

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

“Eficacia remediadora de la ceniza de madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*) en la capacidad orgánica del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa - Ambo - Huánuco”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
AMBIENTAL

AUTORA: Mateo Verastegui, Leonela Danitza

ASESOR: Cajahuanca Torres, Raul

HUÁNUCO – PERÚ

2025



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANCAYO
<http://www.udh.edu.pe>

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

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

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero(a) ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

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

D

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 76343691

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22511841

Grado/Título: Maestro en gestión pública

Código ORCID: 0000-0002-5671-1907

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Valdivia Martel, Perfecta Sofia	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible.	43616954	0000-0002-7194-3714
2	Inga Caqui, Jhendy Milagros.	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	72361661	0009-0006-2217-1494
3	Rojas Berrios, Gianina Danae.	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible.	72787801	0009-0009-5648-0860

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 17 del mes de julio del año 2025, 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. Perfecta Sofia Valdivia Martel (Presidente)
- Mg. Jhendy Milagros Inga Caqui (Secretario)
- Mg. Gianina Danae Rojas Berrios (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 1431-2025-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"EFICACIA REMEDIADORA DE LA CENIZA DE MADERA Y CENIZA DE BAGAZO (*Saccharum officinarum*) EN LA CAPACIDAD ORGÁNICA DEL SUELO LIXIVIADO DEL BOTADERO DE QUISCA, TOMAYQUICHWA - AMBO - HUÁNUCO"**, presentado por el (la) Bach. **MATEO VERASTEGUI, LEONELA DANITZA**; 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) *aprobada*..... Por *unanimidad* con el calificativo cuantitativo de *14*... y cualitativo de *suficiente*..... (Art. 47)

Siendo las *16:03* horas del día *17* del mes de *Julio* del año *2025*, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel
DNI: 43616954
ORCID: 0000-0002-7194-3714
Presidente

Mg. Jhendy Milagros Inga Caqui
DNI: 72361661
ORCID: 0009-0006-2217-1494
Secretario

Mg. Gianina Danae Rojas Berrios
DNI: 72787801
ORCID: 0009-0009-5648-0860
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: LEONELA DANITZA MATEO VERASTEGUI, de la investigación titulada "EFICACIA REMEDIADORA DE LA CENIZA DE MADERA Y CENIZA DE BAGAZO (SACCHARUM OFFICINARUM) EN LA CAPACIDAD ORGÁNICA DEL SUELO LIXIVIADO DEL BOTADERO DE KICHKI, TOMAYQUICHWA - AMBO - HUÁNUCO", con asesor(a) RAUL CAJAHUANCA TORRES, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 2553-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 20 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

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

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

Huánuco, 26 de junio de 2025



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



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

198. Mateo Verastegui, Leonela Danitza.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	4%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	uvadoc.uva.es Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	1%



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



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

Expreso mi dedicación a ti mi amado Dios, fuente inagotable de amor y sabiduría. Gracias por sostenerme en cada paso, por darme fuerzas en los momentos de debilidad y por iluminar mi camino cuando todo parecía oscuro. Sin Ti, este sueño no habría sido posible.

A mi amada madre Yda Verastegui, por ser mi refugio, mi inspiración y mi fuerza. Tu amor ha sido el aliento que me impulsó a seguir adelante en los días difíciles. Gracias por creer en mí por cuyo apoyo incondicional, comprensión y amor han contribuido a mi desarrollo como profesional.

A mis hermanos Alexandra y Stiven, por su apoyo incondicional, por sus sabias palabras de inspiración que me brindaron para finalizar apropiadamente mi etapa universitaria.

A mi sobrino Alessandro por brindarme esa felicidad para continuar con mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi gratitud a Dios por concederme la oportunidad de cumplir mi mayor anhelo en esta etapa tan crucial de mi vida profesional, guiarme permitiendo seguir con mi carrera profesional y las bendiciones que derrama sobre mí.

