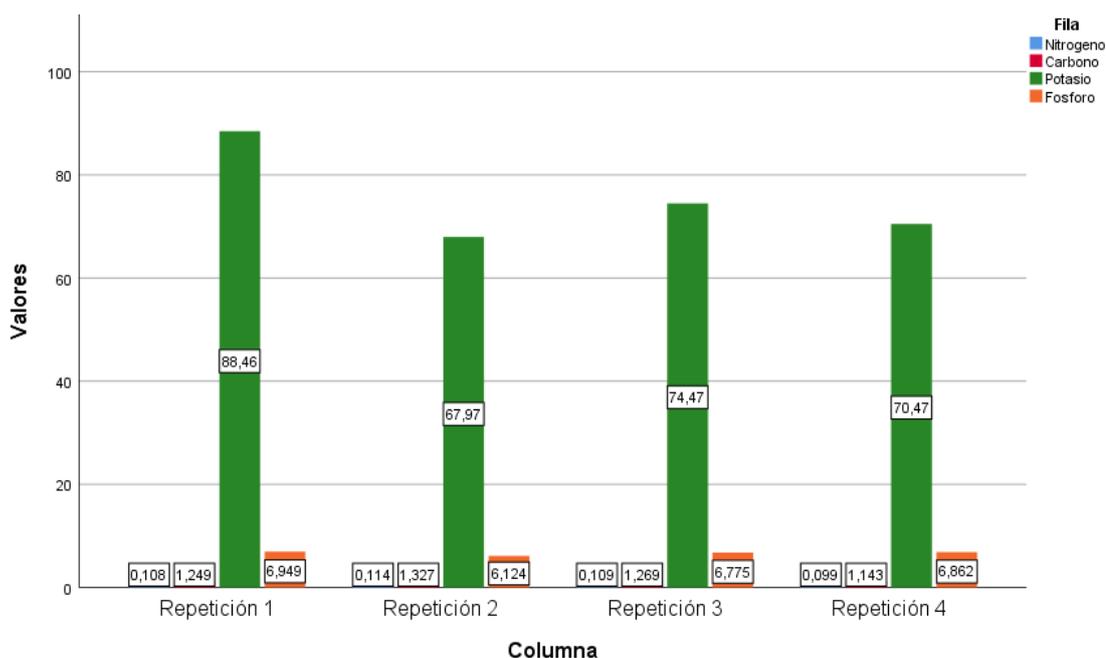


Nota. En la figura 11 se describe las propiedades físicas y químicas aplicado la fitorremediación con *Ricinus communis* 'Sanguineus' observando cambios en el pH con un incremento de $0,01 \pm 0,03$ en las repeticiones, en la conductividad eléctrica una disminución de 3 ± 244 ; la materia orgánica disminuyó en las repeticiones de 200 ± 410 ; color no tuvo variaciones; la densidad aparente incrementó de 215 ± 321 en las variaciones; densidad real tuvo incremento en la repetición 1 y 2 y disminución en la repetición 3 y 4 y la humedad tuvo disminución de 250 ± 2668 .

Tabla 13*Propiedades químicas antes y después de la fitorremediación con Ricinus communis Mayor*

	Fitorremediación				
	Antes		Después		
	0	1	2	3	4
Nitrógeno	0,129	0,108	0,114	0,109	0,099
Carbono	1,497	1,249	1,327	1,269	1,143
Potasio	106,453	88,461	67,970	74,467	70,469
Fosforo	7,381	6,949	6,124	6,775	6,862

Nota. En la tabla 13 se describe las propiedades químicas aplicado la fitorremediación con *Ricinus communis* 'Mayor' observando una disminución de nitrógeno en las variaciones de $0,021\pm 0,015$; en el carbono disminuye 170 ± 354 ; el potasio disminuye en $17,992\pm 38,483$ y el fosforo disminuye en $432\pm 1,257$.

Figura 12*Propiedades químicas antes y después de la fitorremediación con Ricinus communis' Mayor'*

Nota. En la figura 12 se describe las propiedades químicas aplicado la fitorremediación con *Ricinus communis* 'Mayor' observando una disminución de nitrógeno en las variaciones de $0,021\pm 0,015$; en el carbono disminuye 170 ± 354 ; el potasio disminuye en $17,992\pm 38,483$ y el fosforo disminuye en $432\pm 1,257$.

Tabla 14

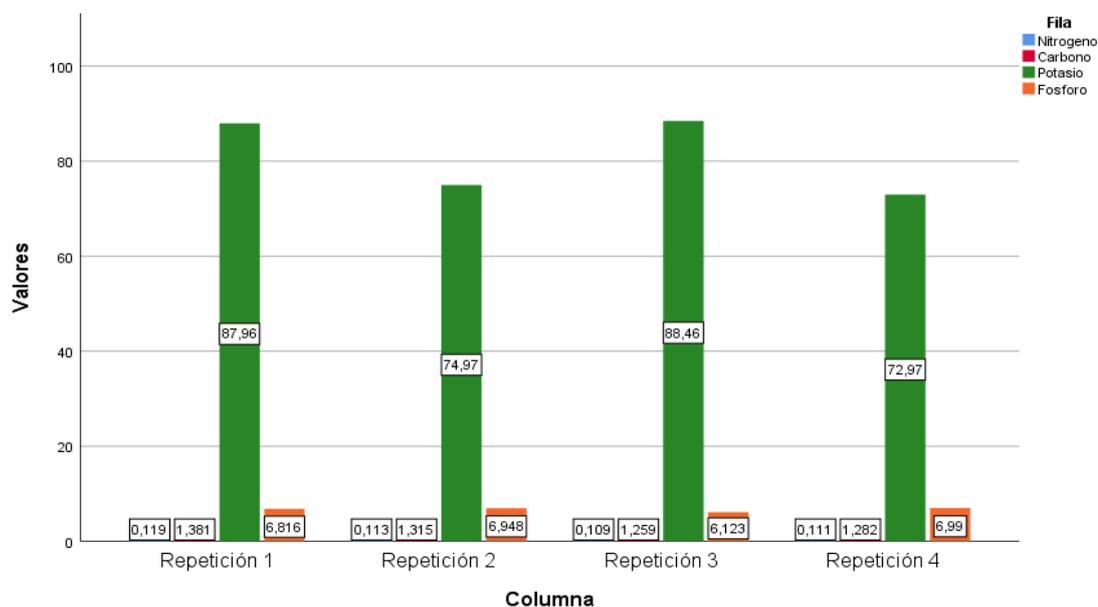
Propiedades químicas antes y después de la fitorremediación con Ricinus communis 'Sanguineus'

	Fitorremediación				
	Antes	Después			
	0	Rep.1	Rep.2	Rep. 3	Rep. 4
Nitrógeno	0,129	0,119	0,113	0,109	0,111
Carbono	1,497	1,381	1,315	1,259	1,282
Potasio	106,453	87,961	74,967	88,461	72,968
Fosforo	7,381	6,816	6,948	6,123	6,990

Nota. En la tabla 14 se describe las propiedades químicas aplicado la fitorremediación con *Ricinus communis 'Sanguineus'* observando una disminución de nitrógeno en las variaciones de $0,01\pm 0,02$; en el carbono disminuyo 116 ± 238 ; el potasio disminuyo en $17,992\pm 33,485$ y el fosforo disminuye en $391\pm 1,258$.

Figura 13

Propiedades químicas antes y después de la fitorremediación con Ricinus communis 'Sanguineus'



Nota. En la figura 13 se describe las propiedades químicas aplicado la fitorremediación con *Ricinus communis 'Sanguineus'* observando una disminución de nitrógeno en las variaciones de $0,01\pm 0,02$; en el carbono disminuyo 116 ± 238 ; el potasio disminuyo en $17,992\pm 33,485$ y el fosforo disminuye en $391\pm 1,258$.

Tabla 15

Porcentaje de presencia de metales pesados (plomo y arsénico) del suelo antes y después de la fitorremediación con dos variedades de higuera (*Ricinus communis* 'Sanguineus') y (*Ricinus communis* 'Mayor')

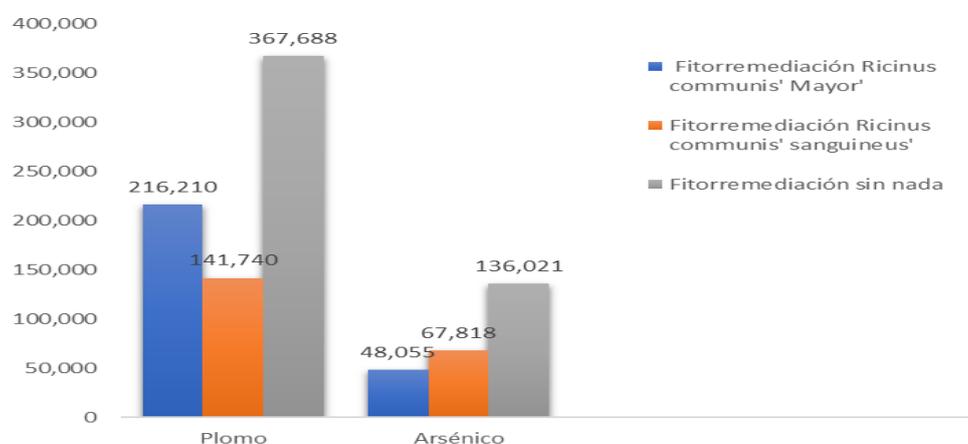
		Plomo	Arsénico
		Media	Media
Sin fitorremediación		367,688	136,021
Fitorremediación	Ricinus communis 'sanguíneos'	141,740	67,818
	Ricinus communis 'Mayor'	216,210	48,055

Nota. En la tabla 15 se describe el porcentaje de presencia de metales pesados observando que en el plomo hubo disminución de 225,948 con *Ricinus communis* 'Sanguineus' y 151,478 con *Ricinus communis* 'Mayor'.

Asimismo, en el arsénico hubo disminución de 68,203 con *Ricinus communis* 'Sanguineus' y de 87,966 con *Ricinus communis* 'Mayor'. Encontrando más variación con la primera variedad.

Figura 14

Porcentaje de presencia de metales pesados (plomo y arsénico) del suelo antes y después de la fitorremediación con dos variedades de higuera (*Ricinus communis* 'Sanguineus') y *Ricinus communis* 'Mayor'



Nota. En la figura 14 se describe el porcentaje de presencia de metales pesados observando que en el plomo hubo disminución de 151,478 con *Ricinus communis* 'Mayor' y de 225,948 con *Ricinus communis* 'Sanguineus'. Asimismo, en el arsénico hubo disminución de 68,203 con *Ricinus communis* 'Mayor' y de 87,966 con *Ricinus communis* 'Sanguineus'. Encontrando más variación con la primera variedad.

Tabla 16

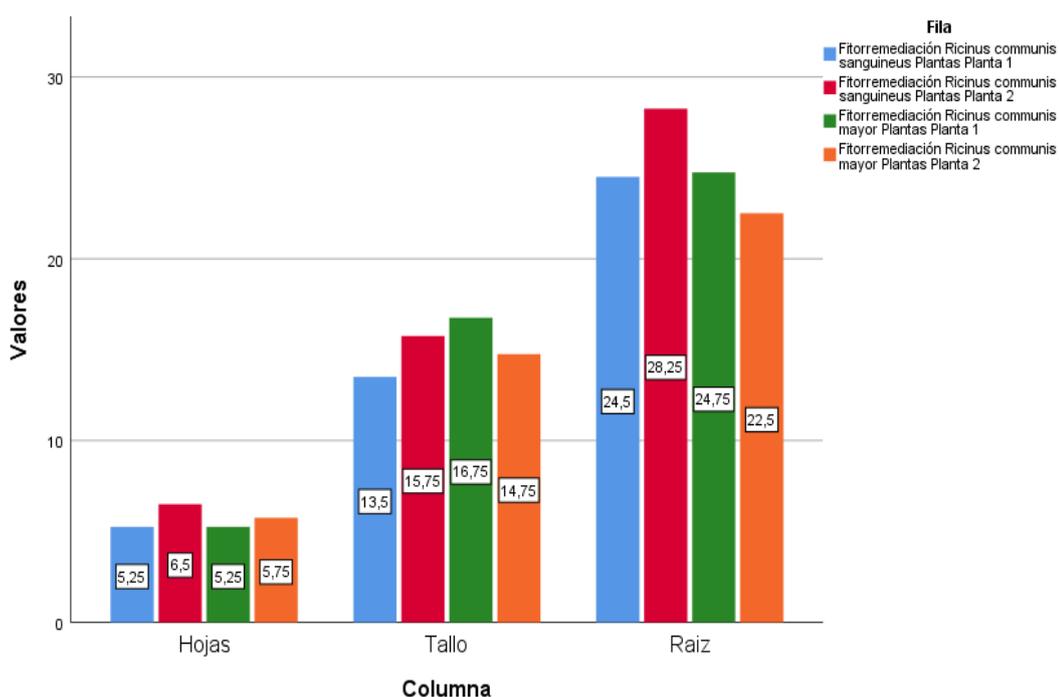
Características morfológicas de las dos variedades de la planta Higuierilla en la fitorremediación de los suelos contaminados por (plomo y arsénico)

Plantas de fitorremediación		Hojas	Tallo	Raíz
		Media	Media	Media
<i>Ricinus communis</i> 'Sanguineus'	Planta 1	5	14	25
	Planta 2	7	16	28
<i>Ricinus communis</i> 'Mayor'	Planta 1	5	17	25
	Planta 2	6	15	23

Nota. En la tabla 16 se describe las características morfológicas de las plantas de fitorremediación siendo que en la *Ricinus communis* 'Sanguineus' se observa la mayor media en la planta 2 con 7 hojas, tallo de 16 cm y raíz de 28 cm. Asimismo, en la *Ricinus communis* 'Mayor' se observa la mayor media de hojas en la planta 2 con 6 hojas y en la planta 1 con tallo de 17 cm y raíz de 25 cm.

Figura 15

Características morfológicas de las dos variedades de la planta Higuierilla en la fitorremediación de los suelos contaminados por (plomo y arsénico)



Nota. En la figura 15 se describe las características morfológicas de las plantas de fitorremediación siendo que en la *Ricinus communis* 'Sanguineus' se observa la mayor media en la planta 2 con 7 hojas, tallo de 16 cm y raíz de 28 cm. Asimismo, en la *Ricinus communis* 'Mayor' se observa la mayor media de hojas en la planta 2 con 6 hojas y en la planta 1 con tallo de 17 cm y raíz de 25 cm.

4.2. ANÁLISIS INFERENCIAL

Tabla 17

Comparación de medias de la fitorremediación con dos variedades de la Higuierilla en la mejora de la calidad del suelo contaminados por plomo y arsénico por la Minera Atacocha, distrito de Tíclacayan, provincia y departamento de Pasco - 2023

		prueba t para la igualdad de medias			
		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
Plomo	Se asumen varianzas iguales	8,772	6	0,000	74,470000
Arsénico	Se asumen varianzas iguales	19,487	6	0,000	19,762000

Nota. En la tabla 17 aplicado la comparación de medias de t de student se observa significancia con un p-valor < 0,05 (0,000) en plomo y arsénico en la mejora de la calidad del suelo contaminado. Siendo que las variedades fueron efectivos en los cambios de las repeticiones realizadas.

Tabla 18

Comparación de medias de las propiedades físicas y químicas del suelo antes y después de la fitorremediación con dos variedades de la Higuierilla en la mejora de la calidad del suelo contaminados por plomo y arsénico por la Minera Atacocha, distrito de Tíclacayan, provincia y departamento de Pasco – 2023

		prueba t para la igualdad de medias			
		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
pH	Se asumen varianzas iguales	1,342	6	0,228	0,01500
Conductividad eléctrica	Se asumen varianzas iguales	1,486	6	0,644	0,030000
Materia orgánica	Se asumen varianzas iguales	- 1,334	6	0,231	-,107250
Densidad aparente	Se asumen varianzas iguales	- 1,493	6	0,186	-,052000
Densidad real	Se asumen varianzas iguales	- 4,760	6	0,003	-,226500
Humedad	Se asumen varianzas iguales	3,827	6	0,009	2,594750

Nota. la comparación de medias de t de student se observa significancia en los parámetros físicos de densidad real con un p-valor < 0,05 (0,003) y en la humedad con una significancia de 0,009. Siendo que las variedades de Higuierilla en la mejora de la calidad del suelo contaminados por plomo y arsénico.

Tabla 19

Comparación de medias de las propiedades químicas del suelo antes y después de la fitorremediación con dos variedades de la Higuierilla en la mejora de la calidad del suelo contaminados por plomo y arsénico por la Minera Atacocha, distrito de Ticlacayan, provincia y departamento de Pasco - 2023

		prueba t para la igualdad de medias			
		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
Nitrógeno	Se asumen varianzas iguales	-1,449	6	0,198	-,005500
Carbono	Se asumen varianzas iguales	-1,333	6	0,231	-,062250
Potasio	Se asumen varianzas iguales	-,932	6	0,387	-5,747500
Fosforo	Se asumen varianzas iguales	-,151	6	0,885	-,041750

Nota. En la tabla 19 aplicado la comparación de medias de t de student se observa que no hay significancia en ninguno de los parámetros químicos siendo que el p-valor es > 0,05. Por tal, las variedades de la Higuierilla no han afectado los valores según las repeticiones realizadas.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En concordancia con Cárdenas, (2020) quien manifiesta que la higuerilla (*Ricinus communis* L.) Es valorado como un cultivo de importancia social y económica porque es fácil de manejar y resistente a la sequía. Tiene un alto contenido de aceite del 40 al 60%, lo que lo hace muy atractivo como fuente de biocombustible, y el tallo es un cultivo secundario. metabolito. raíces, hojas y frutos son la albúmina (ricina) y la licencia, la primera de las cuales se utiliza como insecticida y para el control de cultivos.

De acuerdo a Becerril et al., (2007), los terrenos de las minas en un principio se deterioran o se pierden de manera irreversible, esto genera nuevos terrenos alterados que están compuestos por tierras poco adecuadas para el desarrollo de procesos biológicos, los cuales tienen como consecuencia la supresión de la vegetación, la pérdida de su capacidad de producción y la reducción de la diversidad".(Wong, 2003).

Siendo la fitorremediación una práctica verde que basa su funcionamiento en la utilización de plantas y otros seres vivos de grandes sistemas de la rizosfera con el objetivo de mitigar los efectos dañinos de elementos que potencialmente son toxico para el ecosistema. (Miranda et al., 2022)

Del mismo modo, Recharte et al., (2018) quien dentro de su estudio fitorremediación fue más eficaz en tierras con una concentración de plomo de entre 221.2 y 458.62 mg/kg, acumulando en su cuerpo vegetal un promedio de 57.41 y 45.32 mg/kg de plomo respectivamente; además, para el tratamiento de 221.2 mg/kg de plomo se disminuyó su concentración hasta niveles que estaban por debajo del estandarte de calidad del suelo para uso en suelo residencial y/ o parque.

"Donde Panda et al., (2020) resaltan su habilidad para subsistir en lugares altamente dañados por su tolerancia a los metales, además de su capacidad para acumular estos últimos; de esta manera, presentaban

provechos para la fitorremediación.

Además, Cuellar, (2017) señala que es esencias como especie que extrae Pb. Igualmente, resaltando que no fue encontrado Pb en la corteza, ni en el fluido de las semillas de castor. Por esta razón, la especie *R. communis* es posible que se cultivara en el suelo infectado con Pb y con un mínimo de riesgo de que se transfiera al aceite o la torta en las semillas.

Asimismo, se obtuvo importancia en los parámetros físicos con respecto a la densidad real, teniendo un p-valor de 0,003, y la humedad, teniendo un p-valor de 0,009. Y la falta de importancia en ninguno de los parámetros químicos, siendo que el valor p es 0,05. Debido a que la diversidad de la higuera no ha sido perjudicada por las ocasiones en que se ha repetido.

“De acuerdo a Martin et al., (1996) Los metales pesados, como el cobre, plomo, arsénico y cadmio, pueden poseer niveles de concentración que causen efectos nocivos en las características fisionómicas, psicológicas y biológicas del suelo, tales como: la reducción del porcentaje de materia orgánica, la deficiencia de nutrientes, la fluctuación del pH que genera tierras ácidas, la amplitud de los cambios de temperatura, los efectos dañinos en las propiedades fisionómicas, psicológicas y biológicas del suelo, y como consecuencia la vulneración de la planta ante el ataque de los animales, las plantas y los microorganismos del suelo, y como consecuencia la amplitud de los daños en las características fisionómicas, psicológicas y biológicas del suelo”.