Agradezco a mi madre Yda Verastegui, por brindarme su respaldo moral y emocional para terminar esta etapa universitaria.

Agradezco a mi asesor MG. Raúl Cajahuanca Torres, por el tiempo y respaldo que me brindo durante la etapa de preparación de mi investigación científica que me ayudo a completar esta investigación satisfactoriamente.

Quiero agradecer a mis hermanos por su apoyo y comprensión en esta etapa de mi vida, agradezco a mi amiga Agathalis por el apoyo durante la realización de mi proyecto de investigación.

Asimismo, mi agradecimiento se extiende a los docentes que formaron parte de este proceso, ya que, a través de sus enseñanzas y experiencias compartidas, enriquecieron mi conocimiento en esta área que elegí y contribuyeron a mi formación como un profesional.

INDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
INDICE DE TABLAS	VI
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCION	XII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3. OBJETIVO GENERAL	17
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	19
CAPÍTULO II.....	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.2. BASES TEÓRICAS	31
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	40
2.4 HIPÓTESIS.....	46
2.5. VARIABLES	47
2.5.1. VARIABLE DE CALIBRACIÓN (DEPENDIENTE)	47
2.5.2. VARIABLE EVALUATIVA (INDEPENDIENTE)	47
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	48
CAPÍTULO III.....	49
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	49

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	49
3.1. 2. ALCANCE O NIVEL.....	49
3.1. 3. DISEÑO.....	50
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	53
3.2.1. UBICACIÓN POLÍTICA	53
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS..	56
3.3.1. TÉCNICA.....	56
3.3.2. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	60
3.3.3. Para la presentación de datos	60
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	64
CAPÍTULO IV.....	65
RESULTADOS.....	65
4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	65
4.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS Y CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	77
CAPÍTULO V.....	80
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	80
CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES.....	84
REFERENCIAS	85
ANEXOS.....	90

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía de caña de azúcar (<i>saccharum officinarum</i>).	43
Tabla 2 Croquis experimentalL.....	51
Tabla 3 Diseño experimental	52
Tabla 4 Coordenadas de ubicación de población de estudio.....	53
Tabla 5 Tiempos y distancias de Huánuco a botadero de kichki	55
Tabla 6 Coordenadas Huánuco	55
Tabla 7 Coordenadas Tomaykichwa	55
Tabla 8 Localización del botadero de kichki	56
Tabla 9 Técnicas e instrumentos	60
Tabla 10 Resultados por porcentajes del ph de la ceniza madera y ceniza de bagazo (<i>saccharum officinarum</i>). En la capacidad orgánica del suelo lixiviado del botadero de kichki, Tomayquichwa-Ambo-Huánuco.	65
Tabla 11 Resultados por porcentajes de conductividad eléctrica (ce) de la ceniza madera y ceniza de bagazo (<i>saccharum officinarum</i>). En la capacidad orgánica del suelo lixiviado del botadero de kichki, Tomayquichwa-Ambo-Huánuco.....	66
Tabla 12 Resultados de la ceniza madera y ceniza de bagazo (<i>saccharum officinarum</i>). En la capacidad orgánica del suelo lixiviado del botadero de kichki, Tomayquichwa-Ambo-Huánuco.....	67
Tabla 13 Resultados por porcentajes de textura (arena, arcilla y limo) de la ceniza madera y ceniza de bagazo (<i>saccharum officinarum</i>). En los parámetros físicos del suelo lixiviado del botadero de kichki, Tomayquichwa-Ambo-Huánuco.....	68
Tabla 14 Resultados por porcentajes de densidad aparente (da) de la ceniza madera y ceniza de bagazo (<i>saccharum officinarum</i>). En los parámetros físicos del suelo lixiviado del botadero de kichki, Tomayquichwa-Ambo-Huánuco.....	71