CONCLUSIONES

Del presente estudio se concluye lo siguiente:

- Con respecto al objetivo general se determinó la capacidad fitorremediadora Con Dos Con Variedades De Higuierilla (*Ricinus Communis* 'Sanguineus' y *Ricinus Communis* 'Mayor'), donde el porcentaje de presencia de metales pesados como el plomo hubo disminución de 225,948 *Ricinus communis* 'Sanguineus' y de 151,478 *Ricinus communis* 'Mayor', Asimismo, en el arsénico hubo disminución de 87,966 con *Ricinus communis* 'Sanguineus' y de 68,203 con *Ricinus communis* 'Mayor'. Encontrando más variación con la primera variedad.
- Aplicado la comparación de medias de t de student se observa significancia con un p-valor < 0,05 (0,000) en plomo y arsénico en la mejora de la caidad del suelo contaminado. Siendo que las variedades fueron efectivos en los cambios de las repeticiones realizadas.
- Asimismo, se observa significancia en los parámetros físicos de densidad real con un p-valor < 0,05 (0,003) y en la humedad con una significancia de 0,009. Siendo que las variedades de Higuierilla en la mejoa de la calidad del suelo contaminados por plomo y arsénico.
- No hay significancia en ninguno de los parámetros químicos siendo que el p-valor es > 0,05. Por tal, las variedades de la Higuierilla no han afectado los valores según las repeticiones realizadas.
- Aplicando la comparación de medias de las características morfológicas de las dos variedades de la planta Higuierilla (*Ricinus communis* 'Sanguineus' y *Ricinus communis* 'Mayor') se observa que el *Ricinus communis* 'Sanguineus' tiene la mayor media en la planta 2 con 7 hojas, tallo de 16 cm y raíz de 28 cm. Asimismo, en la *Ricinus communis* 'Mayor' se observa la mayor media de hojas en la planta 2 con 6 hojas y en la planta 1 con tallo de 17 cm y raíz de 25 cm. encontrando más crecimiento en la variedad de *Ricinus communis* 'Sanguineus' .

RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Para futuras investigaciones realizar el análisis de las raíces, tallos y hojas de las dos variedades de la planta Higuierilla (*Ricinus communis* 'Sanguineus' y *Ricinus communis* 'Mayor') para determinar la capacidad Fitoacumuladora.
- Realizar el estudio microbiológico del suelo del relave minero Atacocha.
- Estudiar los diferentes tipos de plantas que se desarrollan en el relave minero Atacocha, ya que pueden poseer capacidad fitorremediadora.
- Realizar un análisis de las dos variedades de la planta Higuierilla (*Ricinus communis* 'Sanguineus' y *Ricinus communis* 'Mayor'), con el fin de identificar en que parte de la planta se encuentran en mayor proporción de los metales pesados.
- Realizar un estudio por un periodo de tiempo más prolongado, para que las plantas se puedan desarrollarse al máximo.
- Realizar los análisis de otros metales pesados en el relave minero Atacocha, con calicatas más profundas.
- Realizar a la empresa minera Atacocha un presiembra con la planta Higuierilla de la variedad (*Ricinus communis* 'Sanguineus') por su capacidad fitorremediadora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguoru, C. U., Uhia, P., & Olasan, J. O. (2015). Varietal Characterisation and Taxonomic Evaluation of Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Using Macro- and Micromorphological Evidence. *OALib*, *02*(08), 1-7. <https://doi.org/10.4236/oalib.1101757>
- Álvarez Calvo, L. (2019). *Tratamiento de suelos contaminados por metales mediante combinación de técnicas de fitorremediación con adición de biochar* [Phd, E.T.S.I. Industriales (UPM)]. <https://oa.upm.es/55865/>
- Bambaren Onsihuay, C. E. (2019). IMPACTOS SIGNIFICATIVOS DEL PASIVO AMBIENTAL MINERO SIETE CUEVAS EN EL CENTRO POBLADO DE RONDOS BAJO - DISTRITO DE HUÁNUCO - 2018. *Universidad de Huánuco*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/2234>
- Barrios Ponte, M. F., & Garcilazo Saenz, A. (2019). *Capacidad fitorremediadora de Ricinus communis "Higuerilla" sobre Arsénico y Plomo de suelos contaminados del sector La Porfía Pataz, 2019* [Informe final, Universidad Cesar Vallejo]. digital. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47891?show=full>
- Becerril, J. M., Barrutia, O., Plazaola, J. I. G., Hernández, A., Olano, J. M., & Garbisu, C. (2007). Especies nativas de suelos contaminados por metales: Aspectos ecofisiológicos y su uso en fitorremediación: *Ecosistemas*, *16*(2), Article 2. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/128>
- Becker, R., Behrendt, U., Hommel, B., Kropf, S., & Ulrich, A. (2008). Effects of transgenic fructan-producing potatoes on the community structure of rhizosphere and phyllosphere bacteria: Bacterial community on fructan-producing potatoes. *FEMS Microbiology Ecology*, *66*(2), 411-425. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2008.00562.x>

- Blanco-Sepúlveda, R. (2009). La relación entre la densidad aparente y la resistencia mecánica como indicadores de la compactación del suelo. *Agrociencia*, 43(3), 231-239.
- Buol, S. W. (2008). *Génesis y clasificación de suelos* / S. W. Buol, F. D. Hole, R. J. McCracken (1ª ed. reimp.). Trillas.
- Burbano, H. (2022). *Suelo*. Significados. <https://www.significados.com/suelo/>
- Cárdenas Ruiz, P. M. (2020). *Rangos de conductividad eléctrica para el análisis del poder germinativo de semillas provenientes de la colección de higuera (Ricinus communis L.)* [Tesis de licenciatura, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21474>
- Castillo, O. S., Torres-Badajoz, S. G., Núñez-Colín, C. A., Peña-Caballero, V., Herrera Méndez, C. H., Rodríguez-Núñez, J. R., Castillo, O. S., Torres-Badajoz, S. G., Núñez-Colín, C. A., Peña-Caballero, V., Herrera Méndez, C. H., & Rodríguez-Núñez, J. R. (2017). Producción de biodiésel a partir de microalgas: Avances y perspectivas biotecnológicas. *Hidrobiológica*, 27(3), 337-352.
- Cheesman, E. E. (1969). Tropical Crops. Dicotyledons Volumes 1 and 2 By J. W. Purseglove London: Longmans, Green (1968), pp. 719, illustr. 50s. each volume. *Experimental Agriculture*, 5(2), 166-166. <https://doi.org/10.1017/S0014479700004397>
- Cid-Lazo, G., López-Seijas, T., Herrera-Puebla, J., & González-Robaina, F. (2021). Variación de la Densidad Aparente para diferentes contenidos de agua en suelos cubanos. *Revista Ingeniería Agrícola*, 11(2). <https://www.redalyc.org/journal/5862/586266250001/html/>
- Cordova Cordova, M. G. (2016). Evaluación de la capacidad depuradora del marrubio (*Marrubium vulgare*) e higuera (*Ricinus communis*) mediante fitoextracción de suelos contaminados por metales pesados Plomo (Pb) en el distrito de Puente Piedra, 2016. *Universidad César Vallejo*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/889>

- Cuellar Sánchez, A. (2017a). *Fitorremediación de un suelo contaminado con residuos de baterías de automóvil mediante el uso de ricinus communis y hongos micorrízico arbusculares*. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/3833>
- Cuellar Sánchez, A. (2017b). *Fitorremediación de un suelo contaminado con residuos de baterías de automóvil mediante el uso de ricinus communis y hongos micorrízico arbusculares*. [Tesis de doctor en ciencias, Instituto de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas]. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/3833>
- Cunningham, S. D., Berti, W. R., & Huang, J. W. (1995). Phytoremediation of contaminated soils. *Trends in Biotechnology*, 13(9), 393-397. [https://doi.org/10.1016/S0167-7799\(00\)88987-8](https://doi.org/10.1016/S0167-7799(00)88987-8)
- Davila Ruiz, M. (2020). *Recuperación de suelo contaminado por plomo con vetiveria (Chrysopogon Zizanioides) bajo condiciones de vivero en La Esperanza – Amarilis – Huánuco, Abril – junio 2019* [Informe final, Universidad de Huánuco]. digital. <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2497?show=full>
- Delgadillo López, A. E., González Ramírez, C. A., Prieto García, F., Villagómez Ibarra, J. R., & Acevedo Sandoval, O. (2011). *Fitorremediación: Una alternativa para eliminar la contaminación*. 2(14), 16.
- Díaz Lema, J. M. (1999). Suelo urbano no consolidado y suelo urbanizable. *Ciudades: Revista del Instituto Universitario de Urbanística de la Universidad de Valladolid*, 5, 187-198.
- Díez Lázaro, J. (2009). *Fitocorrección de suelos contaminados con metales pesados: Evaluación de plantas tolerantes y optimización del proceso mediante prácticas agronómicas* [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidade de Santiago de Compostela]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=108117>
- Feldman, U. (1990). *Tulip, a Modified Munsell Color Space* (D. P. Casasent, Ed.; p. 332). <https://doi.org/10.1117/12.969745>

- García, Y., Ramírez, W., & Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: Una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos y Forrajes*, 35(2), 125-138.
- Ghosh, M. (2005). A review on phytoremediation of heavy metals and utilization of its by-products. Applied Ecology and Environmental Research. *Applied Ecology and Environmental Research*, 3(1), 1-18. https://doi.org/10.15666/aeer/0301_001018
- Gómez, J. J. C., Muñoz, R. B., & Rodríguez, M. de L. H. (2015). Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala. *Ingeniería*, 19(1), 39-50.
- Gregorich, E. G., Carter, M. R., Angers, D. A., Monreal, C. M., & Ellert, B. H. (1994). Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 74(4), 367-385. <https://doi.org/10.4141/cjss94-051>
- Guzmán Morales, A. R., Oriol Vázquez, P., Cruz La Paz, O., Valdés Carmenate, R., Valdés Hernández, P. A., Guzmán Morales, A. R., Oriol Vázquez, P., Cruz La Paz, O., Valdés Carmenate, R., & Valdés Hernández, P. A. (2021). Fitotecnología para la recuperación de agroecosistemas contaminados con metales pesados por desechos industriales. *Centro Agrícola*, 48(3), 43-52.
- Huaraca-Fernandez, J. N., Pérez-Sosa, L., Bustinza-Cabala, L. S., Pampa-Quispe, N. B., Huaraca-Fernandez, J. N., Pérez-Sosa, L., Bustinza-Cabala, L. S., & Pampa-Quispe, N. B. (2020). Enmiendas orgánicas en la inmovilización de cadmio en suelos agrícolas contaminados: Una revisión. *Información tecnológica*, 31(4), 139-152. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000400139>
- Jang, M., Czoschke, N. M., Lee, S., & Kamens, R. M. (2002). Heterogeneous Atmospheric Aerosol Production by Acid-Catalyzed Particle-Phase Reactions. *Science*, 298(5594), 814-817.

- Jara-Peña, E., Gómez, J., Montoya, H., Chanco, M., Mariano, M., & Cano, N. (2014). Capacidad fitorremediadora de cinco especies altoandinas de suelos contaminados con metales pesados. *Revista Peruana de Biología*, 21(2), 145-154.
- Marín Chirinos, D. (2002). Rendimiento y Producción agrícola vegetal: Un Análisis del entorno mundial (1997-1999) y de Venezuela (1988 - 2001). *Agroalimentaria*, 7(15), 49-73.
- Marrero, J., Amores, I., & Coto, O. (2012). *Fitorremediación, una tecnología que involucra a plantas y microorganismos en el saneamiento ambiental*. 46(3), 16. digital.
- Martin, H. W., Young, T. R., Kaplan, D. I., Simon, L., & Adriano, D. C. (1996). Evaluation of three herbaceous index plant species for bioavailability of soil cadmium, chromium, nickel and vanadium. *Plant and Soil*, 182(2), 199-207. <https://doi.org/10.1007/BF00029051>
- Mazzani C., E., Rodríguez, E., Mofazzal Islam, M., Siddika, A., Sultana, S., & Haque, S. (2009). Estudio de la variabilidad presente en germoplasma de tártago (*Ricinus communis* L.) en cuanto a racimos, frutos y semillas. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9(4), 764-769.
- Miranda, R. de S., Boechat, C. L., Bomfim, M. R., Santos, J. A. G., Coelho, D. G., Assunção, S. J. R., Cardoso, K. M., & Cardoso, E. B. (2022). Phytoremediation: A sustainable green approach for environmental cleanup. En V. Kumar, M. P. Shah, & S. K. Shahi (Eds.), *Tecnología de fitorremediación para la eliminación de metales pesados y otros contaminantes del suelo y el agua* (pp. 49-75). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85763-5.00017-9>
- Niembro Rocas, A. (2001). Las diásporas de los árboles y arbustos nativos de México: Posibilidades y limitaciones de uso. *Madera y Bosques*, 7(2), 3-11.
- Nolasco, P., & Alfonso, D. (2010). Requerimientos edáficos de *Eriotheca ruizii* (Schumann) Robyns cc. Cc. De San Antonio—Salcahuasi –

Huancavelica. *Universidad Nacional del Centro del Perú*.
<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/2584>

Núñez López, R. A., Meas, Y., & Olquin, E. (2004). *Fitorremediación: Fundamentos y aplicaciones*. *Revista Biotecnología y biología molecular*. 15.

Oliveros, M. A., García, A., & Valdez, B. (2015). Evaluation of a Teaching Sequence Regarding Science, Technology and Society Values in Higher Education. *Creative Education*, 06(16), 1768-1775.
<https://doi.org/10.4236/ce.2015.616179>

Panda, D., Mandal, L., Barik, J., Padhan, B., & Bisoi, S. S. (2020). Physiological response of metal tolerance and detoxification in castor (*Ricinus communis* L.) under fly ash-amended soil. *Heliyon*, 6(8), e04567. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04567>

Parent, L. E. (2017). Fractal Kinetics Parameters Regulating Carbon Decomposition Rate under Contrasting Soil Management Systems. *Open Journal of Soil Science*, 7(7), Article 7.
<https://doi.org/10.4236/ojss.2017.77009>

Parr, J. F., Papendick, R. I., Hornick, S. B., & Meyer, R. E. (1992). Soil quality: Attributes and relationship to alternative and sustainable agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture*, 7(1-2), 5-11.
<https://doi.org/10.1017/S0889189300004367>

Pilonieta, A. M. G., I, F. J., & Riaño, L. J. C. (2007). Poliuretanos degradables a partir de aceite de higuerilla. *Scientia Et Technica*, XIII(36), 1-6.

Puschenreiter, M., Wieczorek, S., Horak, O., & Wenzel, W. W. (2003). Chemical changes in the rhizosphere of metal hyperaccumulator and excluder *Thlaspi* species. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 166(5), 579-584. <https://doi.org/10.1002/jpln.200321155>

Quispe Carhuaricra, A. J. (2020). Fitorremediación con *Ricinus Communis*

para el tratamiento de suelos contaminados con plomo en la ciudad de Cerro de Pasco, 2019. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2464>

Recharte Tello, F. A., Mejía Rodríguez, R. A., & Fajardo Cuevas, V. I. (2018). *Fitorremediación con Ricinus communis para el tratamiento de suelos contaminados con plomo* [Tesis de Ingeniero Ambiental y de recursos naturales, Universidad del Callao]. <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/2737>

Rivera, J. F., Aguirre-Guerrero, A., Mejía De Gutiérrez, R., & Orobio, A. (2020). Estabilización química de suelos—Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión). *Informador Técnico*, 84(2), 43-67. <https://doi.org/10.23850/22565035.2530>

Sessitsch, A., Kuffner, M., Kidd, P., Vangronsveld, J., Wenzel, W. W., Fallmann, K., & Puschenreiter, M. (2013). The role of plant-associated bacteria in the mobilization and phytoextraction of trace elements in contaminated soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 60, 182-194. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2013.01.012>

SIAP. (2010). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera | gob.mx*. <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>

Solís Bonilla, J. L., Muñoz Orozco, A., Escalante Estrada, J. A. S., & Zamarripa Colmenero, A. (2016). Crecimiento de variedades y componentes del rendimiento de higuerrilla (*Ricinus communis* L.) en Montecillo, Estado de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(2), 311-323.

Solisor Atavillos, L. T. (2021). Efecto del biochar del eucalipto (*eucalyptus globulus*) en la mejora de la calidad de suelo y las características morfológicas del rabanito (*raphanus sativus*)—Huánuco 2020. *Universidad de Huánuco*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/2870>

Teodoro, M., Hejzman, M., Vítková, M., Wu, S., & Komárek, M. (2020).

Seasonal fluctuations of Zn, Pb, As and Cd contents in the biomass of selected grass species growing on contaminated soils: Implications for in situ phytostabilization. *Science of The Total Environment*, 703, 134710. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134710>

Torrent, J., & Barrón, V. (2015). Laboratory Measurement of Soil Color: Theory and Practice. En J. M. Bigham & E. J. Ciolkosz (Eds.), *SSSA Special Publications* (pp. 21-33). Soil Science Society of America. <https://doi.org/10.2136/sssaspecpub31.c2>

Torres-Guerrero, C. A., Etchevers B., J. D., Fuentes-Ponce, M. H., Govaerts, B., León-González, F. D., Herrera, J. M., Torres-Guerrero, C. A., Etchevers B., J. D., Fuentes-Ponce, M. H., Govaerts, B., León-González, F. D., & Herrera, J. M. (2013). Influencia de las raíces sobre la agregación del suelo. *Terra Latinoamericana*, 31(1), 71-84.

Trejo Pasache, L. P. (2018). Fitoextracción de plomo en relaves oxidados mediante el uso de *Ricinus Communis* y la adición de ácido fúlvico como agente quelante, Rímac, 2018. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50235>

Vallejo-Quintero, V. E. (2013). IMPORTANCIA Y UTILIDAD DE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SUELOS MEDIANTE EL COMPONENTE MICROBIANO: EXPERIENCIAS EN SISTEMAS SILVOPASTORILES. *Colombia Forestal*, 16(1), 83-99.

Vasco-Leal, J. F., Hernández-Rios, I., Méndez-Gallegos, S. de J., Ventura-Ramos, E. J., Cuellar-Núñez, M. L., Mosquera-Artamonov, J. D., Vasco-Leal, J. F., Hernández-Rios, I., Méndez-Gallegos, S. de J., Ventura-Ramos, E. J., Cuellar-Núñez, M. L., & Mosquera-Artamonov, J. D. (2017). Relación entre la composición química de la semilla y la calidad de aceite de doce accesiones de *Ricinus communis* L. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(6), 1343-1356.

Vavilov, N. (1994). Origin and geography of cultivated plants. *Archives of Natural History*, 21(1), 142-142.

<https://doi.org/10.3366/anh.1994.21.1.142a>

Vélez Meza, N. V. (2021). *Evaluación morfoagronómica de la diversidad de la higuera (Ricinus Communis L.) presente en la Zona Centro Sur del Ecuador* [masterThesis, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11113>

Wong, M. H. (2003). Ecological restoration of mine degraded soils, with emphasis on metal contaminated soils. *Chemosphere*, 50(6), 775-780. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(02\)00232-1](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(02)00232-1)

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Pablo Sarmiento, R. (2024). Fitorremediación con dos variedades de higuera (ricinus communis 'sanguineus' Y ricinus communis 'mayor') para la mejora de la calidad del suelo contaminados por plomo y arsénico por la minera Atacocha, distrito de Tlacayan, provincia y departamento de Pasco - 2023 [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXOS 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables / Indicadores	Metodología
¿Cuál será el efecto de la fitorremediación Con Dos Con Variedades De Higuierilla (<i>Ricinus communis</i> 'Sanguineus' y <i>Ricinus communis</i> 'Mayor') Para La Mejora De La Calidad Del Suelo Contaminados Por Plomo Y Arsénico Por La Minera Atacocha, Distrito De Tlacacayan, Provincia Y Departamento De Pasco-2023	Demostrar el efecto de la fitorremediación Con Dos Con Variedades De Higuierilla (<i>Ricinus communis</i> 'Sanguineus' y <i>Ricinus communis</i> 'Mayor') Para La Mejora De La Calidad Del Suelo Contaminados Por Plomo Y Arsénico Por La Minera Atacocha, Distrito De Tlacacayan, Provincia Y Departamento De Pasco-202	Hi: La fitorremediación con dos con variedades de higuierilla (<i>Ricinus communis</i> 'Sanguineus' y <i>Ricinus communis</i> 'Mayor') tienen efecto en la mejora de la calidad del suelo contaminados por plomo y arsénico por la Minera Atacocha.	<p>Independiente: Fitorremediación</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Ricinus communis</i> 'Sanguineus' • <i>Ricinus communis</i> 'Mayor' <p>Dependiente: Calidad del suelo.</p> <p>Propiedades físicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Densidad aparente. • Densidad real. • Textura. • % de humedad • Color. • estructura <p>Propiedades químicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pH y CIC <p>Metales pesados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • plomo y arsénico 	<p>Tipol: Experimental, Prospectivo, Longitudinal, Analítico.</p> <p>Enfoque: cuantitativa.</p> <p>Nivel: explicativo.</p> <p>Diseño: completamente al azar,</p> <p>Población: 1000 m2 de terreno</p> <p>Muestra: 50 kg de suelo contaminado</p>
Problema específico	Objetivo específico			
¿Cuáles serán las propiedades físicas del suelo antes y después de la fitorremediación con dos variedades de higuierilla (<i>Ricinus communis</i> 'Sanguineus' y <i>Ricinus communis</i> 'Mayor')?	Evaluar las propiedades físicas del suelo antes y después de la fitorremediación con dos variedades de higuierilla (<i>Ricinus communis</i> 'Sanguineus' y <i>Ricinus communis</i> 'Mayor').			
¿Cuáles serán las propiedades químicas del suelo antes y después de fitorremediación con dos variedades de higuierilla (<i>Ricinus communis</i> 'Sanguineus' y <i>Ricinus communis</i> 'Mayor')?	Evaluar las propiedades químicas del suelo antes y después de fitorremediación con dos variedades de higuierilla (<i>Ricinus communis</i> 'Sanguineus' y <i>Ricinus communis</i> 'Mayor').			
¿Cuál será el porcentaje de presencia de metales pesados (plomo y arsénico) del suelo antes y después de la fitorremediación con dos variedades de higuierilla (<i>Ricinus communis</i> 'Sanguineus' y <i>Ricinus communis</i> 'Mayor')?	Evaluar el porcentaje de presencia de metales pesados (plomo y arsénico) del suelo antes y después de la fitorremediación con dos variedades de higuierilla (<i>Ricinus communis</i> 'Sanguineus' y <i>Ricinus communis</i> 'Mayor').	Ho: La fitorremediación con dos con variedades de higuierilla (<i>Ricinus communis</i> 'Sanguineus' y <i>Ricinus communis</i> 'Mayor') no tiene efecto en la mejora de la calidad del suelo		
¿cuáles serán las características morfológicas de las dos variedades de la planta Higuierilla (<i>Ricinus communis</i> 'Sanguineus' y <i>Ricinus communis</i> 'Mayor')en	Evaluar las características			