Tabla 15 Resultados de la ceniza madera y ceniza de bagazo (saccharum officinarum). En los parámetros físicos del suelo lixiviado del botadero de kichki, Tomayquichwa-Ambo-Huánuco.....	72
Tabla 16 Resultados por porcentajes del plomo (pb) de la ceniza madera y ceniza de bagazo (saccharum officinarum). En los parámetros químico del suelo lixiviado del botadero de kichki, Tomayquichwa-Ambo-Huánuco...	73
Tabla 17 Comportamiento de la ceniza madera y ceniza de bagazo (saccharum officinarum). en la concentración de plomo en el parámetro químico en el suelo lixiviado del botadero de kichki, Tomayquichwa-Ambo-Huánuco.	74
Tabla 19 Prueba de hipótesis con t de student para muestras relacionadas	77
Tabla 20 Comparación de resultados	79

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Morfología de caña de azúcar (saccharum officinarum).	42
Figura 2 (Margen de intervención de recuperación de suelos)	50
Figura 3 Micro localización	54
Figura 4 Puntos de extracción de muestras.....	61
Figura 5 Descripción del pH en el suelo afectado por lixiviado antes y después de la recuperación con ceniza de madera y ceniza de bagazo (saccharum officinarum).	65
Figura 6 Descripción de conductividad eléctrica (ce) en el suelo afectado por lixiviado antes y después de la recuperación con ceniza de madera y ceniza de bagazo (saccharum officinarum).	66
Figura 7 Eficacia remediadora de la ceniza madera y ceniza de bagazo (saccharum officinarum)	67
Figura 8 Descripción de textura con el porcentaje de 10% (arena, arcilla y limo), En el suelo afectado por lixiviado antes y después de la recuperación con ceniza de madera y ceniza de bagazo (saccharum officinarum).	68
Figura 9 Descripción de textura con el porcentaje de 15% (arena, arcilla y limo), En el suelo afectado por lixiviado antes y después de la recuperación con ceniza de madera y ceniza de bagazo (saccharum officinarum).	69
Figura 10 Descripción de textura con el porcentaje de 20% (arena, arcilla y limo), En el suelo afectado por lixiviado antes y después de la recuperación con ceniza de madera y ceniza de bagazo (saccharum officinarum).	69
Figura 11 Descripción de textura con el porcentaje de 25% (arena, arcilla y limo), En el suelo afectado por lixiviado antes y después de la recuperación con ceniza de madera y ceniza de bagazo (saccharum officinarum).	70
Figura 12 Descripción de textura con el porcentaje de 30% (arena, arcilla y limo), En el suelo afectado por lixiviado antes y después de la recuperación con ceniza de madera y ceniza de bagazo (saccharum officinarum).	70

Figura 13 Descripción de porcentaje de densidad aparente (da), En el suelo afectado por lixiviado antes y después de la recuperación con ceniza de madera y ceniza de bagazo (saccharum officinarum).	71
Figura 14 Resultados de la ceniza madera y ceniza de bagazo (saccharum officinarum). En los parámetros físicos	72
Figura 15 Resultados de la ceniza madera y ceniza de bagazo (saccharum officinarum). En los parámetros físicos del suelo lixiviado.	73
Figura 16 Resultados de la ceniza madera y ceniza de bagazo (saccharum officinarum). En el parámetro químico	74
Figura 17 Comportamiento de la ceniza madera y ceniza de bagazo en la concentración de plomo en el parámetro químico	75

RESUMEN

La investigación titulada “Eficacia Remediadora de la ceniza de madera y ceniza de bagazo (*Saccharum officinarum*) en la capacidad orgánica del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa - Ambo - Huánuco” tuvo como objetivo evaluar la eficacia remediadora de la ceniza de madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*) en la capacidad orgánica del suelo lixiviado del Botadero de Kichki, Tomayquichwa - Ambo – Huánuco, con la **metodología** de investigación, fue de planificación de medición prospectivo, los datos tipo primario, con un desarrollo de recolección de información a partir de la observación experimental. Del mismo modo la investigación fue tomada de carácter transversal dado que se realizó una mediación para el tratamiento de los datos y la comparación de los resultados. De manera del análisis del suelo se tomó 10 kg de diferentes puntos del botadero de Kichki que se utilizó el diseño completamente al Aleatorio (DCA) con 2 tratamientos y 5 repeticiones experimentales de cada tratamiento, los datos estadísticos se realizaron en el software estadístico IBM SPSS y con software, Excel 2016 el análisis estadístico de tablas y graficas. El **resultado** del estudio indica que es poca la diferencia de la recuperación de capacidad orgánica en el suelo con la ceniza de madera y ceniza de bagazo, obteniendo buenos resultados del tratamiento para la mejora del suelo lixiviado tanto en el pH, CE, textura, DA, Plomo Pb, se **concluyó** que se cumplió el objetivo en ambos remediadores de cenizas de madera y ceniza de bagazo entre los dos se obtuvo mayor eficacia la ceniza de bagazo para remediar el suelo contaminado por lixiviado del botadero Kichki en Tomayquichwa.

Palabras claves: Remediación, eficacia, orgánica, lixiviado, botadero, bagazo, tratamiento, DCA, residuos.

ABSTRACT

The research entitled "Remedial Efficacy of wood ash and bagasse ash (*Saccharum officinarum*) in the organic capacity of the leached soil of the Kichki dump, Tomayquichwa - Ambo - Huánuco" aimed to evaluate the remedial efficacy of wood ash and bagasse ash (*Saccharum Officinarum*) in the organic capacity of the leached soil of the Kichki dump, Tomayquichwa - Ambo - Huánuco, with the research **methodology** was prospective measurement planning, primary type data, with a development of information collection from experimental observation. Similarly, the research was taken as cross-sectional since a mediation was carried out for the treatment of the data and the comparison of the results. For soil analysis, 5 kg were taken from different points of the Kichki dump using a completely random design (CRD) with 2 treatments and 5 experimental repetitions. Statistical data were performed using IBM SPSS statistical software and Excel 2016 software for statistical analysis of tables and graphs. The **result** of the study indicates that there is little difference in the recovery of organic capacity in the soil with wood ash and bagasse ash, obtaining good results from the treatment for the improvement of the leached soil in terms of pH, EC, texture, DA, Lead Pb, it was **concluded** that the objective was met in both remediators of wood ash and bagasse ash between the two, bagasse ash was more effective in remediating the soil contaminated by leachate from the Kichki dump in Tomayquichwa.

Keywords: Remediation, effectiveness, organic, leachate, dump, bagasse, treatment, DCA, waste.

INTRODUCCION

La contaminación de suelo lixiviados en el botadero de Kichki de Tomayquichwa, la generación de desechos, tanto orgánicos como inorgánicos, ha empeorado a nivel global, siendo una de las principales razones de los problemas ecológicos y de salud pública que sufrimos.

Los líquidos de lixiviación se hallan en los terrenos debido a la filtración resultante de la mezcla de lluvias y residuos, lo que lleva al deterioro del suelo, ya que pierden sus nutrientes en aspectos tanto físicos como químicos, transformándose en un terreno inutilizable, denominado suelo no fértil. Este asunto está cobrando relevancia, no solo por las actividades económicas, sino también por la grave situación que origina impactos adversos en el medio ambiente, causando contaminación del suelo y la pérdida de terrenos debido a un mal manejo de los botaderos que da lugar a esta problemática.

En nuestra región Huánuco se encuentra sitios de disposición de residuos, tanto ilegales como autorizados, y todos carecen de un enfoque adecuado para el cuidado del medio ambiente. Uno de estos lugares se halla en el distrito de Tomayquichwa, donde no existe un programa para abordar el tratamiento del suelo contaminado, el aire, ni para proteger la salud de los habitantes cercanos al botadero.