la fitorremediación de los suelos contaminados por (plomo y arsénico)?.

morfológicas de las dos variedades de la planta Higuera (*Ricinus Communis* 'Sanguineus' y *Ricinus communis* 'Mayor') en la fitorremediación de los suelos contaminados por (plomo y arsénico).

contaminados por plomo y arsénico por la Minera Atacocha.

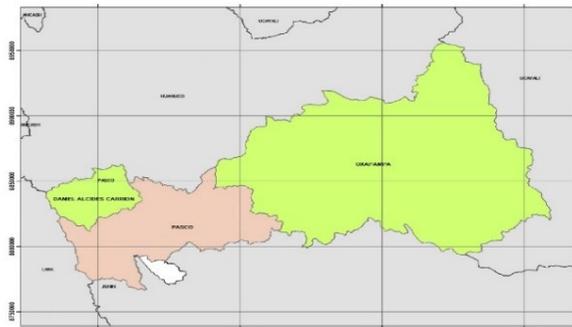
ANEXOS 2

PLANO DE UBICACIÓN

UBICACIÓN DEPARTAMENTAL



UBICACIÓN PROVINCIAL



UBICACIÓN DISTRITAL



PUNTOS DE MONITOREO	COORDENADAS UTM WGS 84 - 18L	
	ESTE	NORTE
P1	371320	8835988
P2	371324	8835866
P3	371250	8835832
P4	371251	8835936

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 E.A.P. DE INGENIERÍA AMBIENTAL

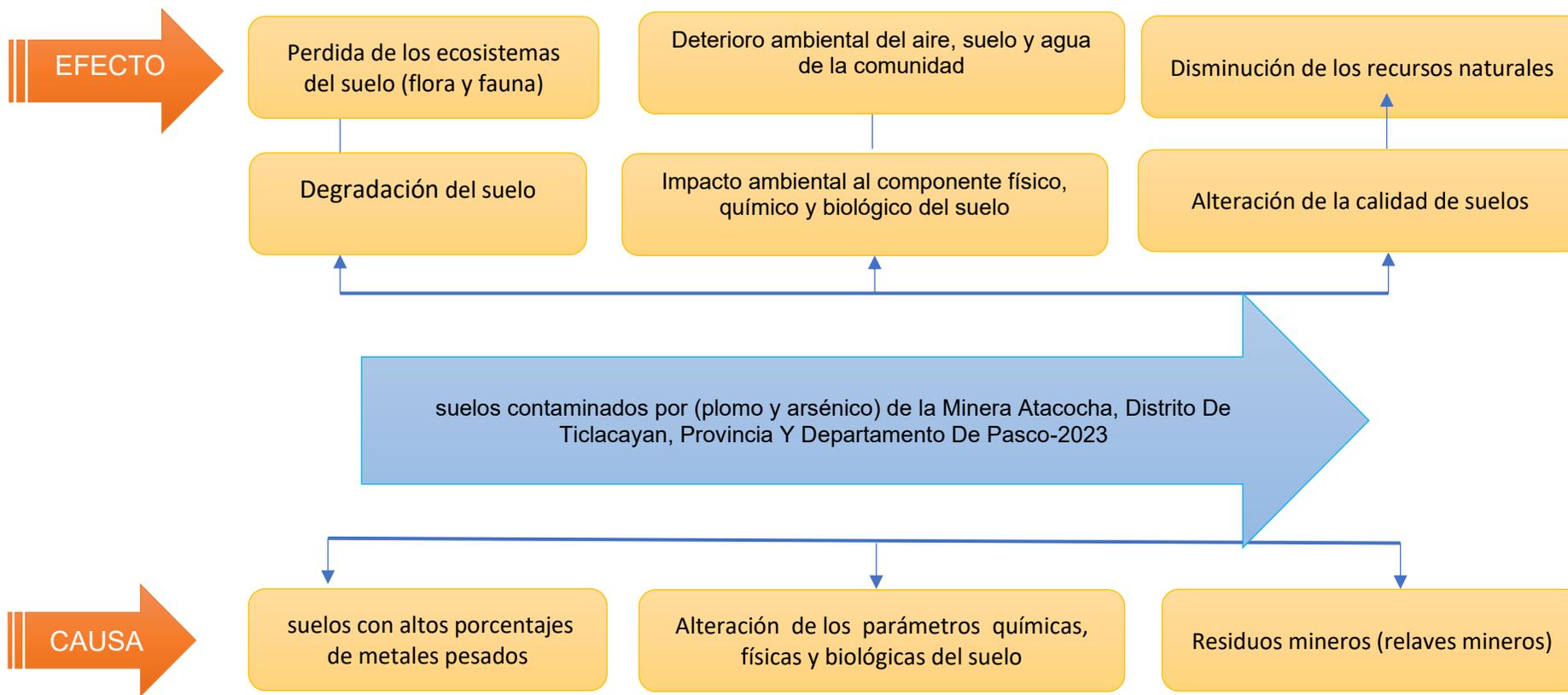
Proyecto: FITORREMEDIACIÓN CON DOS CON VARIETADES DE HIGUERILLA (*Ricinus Communis Sanguineus* y *Ricinus Communis Mayor*) PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL SUELO CONTAMINADOS POR PLOMO Y ARSENICO POR LA MINERA ATACOCHA, DISTRITO DE TICACAYAN, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PASCO-2023

MAPA DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

Tesista: Bach. Rocio Alicia Pablo Sarmiento	Lámina: 01
Asesor: MG. ELMER, RIVEROS AGÜERO	
Escala: 1: 2 000	
Fuente: GEO GPS	