El suelo es un recurso que se ve impactado de manera directa y negativa por las malas acciones de la población y del gobierno local. La contaminación de este recurso se produce a causa de la acumulación de desechos sin una adecuada separación previa, lo que afecta la calidad y fertilidad del terreno.

Para abordar esta situación, se decidió implementar una estrategia de remediación a través del método de fertilización, el cual es respetuoso con el medio ambiente, para tratar el suelo afectado por los lixiviados. Esto se realizará utilizando cenizas de madera y la ceniza de bagazo que son propios de la zona, lo que permitirá enriquecer la tierra y, de esta forma, optimizar el

terreno del botadero de Kichki, además de disminuir los peligros para la salud de las personas.

Capítulo 1, encontramos el planteamiento del problema, describiendo la situación de la problemática, así señalando los objetivos. Igualmente se presenta las limitaciones, viabilidad y justificación de porque se realiza el estudio.

Capítulo 2, el marco teórico, presentando los antecedentes de los estudios relacionados, que permitieron, para la discusión de resultado más adelante. Asimismo, se presenta las bases teóricas relacionadas con las variables.

Capítulo 3, se presenta la estrategia seguida en ejecutar el presente estudio, identificando el tipo y nivel de estudio, así como el enfoque, diseño, población y muestra considerados. Se presenta la estrategia seguida para la recolección de datos.

Capítulo 4, tenemos los resultados, presentados en tablas y gráficos, ordenados de acuerdo a los objetivos planteados en el estudio.

Capítulo 5, se desarrolla la discusión de resultados, así como se presenta las conclusiones y recomendaciones pertinente.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En periodos recientes, el terreno está siendo dañado por residuos tanto sólidos como orgánicos, producto de prácticas inadecuadas y la falta de concienciación de la población, que deja su basura en áreas deshabitadas, lo que tiene un efecto perjudicial en la salud y el entorno de quienes viven cerca. Además, las autoridades locales no han creado lugares adecuados para la correcta disposición de desechos. Durante la época de lluvias, la degradación del terreno se agrava, ocasionando la pérdida de nutrientes y alterando su acidez, convirtiendo así el suelo en tierras lixiviadas.

En la actualidad, los residuos de la agroindustria ofrecen una posibilidad de ser reaprovechados y restaurados en los terrenos. No obstante, existen pocas metodologías que faciliten la generación de más opciones de manejo, hecho que ha provocado la contaminación de medio ambiente de los suelos por lixiviados que se filtran en la época de lluvias.

A nivel mundial, el crecimiento de la población es la causa principal de las dificultades ambientales, el cual se está incrementando de forma rápida. En Perú, la cifra de habitantes continúa subiendo, lo que ha resultado en un aumento en la producción de residuos sólidos, que incluyen materiales tanto orgánicos como inorgánicos. Cuando se encuentran en grandes cantidades, estos desechos pueden dañar nuestro ambiente y afectar la salud pública. El Ministerio del Ambiente informa que el país genera cerca de 8,450,715 toneladas de basura anualmente, incluyendo tanto residuos orgánicos como inorgánicos. En Perú, el 52% de la basura generada en los hogares se lleva a 34 botaderos autorizados, mientras que el 48% se desperdicia en 1,585 botaderos ilegales, donde se amontonan residuos sin aprobación oficial.

Estos desperdicios son enterrados o guardados en el suelo durante largos períodos, sin una planificación adecuada para su manejo, lo que causa la contaminación ambiental, especialmente del suelo, debido a la filtración de

agua de lluvia. Esto da lugar a graves problemas ocasionados por estos desechos, que son desechados en lugares inapropiados.

Según Jordi (2019), Casi la mitad de los desechos sólidos a nivel global son productos orgánicos e inorgánicos que provienen de la industria. Esto sucede porque aproximadamente dos millones de individuos en el mundo carecen de acceso a servicios de recolección de residuos, mientras que otros tres millones no cuentan con instalaciones adecuadas para la disposición final. Esto resulta en un total de ocho millones de personas en todo el planeta.