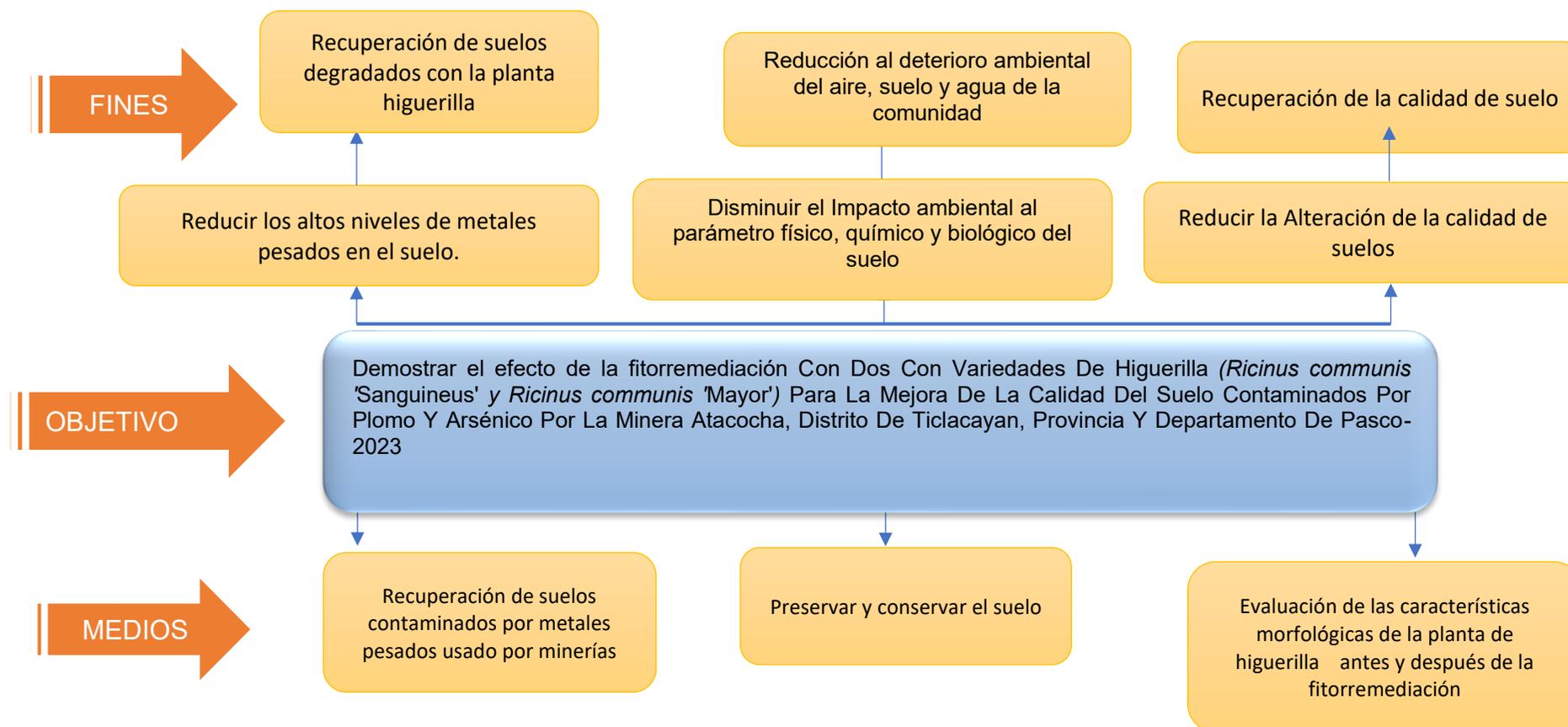
ANEXOS 3

DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO



ANEXOS 4

DIAGRAMA DE MEDIOS Y FINES



ANEXOS 5 FICHAS DE CAMPO

indicadores de temperatura y humedad

INDICADORES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

DÍA: 01		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 07		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 29 /04 /2023	MAÑANA 8:00 AM	20.7 °C	62%	FECHA: 05 /05 /2023	MAÑANA 8:00 AM	21.2 °C	63%
	TARDE: 2:00 PM	31.4 °C	32%		TARDE: 2:00 PM	32.3 °C	34%
	Noche: 8:00 pm	21.3 °C	58%		Noche: 8:00 pm	29.6 °C	61%
DÍA: 02		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 08		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 30 /04 /2023	MAÑANA 8:00 AM	19.5 °C	60%	FECHA: 06 /05 /2023	MAÑANA 8:00 AM	16.5 °C	77%
	TARDE: 2:00 PM	30.2 °C	35%		TARDE: 2:00 PM	28.9 °C	33%
	Noche: 8:00 pm	20.0 °C	60%		Noche: 8:00 pm	18.9 °C	60%
DÍA: 03		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 09		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 01 /05 /2023	MAÑANA 8:00 AM	18.4 °C	58%	FECHA: 07 /05 /2023	MAÑANA 8:00 AM	20.6 °C	64%
	TARDE: 2:00 PM	29.6 °C	33%		TARDE: 2:00 PM	30.2 °C	32%
	Noche: 8:00 pm	21.1 °C	59%		Noche: 8:00 pm	18.5 °C	63%
DÍA: 04		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 10		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 02 /05 /2023	MAÑANA 8:00 AM	17.8 °C	65%	FECHA: 08 /05 /2023	MAÑANA 8:00 AM	17.9 °C	68%
	TARDE: 2:00 PM	31.6 °C	30%		TARDE: 2:00 PM	29.8 °C	35%
	Noche: 8:00 pm	20.5 °C	57%		Noche: 8:00 pm	20.1 °C	57%
DÍA: 05		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 11		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 03 /05 /2023	MAÑANA 8:00 AM	20.9 °C	62%	FECHA: 09 /05 /2023	MAÑANA 8:00 AM	20.1 °C	58%
	TARDE: 2:00 PM	30.5 °C	35%		TARDE: 2:00 PM	28.5 °C	33%
	Noche: 8:00 pm	19.5 °C	60%		Noche: 8:00 pm	19.8 °C	60%
DÍA: 06		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 12		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 04 /05 /2023	MAÑANA 8:00 AM	28.6 °C	56%	FECHA: 10 /05 /2023	MAÑANA 8:00 AM	20.3 °C	58%
	TARDE: 2:00 PM	28.9 °C	33%		TARDE: 2:00 PM	30.7 °C	32%
	Noche: 8:00 pm	20.1 °C	59%		Noche: 8:00 pm	19.9 °C	57%

INDICADORES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

DÍA: 13		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 19		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 11/ 05/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	18.6 °C	68%	FECHA: 17/ 05/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	20.1 °C	58%
	TARDE: 2:00 PM	32.3 °C	33%		TARDE: 2:00 PM	29.8 °C	34%
	Noche: 8:000 pm	20.2 °C	57%		Noche: 8:000 pm	20.7 °C	57%
DÍA: 14		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 20		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 12/ 05/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	20.4 °C	58%	FECHA: 18/ 05/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	18.8 °C	60%
	TARDE: 2:00 PM	31.7 °C	30%		TARDE: 2:00 PM	30.2 °C	31%
	Noche: 8:000 pm	18.6 °C	60%		Noche: 8:000 pm	20.4 °C	57%
DÍA: 15		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 21		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 13/ 05/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	19.6 °C	60%	FECHA: 19/ 05/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	19.5 °C	56%
	TARDE: 2:00 PM	28.9 °C	33%		TARDE: 2:00 PM	28.7 °C	33%
	Noche: 8:000 pm	20.2 °C	58%		Noche: 8:000 pm	19.7 °C	60%
DÍA: 16		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 22		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 14/ 05/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	17.8 °C	70%	FECHA: 20/ 05/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	20.2 °C	58%
	TARDE: 2:00 PM	30.2 °C	31%		TARDE: 2:00 PM	30.6 °C	32%
	Noche: 8:000 pm	19.4 °C	60%		Noche: 8:000 pm	19.3 °C	62%
DÍA: 17		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 23		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 15/ 05/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	20.1 °C	55%	FECHA: 21/ 05/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	19.3 °C	60%
	TARDE: 2:00 PM	29.5 °C	35%		TARDE: 2:00 PM	28.5 °C	33%
	Noche: 8:000 pm	20.6 °C	57%		Noche: 8:000 pm	20.5 °C	57%
DÍA: 18		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 24		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 16/ 05/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	18.8 °C	58%	FECHA: 22/ 05/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	20.7 °C	58%
	TARDE: 2:00 PM	28.8 °C	33%		TARDE: 2:00 PM	31.2 °C	30%
	Noche: 8:000 pm	20.5 °C	57%		Noche: 8:000 pm	19.7 °C	60%

INDICADORES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

DÍA: 25		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 31		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 23 /05 /2023	MAÑANA 8:00 AM	19.8 °C	60%	FECHA: 29 /05 /2023	MAÑANA 8:00 AM	20.3 °C	57%
	TARDE: 2:00 PM	28.7 °C	33%		TARDE: 2:00 PM	31.2 °C	30%
	Noche: 8:00 pm	20.3 °C	58%		Noche: 8:00 pm	20.5 °C	57%
DÍA: 26		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 32		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 24 /05 /2023	MAÑANA 8:00 AM	20.5 °C	58%	FECHA: 30 /05 /2023	MAÑANA 8:00 AM	20.3 °C	58%
	TARDE: 2:00 PM	29.1 °C	35%		TARDE: 2:00 PM	30.5 °C	31%
	Noche: 8:00 pm	20.1 °C	57%		Noche: 8:00 pm	19.5 °C	60%
DÍA: 27		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 33		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 25 /05 /2023	MAÑANA 8:00 AM	18.7 °C	68%	FECHA: 31 /05 /2023	MAÑANA 8:00 AM	18.8 °C	70%
	TARDE: 2:00 PM	30.6 °C	31%		TARDE: 2:00 PM	28.9 °C	33%
	Noche: 8:00 pm	20.6 °C	57%		Noche: 8:00 pm	20.2 °C	58%
DÍA: 28		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 34		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 26 /05 /2023	MAÑANA 8:00 AM	19.3 °C	58%	FECHA: 01 /06 /2023	MAÑANA 8:00 AM	20.2 °C	58%
	TARDE: 2:00 PM	30.3 °C	33%		TARDE: 2:00 PM	29.8 °C	30%
	Noche: 8:00 pm	20.5 °C	57%		Noche: 8:00 pm	20.6 °C	57%
DÍA: 29		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 35		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 27 /05 /2023	MAÑANA 8:00 AM	20.3 °C	58%	FECHA: 02 /06 /2023	MAÑANA 8:00 AM	16.6 °C	77%
	TARDE: 2:00 PM	28.9 °C	33%		TARDE: 2:00 PM	30.5 °C	31%
	Noche: 8:00 pm	19.7 °C	60%		Noche: 8:00 pm	19.8 °C	60%
DÍA: 30		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 36		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 28 /05 /2023	MAÑANA 8:00 AM	17.8 °C	70%	FECHA: 03 /06 /2023	MAÑANA 8:00 AM	20.3 °C	58%
	TARDE: 2:00 PM	29.5 °C	30%		TARDE: 2:00 PM	33.1 °C	32%
	Noche: 8:00 pm	20.2 °C	57%		Noche: 8:00 pm	20.5 °C	57%

INDICADORES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

DÍA: 37		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 43		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 04 /06 /2023	MAÑANA 8:00 AM	18.5 C°	60 %	FECHA: 10 /06 /2023	MAÑANA 8:00 AM	16.5 C°	75 %
	TARDE: 2:00 PM	30.4 C°	34 %		TARDE: 2:00 PM	31.3 C°	32 %
	Noche: 8:00 pm	19.1 C°	58 %		Noche: 8:00 pm	20.4 C°	60 %
DÍA: 38		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 44		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 05 /06 /2023	MAÑANA 8:00 AM	18.2 C°	61 %	FECHA: 11 /06 /2023	MAÑANA 8:00 AM	17.3 C°	72 %
	TARDE: 2:00 PM	30.4 C°	35 %		TARDE: 2:00 PM	32.5 C°	34 %
	Noche: 8:00 pm	19.2 C°	56 %		Noche: 8:00 pm	19.4 C°	59 %
DÍA: 39		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 45		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 06 /06 /2023	MAÑANA 8:00 AM	17.1 C°	58 %	FECHA: 12 /06 /2023	MAÑANA 8:00 AM	19.2 C°	58 %
	TARDE: 2:00 PM	32.3 C°	33 %		TARDE: 2:00 PM	31.5 C°	32 %
	Noche: 8:00 pm	19.3 C°	57 %		Noche: 8:00 pm	20.1 C°	60 %
DÍA: 40		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 46		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 07 /06 /2023	MAÑANA 8:00 AM	20.5 C°	75 %	FECHA: 13 /06 /2023	MAÑANA 8:00 AM	21.0 C°	76 %
	TARDE: 2:00 PM	31.4 C°	33 %		TARDE: 2:00 PM	33.1 C°	35 %
	Noche: 8:00 pm	19.3 C°	57 %		Noche: 8:00 pm	19.5 C°	60 %
DÍA: 41		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 47		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 08 /06 /2023	MAÑANA 8:00 AM	18.4 C°	59 %	FECHA: 14 /06 /2023	MAÑANA 8:00 AM	17.5 C°	69 %
	TARDE: 2:00 PM	32.1 C°	30 %		TARDE: 2:00 PM	31.4 C°	31 %
	Noche: 8:00 pm	19.3 C°	57 %		Noche: 8:00 pm	19.4 C°	59 %
DÍA: 42		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 48		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 09 /06 /2023	MAÑANA 8:00 AM	17.3 C°	72 %	FECHA: 15 /06 /2023	MAÑANA 8:00 AM	18.1 C°	60 %
	TARDE: 2:00 PM	31.5 C°	32 %		TARDE: 2:00 PM	32.4 C°	33 %
	Noche: 8:00 pm	19.1 C°	58 %		Noche: 8:00 pm	20.0 C°	60 %