En la localidad de Huánuco no se pasa por alto la situación mencionada anteriormente, ya que su producción de desechos durante un periodo de cuatro meses resultó en el envío de 21 toneladas de basura del botadero de Chilepampa. Existen botaderos tanto legales como ilegales donde se depositan los residuos sólidos, lo que crea lixiviados en temporadas de lluvia que se extienden por el terreno, provocando no solo cambios en el paisaje, sino también una alteración en la composición habitual del suelo.

Según Alejandro, Yamile, Luis (2020), debido al rápido crecimiento demográfico y la escasez de terrenos en las urbes, la gestión de residuos sólidos se ha transformado en un reto persistente para el gobierno, además, un incremento continuo en las lluvias, combinado con métodos ineficaces de recolectar aguas residuales en los botaderos, está causando una contaminación ambiental del suelo por la filtración de agua ocasionada por las precipitaciones.

En el estudio se analizó la eficacia de las cenizas provenientes de la madera y del bagazo para la recuperación de suelos contaminados en el botadero de Kichka, con el objetivo de disminuir el impacto ecológico y los riesgos para la salud humana que producen los desechos. El botadero examinado en esta investigación presenta múltiples características que lo hacen un problema continuo, debido a la acumulación constante de basura a lo largo de los años, ocasionando diversos efectos adversos. Uno de esos efectos perjudiciales se relaciona con la calidad del terreno y su acidez, causado por la elevada cantidad de desperdicios que han contribuido a la lixiviación del suelo a través de la infiltración de agua de lluvia, mezclándose con los contaminantes existentes. Todos los componentes del suelo lixiviado

afectan negativamente a su entorno, lo que provoca la degradación de tierras que podrían ser dedicadas a la agricultura y la atracción de plagas por la concentración de basura, impactando la salud de los habitantes y creando una percepción negativa del área. La propuesta presentada en el proyecto tiene como finalidad mejorar la calidad del suelo a través del uso de cenizas de madera y de bagazo, lo que brinda la oportunidad de realizar un diagnóstico, establecer un plan de acción y crear una base para diseñar estrategias que optimicen la calidad del terreno en el botadero de Kichki.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Problema General

¿Cuál es la eficacia remediadora de la ceniza de madera y ceniza de bagazo (*Saccharum officinarum*) en la capacidad orgánica del suelo lixiviado del Botadero de Kichki, Tomayquichwa- Ambo- Huánuco?

Problemas Específicos

¿Cuál es la variación de los parámetros físicos del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa con la remediación de la ceniza madera y ceniza de bagazo (*Saccharum officinarum*)?

¿Cuál es la variación de los parámetros químicos del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa con la remediación de la ceniza madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*)?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficacia remediadora de la ceniza de madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*) en la capacidad orgánica del suelo lixiviado del Botadero de Kichki, Tomayquichwa - Ambo - Huánuco.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la eficacia remediadora de la ceniza madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*) en los parámetros físicos del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa-Ambo-Huánuco.

Determinar la eficacia remediadora de la ceniza madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*) en los parámetros químicos del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa-Ambo-Huánuco.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En el análisis a continuación, surgió la preocupación **ambiental** respecto a la problemática de la producción excesiva de desechos sólidos en suelos contaminados por lixiviados en botadero. A través del estudio del suelo del botadero, se logró recuperarlos en un período más corto, demostrando la

efectividad de las cenizas provenientes de madera y del bagazo. La investigación es relevante ya que presenta dos soluciones potenciales, evaluadas y aplicadas según convenga. Este trabajo sirve como un referente local sobre suelos lixiviados, ya que hay escasos antecedentes a nivel nacional y local sobre la recuperación de suelos afectados en botadero mediante la capacidad orgánica de las cenizas de madera y de bagazo. En el ámbito **social** de la investigación, es necesario colaborar para optimizar las condiciones de vida de los habitantes cercanos a Kichki, ya que en la actualidad continúan sufriendo los efectos del botadero y los desechos que ensucian el aire y el suelo de la población. Este estudio tiene como objetivo asegurar el bienestar futuro de la comunidad y prevenir la degradación del suelo en las áreas circundantes. El propósito de este análisis **económico** a través de la investigación es ayudar a examinar los suelos y las problemáticas asociadas. La meta de este estudio es restablecer los suelos del botadero de Kichki, implementando acciones que garanticen una ejecución económica y que ofrezcan resultados exitosos.