INDICADORES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

DÍA: 49		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 55		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 16/ 06/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	18.3 C°	58%	FECHA: 22/ 06/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	18.5 C°	60%
	TARDE: 2:00 PM	32.3 C°	33%		TARDE: 2:00 PM	31.4 C°	33%
	Noche: 8:00 pm	19.2 C°	56%		Noche: 8:00 pm	19.4 C°	59%
DÍA: 50		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 56		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 17/ 06/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	19.4 C°	59%	FECHA: 23/ 06/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	18.5 C°	60%
	TARDE: 2:00 PM	31.1 C°	33%		TARDE: 2:00 PM	30.5 C°	35%
	Noche: 8:00 pm	19.4 C°	59%		Noche: 8:00 pm	19.5 C°	60%
DÍA: 51		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 57		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 18/ 06/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	20.1 C°	70%	FECHA: 24/ 06/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	19.5 C°	60%
	TARDE: 2:00 PM	30.4 C°	35%		TARDE: 2:00 PM	31.5 C°	32%
	Noche: 8:00 pm	19.1 C°	58%		Noche: 8:00 pm	19.4 C°	59%
DÍA: 52		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 58		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 19/ 06/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	21.0 C°	76%	FECHA: 25/ 06/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	20.5 C°	75%
	TARDE: 2:00 PM	31.4 C°	33%		TARDE: 2:00 PM	31.3 C°	32%
	Noche: 8:00 pm	19.3 C°	57%		Noche: 8:00 pm	19.4 C°	59%
DÍA: 53		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 59		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 20/ 06/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	19.5 C°	60%	FECHA: 26/ 06/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	18.5 C°	60%
	TARDE: 2:00 PM	32.3 C°	33%		TARDE: 2:00 PM	31.4 C°	37%
	Noche: 8:00 pm	19.4 C°	59%		Noche: 8:00 pm	20.0 C°	60%
DÍA: 54		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 60		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 21/ 06/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	18.4 C°	59%	FECHA: 27/ 06/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	19.4 C°	59%
	TARDE: 2:00 PM	31.3 C°	33%		TARDE: 2:00 PM	32.4 C°	34%
	Noche: 8:00 pm	19.0 C°	58%		Noche: 8:00 pm	19.4 C°	59%

INDICADORES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

DÍA: 61		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 67		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 28 /06 /2023	MAÑANA 8:00 AM	18.9°C	70%	FECHA: 04 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	18.6°C	68%
	TARDE: 2:00 PM	30.5°C	31%		TARDE: 2:00 PM	29.3°C	36%
	Noche: 8:00 pm	20.2°C	57%		Noche: 8:00 pm	20.6°C	57%
DÍA: 62		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 68		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 29 /06 /2023	MAÑANA 8:00 AM	20.3°C	58%	FECHA: 05 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	20.1°C	57%
	TARDE: 2:00 PM	32.5°C	30%		TARDE: 2:00 PM	30.6°C	33%
	Noche: 8:00 pm	19.8°C	60%		Noche: 8:00 pm	20.1°C	57%
DÍA: 63		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 69		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 30 /06 /2023	MAÑANA 8:00 AM	17.7°C	75%	FECHA: 06 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	18.3°C	70%
	TARDE: 2:00 PM	28.5°C	35%		TARDE: 2:00 PM	28.7°C	35%
	Noche: 8:00 pm	20.2°C	55%		Noche: 8:00 pm	19.8°C	56%
DÍA: 64		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 70		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 01 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	18.6°C	68%	FECHA: 07 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	19.5°C	60%
	TARDE: 2:00 PM	30.7°C	31%		TARDE: 2:00 PM	31.5°C	32%
	Noche: 8:00 pm	20.6°C	57%		Noche: 8:00 pm	20.1°C	58%
DÍA: 65		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 71		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 02 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	19.6°C	65%	FECHA: 08 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	17.3°C	72%
	TARDE: 2:00 PM	31.2°C	30%		TARDE: 2:00 PM	31.5°C	32%
	Noche: 8:00 pm	18.6°C	68%		Noche: 8:00 pm	20.6°C	57%
DÍA: 66		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 72		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 03 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	20.5°C	56%	FECHA: 09 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	18.2°C	60%
	TARDE: 2:00 PM	30.8°C	31%		TARDE: 2:00 PM	30.4°C	31%
	Noche: 8:00 pm	19.3°C	60%		Noche: 8:00 pm	19.3°C	57%

INDICADORES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

DÍA: 73		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 79		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 10 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	19.6 °C	58%	FECHA: 16 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	20.5 °C	56%
	TARDE: 2:00 PM	30.3 °C	32%		TARDE: 2:00 PM	28.7 °C	33%
	Noche: 8:00 pm	20.5 °C	57%		Noche: 8:00 pm	18.6 °C	60%
DÍA: 74		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 80		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 11 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	20.1 °C	60%	FECHA: 17 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	19.7 °C	58%
	TARDE: 2:00 PM	30.7 °C	33%		TARDE: 2:00 PM	29.3 °C	30%
	Noche: 8:00 pm	19.8 °C	60%		Noche: 8:00 pm	19.1 °C	57%
DÍA: 75		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 81		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 12 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	17.8 °C	70%	FECHA: 18 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	18.8 °C	58%
	TARDE: 2:00 PM	28.5 °C	30%		TARDE: 2:00 PM	30.3 °C	31%
	Noche: 8:00 pm	18.6 °C	60%		Noche: 8:00 pm	20.2 °C	56%
DÍA: 76		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 82		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 13 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	19.9 °C	68%	FECHA: 19 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	20.3 °C	60%
	TARDE: 2:00 PM	29.8 °C	33%		TARDE: 2:00 PM	30.5 °C	32%
	Noche: 8:00 pm	18.8 °C	60%		Noche: 8:00 pm	20.4 °C	52%
DÍA: 77		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 83		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 14 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	20.6 °C	57%	FECHA: 20 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	18.3 °C	70%
	TARDE: 2:00 PM	30.8 °C	32%		TARDE: 2:00 PM	30.6 °C	31%
	Noche: 8:00 pm	19.7 °C	58%		Noche: 8:00 pm	20.6 °C	57%
DÍA: 78		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA: 84		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 15 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	18.5 °C	66%	FECHA: 21 /07 /2023	MAÑANA 8:00 AM	16.6 °C	77%
	TARDE: 2:00 PM	30.5 °C	31%		TARDE: 2:00 PM	28.9 °C	33%
	Noche: 8:00 pm	20.5 °C	57%		Noche: 8:00 pm	18.8 °C	60%

INDICADORES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

DÍA: 97		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA :		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 03/ 08/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	18.5°C	60%	FECHA :	MAÑANA 8:00 AM		
	TARDE: 2:00 PM	29.7°C	28%		TARDE: 2:00 PM		
	Noche: 8:00 pm	20.4°C	55%		Noche: 8:00 pm		
DÍA: 98		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA :		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 04/ 08/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	17.3°C	60%	FECHA :	MAÑANA 8:00 AM		
	TARDE: 2:00 PM	29.5°C	31%		TARDE: 2:00 PM		
	Noche: 8:00 pm	20.9°C	56%		Noche: 8:00 pm		
DÍA: 99		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA :		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 05/ 08/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	17.6°C	67%	FECHA :	MAÑANA 8:00 AM		
	TARDE: 2:00 PM	29.9°C	29%		TARDE: 2:00 PM		
	Noche: 8:00 pm	20.9°C	56%		Noche: 8:00 pm		
DÍA: 100		TEMPERATURA	HUMEDAD	DÍA :		TEMPERATURA	HUMEDAD
FECHA: 06/ 08/ 2023	MAÑANA 8:00 AM	20.9°C	61%	FECHA :	MAÑANA 8:00 AM		
	TARDE: 2:00 PM	28.8°C	35%		TARDE: 2:00 PM		
	Noche: 8:00 pm	21.9°C	53%		Noche: 8:00 pm		

ANEXOS 6

FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS MORFOLÓGICOS

(RICINUS COMMUNIS MAYOR)

Macetero N°01		
Final	RICINUS COMMUNIS MAYOR	
Día : 100	Planta 1	Planta 2
N: de hojas	6	5
Long. Tallo	16 1/2 m	13 cm
Long. Raíz	28 1/2 cm	21 m
Tratamiento N°01		

Macetero N°02		
Final	RICINUS COMMUNIS MAYOR	
Día : 100	Planta 1	Planta 2
N: de hojas	5	7
Long. Tallo	16 cm	16 cm
Long. Raíz	19 cm	26 cm
Tratamiento N°02		

Macetero N°03		
Final	RICINUS COMMUNIS MAYOR	
Día : 100	Planta 1	Planta 2
N: de hojas	6	6
Long. Tallo	20 cm	20 m
Long. Raíz	24 1/2 cm	11 cm
Tratamiento N°03		

Macetero N°04		
Final	RICINUS COMMUNIS SANGUINEUS	
Día : 100	Planta 1	Planta 2
N: de hojas	4	5
Long. Tallo	15 cm	20 m
Long. Raíz	28 cm	32 cm
Tratamiento N°04		

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS MORFOLÓGICOS DE
(RICINUS COMMUNIS SANGUINEUS)**

Macetero N°01		
Final	RICINUS COMMUNIS SANGUINEUS	
Día : 100	Planta 1	Planta 2
N: de hojas	5	6
Long. Tallo	14 cm	13 cm
Long. Raíz	16 cm	19 cm
Tratamiento N°01		

Macetero N°02		
Final	RICINUS COMMUNIS SANGUINEUS	
Día : 100	Planta 1	Planta 2
N: de hojas	6	8
Long. Tallo	13 cm	13 cm
Long. Raíz	36 cm	33 cm
Tratamiento N°02		

Macetero N°03		
Final	RICINUS COMMUNIS SANGUINEUS	
Día : 100	Planta 1	Planta 2
N: de hojas	4	7
Long. Tallo	20 cm	24 cm
Long. Raíz	20 cm	27 cm
Tratamiento N°03		

Macetero N°04		
Final	RICINUS COMMUNIS SANGUINEUS	
Día : 100	Planta 1	Planta 2
N: de hojas	6	5
Long. Tallo	17 cm	13 cm
Long. Raíz	26 cm	34 cm
Tratamiento N°04		

ANEXOS 7 ANÁLISIS DE LABORATORIO (PRE-TEST)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología
LASAE