El estudio contribuye con la mejora de la calidad del suelo, ambiente y salud de los pobladores aledaños, mejorando la calidad de vida de las personas.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Para la realización de la investigación la limitación que se tuvo es la falta de un estudio enfocado a la caracterización de todo residuo originado en el distrito de Tomayquichwa, ya que teniendo esto se hubiera podido precisar de madera exacta las cantidades de lixiviado producidos así saber que cuanto de contaminado se encuentra el suelo del botadero de Kichki.

También la baja información sobre los problemas que pueda causar el manejo de dichos residuos para poder sacar las muestras como también uso impropio referente a todos residuos sólido en especial el residuo peligroso por el tanto se usó los respectivos equipos de protección personal.

Limitación que existen pocos estudios de los antecedentes a nivel local y nacional.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio realizado fue viable por las siguientes razones:

En la investigación llego a optarse por el sistema de remediación por medio de la ceniza de madera y ceniza de bagazo, llegando a ser eficientes en lo que es el tratamiento del suelo lixiviado del botadero de Kichki, como también factibles en lo económico. Además, no se requiere de demasiado tiempo para realizar la investigación.

Se conto con el acceso al botadero de Kichki, Se conto con los conocimientos profesionales y técnico para realizar el presente estudio en recuperación suelos lixiviados del botadero de Kichki – Tomayquichwa.

También existe posibilidades de poder difundir los resultados siendo estos nuevos conocimientos para otras futuras investigaciones. Por último, el presente estudio es factible por que contó con procesos conocidos para la recolección de información y análisis de datos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Lascado (2021), en Ecuador, Puyo, en la Universidad Estatal Amazónica, “Depuración de lixiviados del relleno sanitario de la ciudad de Puyo, perteneciente al cantón Pastaza, provincia de Pastaza, utilizando métodos alternativos Biomasa Residual”, el **objetivo** principal de este estudio fue investigar la eficacia de tratamientos con ceniza de cascara de arroz y el residuo de caña, para la depuración del lixiviado proveniente del relleno sanitario, en la **metodología** Se realizó un procedimiento para limpiar el vertedero, utilizando residuos de caña de azúcar combinados con cenizas de cáscara de arroz. Se prepararon dos columnas de vidrio destinadas a cromatografía, cada una reservada para un tipo de material específico. Posteriormente, se llenaron las columnas con el material filtrante, el cual consistió en bagazo de caña de azúcar que había sido limpiado y secado previamente; además, se incorporó ceniza de cáscara de arroz. En cada columna se añadieron 30 gramos de los respectivos materiales para garantizar uniformidad en las cantidades y permitir una comparación adecuada de los resultados. Se separaron dos litros del lixiviado para realizar el filtrado. Luego de colocar el sustrato en las columnas, se preparó un frasco esterilizado y se vertió el lixiviado en ellas, procurando mantener un flujo regular. En el caso del bagazo de caña de azúcar, se filtró un litro de agua sobre los 30 gramos de este material; el lixiviado atravesó el sustrato durante 45 minutos, mostrando un notable cambio de color hacia un tono anaranjado. Se utilizó el bagazo en su forma más pura para ajustar la granulometría. En relación a la ceniza de cáscara de arroz, se filtró un litro de agua sobre 30 gramos de ceniza, y el lixiviado fluyó a través de este material durante 24 minutos y 17 minutos, adquiriendo un tono grisáceo como resultado del sustrato. Teniendo como **resultados** Las pruebas llevadas a cabo en el laboratorio acreditado LABCESTTA S. A. presentan los hallazgos de acuerdo con la normativa