ANÁLISIS DE SUELOS



1. DATOS

SOLICITANTE:	PABLO SARMIENTO ROCIO ALICIA	MUESTREO POR:	PABLO SARMIENTO ROCIO ALICIA
DEPARTAMENTO:	PASCO	FECHA DE RECEPCION:	30/01/2023
PROVINCIA:	PASCO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	1/02/2023
DISTRITO:	TICLACAYAN	FECHA DE REPORTE:	21/02/2023
SECTOR:	SUELO USADO POR LA MINERA ATACOCHA	RECIBO O FACTURA:	23003681
NOMBRE DE LA PARCELA:	-----	OBSERVACIÓN:	Fecha de muestreo: 26/01/2023

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

N°	DATOS		ANÁLISIS MECANICO				pH	CE dS/cm	M.O. %	N %	C %	P ppm	K ppm	Pb ppm	As ppm	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambias bles %	Acidos Cambias bles %	Saturación de Aluminio %						
			Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural																					disponible	total	CAMBIABLES Cmol(+)/kg			
	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA DEL SOLICITANTE	%	%	%		1:1	1:1																								
1	S0013	M1-RMCMA	36	27	37	Franco Arcilloso	7.74	2.004	2.581	0.129	1.497	7.381	106.453	367.688	136.021	4.120	3.496	0.345	0.190	0.089	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000						
	COLOR	DENSIDAD APARENTE (g/cc)	DENSIDAD REAL (g/cc)		HUMEDAD (%)																											
	2.5Y 4/1	1.0779	2.7395		10.3106																											

Los Resultados presentados son válidos unicamente 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
Tingo María

Ing° GILMER MILTON NEIRA TRUJILLO
Profesional del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

analisisdesuelosunas@hotmail.com

ANEXOS 8

ANÁLISIS DE LABORATORIO (POST-TEST)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



ANÁLISIS DE SUELOS



1. DATOS

SOLICITANTE:	PABLO SARMIENTO, ROCIO ALICIA	MUESTREADO POR:	PABLO SARMIENTO, ROCIO ALICIA
DEPARTAMENTO:	PASCO	FECHA DE RECEPCION:	14/08/2023
PROVINCIA:	PASCO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	14/08/2023
DISTRITO:	TICLACAYAN	FECHA DE REPORTE:	24/08/2023
SECTOR:	RELAVE MINERO DE ATACOCHA	RECIBO O FACTURA:	21007
CULTIVO:	----	OBSERVACION:	--

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

N°	DATOS		ANÁLISIS MECANICO			ANÁLISIS FISICO				pH	CE		M.O.	N	Pb TOTAL	As TOTAL	C	P		K	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambi-ables	Acidos Cambi-ables	Saturación de Aluminio									
			Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural	COLOR	DENSIDAD APARENTE	DENSIDAD REAL		HUMEDAD	dS/m						%	%													%	%	%	%	%	%	%	%	%
			%	%	%		T. Munsell	g/cc	g/cc		%	1:1						1:1	%													%	ppm							
1	S1144	M1 - RCVM	43	28	29	Franco Arcilloso	2.5Y 4/1	1.364	2.528	10.921	7.78	1.903	2.154	0.108	234.524	68.542	1.249	6.949	88.461	3.726	3.178	0.340	0.144	0.064	0.000	0.000	--	100	0	0										
2	S1145	M2 - RCVM	43	28	29	Franco Arcilloso	2.5Y 4/1	1.341	2.583	11.527	7.76	1.906	2.288	0.114	201.524	65.895	1.327	6.124	67.970	3.613	3.106	0.320	0.123	0.064	0.000	0.000	--	100	0	0										
3	S1146	M3 - RCVM	43	28	29	Franco Arcilloso	2.5Y 4/1	1.273	2.457	11.021	7.79	1.980	2.188	0.109	221.396	67.245	1.269	6.775	74.467	3.705	3.092	0.437	0.103	0.073	0.000	0.000	--	100	0	0										
4	S1147	M4 - RCVM	43	28	29	Franco Arcilloso	2.5Y 4/1	1.260	2.421	11.974	7.75	2.000	1.971	0.099	207.396	69.588	1.143	6.862	70.469	3.888	3.200	0.463	0.164	0.060	0.000	0.000	--	100	0	0										
5	S1148	M1 - RCVS	41	28	31	Franco Arcilloso	2.5Y 4/1	1.293	2.786	8.649	7.77	1.760	2.381	0.119	139.740	49.359	1.381	6.816	87.961	3.677	3.013	0.450	0.144	0.070	0.000	0.000	--	100	0	0										
6	S1149	M1 - RCVS	41	28	31	Franco Arcilloso	2.5Y 4/1	1.388	2.767	8.211	7.76	1.997	2.267	0.113	131.080	48.257	1.315	6.948	74.967	3.811	3.158	0.447	0.144	0.062	0.000	0.000	--	100	0	0										
7	S1150	M1 - RCVS	41	28	31	Franco Arcilloso	2.5Y 4/1	1.399	2.679	7.643	7.75	2.001	2.171	0.109	145.680	46.356	1.259	6.123	88.461	3.714	3.065	0.451	0.123	0.074	0.000	0.000	--	100	0	0										
8	S1151	M1 - RCVS	41	28	31	Franco Arcilloso	2.5Y 4/1	1.366	2.663	10.561	7.74	1.911	2.211	0.111	150.460	48.248	1.282	6.990	72.968	3.954	3.060	0.680	0.144	0.070	0.000	0.000	--	100	0	0										

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 AGRONOMIA

(Firma)
ING. LUIS GERMAN MANSILLA MINAYA
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

ANEXOS 9 PANEL FOTOGRÁFICO



Localización y seguimiento de las zonas de intervención del proyecto.



Toma de las primeras muestras en el punto 1



Llenado de muestras en los maceteros



Siembra de las dos variedades de higuera en los maceteros



Observación de la germinación de las dos variedades de higuera



Muestra en ex situ



Visita del jurado al lugar de investigación



Visita al lugar de la investigación del jurado



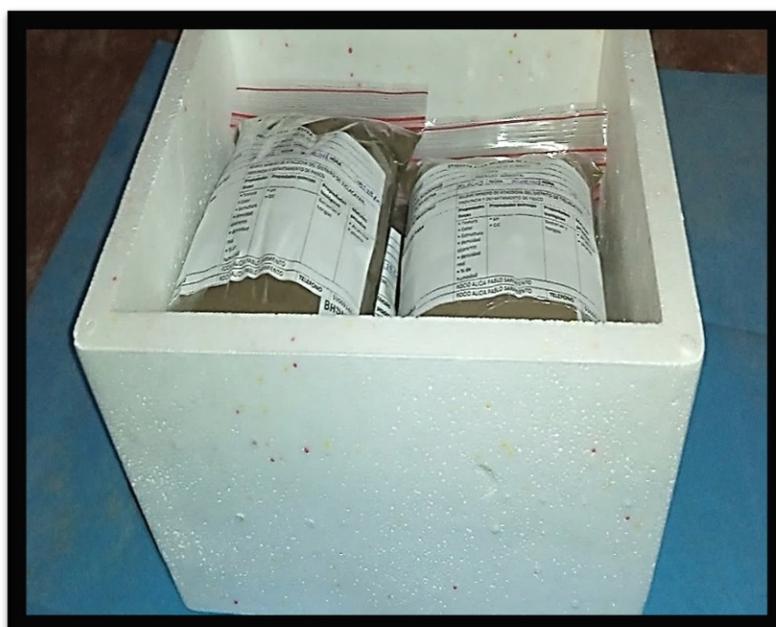
Etapa final de la fitorremediación



Medición de las raíces de las plantas



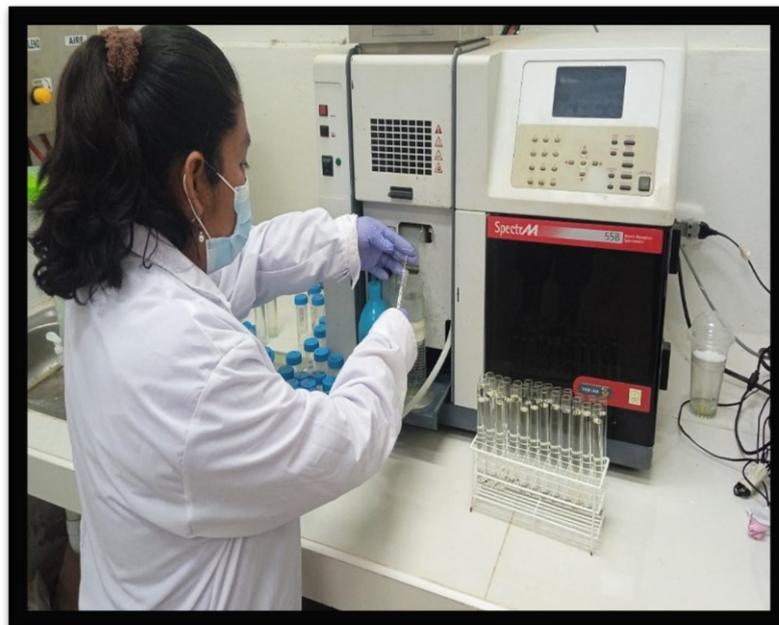
Etiquetado de la muestra final



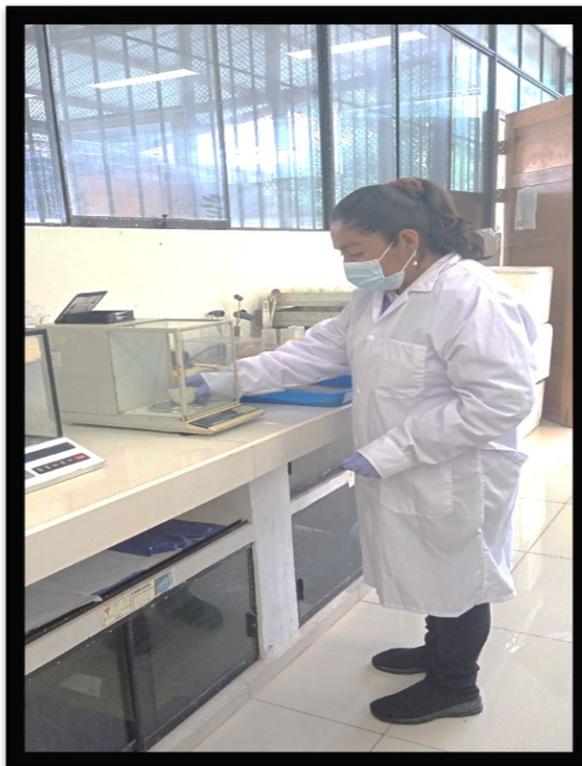
Entrega de muestra final



Determinación de los análisis físicos del suelo – método de la probeta



Análisis de metales pesados con el espectrofotómetro de absorción atómica



Pesaje de la muestra para el porcentaje de humedad, PH



Medición de la conductividad eléctrica de las muestras