vigente, revelando los siguientes niveles: para el P1 se reportó un nivel de 20 mg/L, en el P2 se anotó 7,6 mg/L, el P3 mostró 5,1 mg/L y en el P4 se determinó 4,3 mg/L. Esto indica que todas las mediciones están dentro de los límites permitidos de 30 mg/L según el A. M 097-a. Se evidencia que el bagazo y las cenizas de la cáscara de arroz han sido eficaces en la reducción de la concentración de aceites y grasas, disminuyendo de 7,6 a 5,1 con el uso del sustrato de bagazo de caña, y a 4,3 tras el tratamiento con cenizas de la cáscara de arroz, lo que sugiere que el bagazo de caña de azúcar es una alternativa viable para su aplicación en el proceso de filtración de aguas. Se **concluyo** se encontró que la ceniza de la cáscara de arroz ayudó a eliminar un 4 % más en comparación con el bagazo de caña de azúcar, además se notó que el bagazo de caña de azúcar era más asequible, considerando que el bagazo de caña de azúcar es un material sobresaliente para tratar contaminantes derivados de hidrocarburos.

Palomar (2022), en España, en la universidad de Valladolid, Master en ingeniería ambiental, en su estudio “Efecto de la aplicación de ceniza de caldera de biomasa sobre las propiedades del suelo y crecimiento de cultivos”, tuvieron por **objetivo**, comprobar el beneficio de ceniza de biomasa para cultivo en dos tipos de suelos, franco- arcilloso y arenoso, a dos especies vegetales, con el fin de revalorizar este residuo y cerrar su ciclo de vida. Esta **metodología** Se realizó un experimento en el laboratorio de edafología y química agrícola, ubicado en el invernadero de la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, durante un periodo de 60 días. Se seleccionaron dos tipos de suelo que presentaban diferentes características físicas y químicas, aunque ambos compartían un pH ácido. El primero era un suelo agrícola de la zona ácida del Norte de Palencia, específicamente en Pino del Río, con un pH de 5,6 y una textura franco-arcillosa (ISSS); el segundo tipo era un suelo arenoso extraído del Pinar de Antequera, al sur de Valladolid, que tenía un pH semejante, pero una textura distinta. Ambas muestras de tierra se obtuvieron de una profundidad de 0 a 20 cm y se tamizaron a un tamaño de 2 mm. Las cenizas utilizadas se recolectaron de la caldera de biomasa (principalmente de cortezas y pequeñas ramas de pino y chopo). En el laboratorio, se secaron al aire para

eliminar el exceso de humedad, ya que se enfrían al ser sumergidas en agua al salir de la caldera. Después, se tamizaron a 2 mm, y se tomó la fracción más pequeña de este tamaño, la cual fue homogeneizada con un mortero de vidrio. Se llevó a cabo un análisis de las cenizas realizado por el ECA, el cual determinó que no eran tóxicas ni peligrosas. Se realizó una prueba preliminar del suelo usando un testigo sin adición, seguida de la incorporación de diferentes cantidades de hidróxido de calcio, observando así los cambios en el pH en ambos tipos de suelo. Para esto, se introdujeron 8 g de suelo, pesados con una balanza de precisión en miligramos, en tubos de centrífuga de 50 ml, añadiendo 40 ml de agua destilada (o el volumen requerido hasta alcanzar 40 ml finales al incorporar la solución de $\text{Ca}(\text{OH})_2$), además de diversas dosis de ceniza o $\text{Ca}(\text{OH})_2$, que fueron mezcladas. Tras un periodo de tres días de contacto, se registró el pH. En esta medición se utilizó una solución saturada de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, la cual se preparó agitando y dejando reposar 1,5 g por litro de agua desmineralizada. Esta solución fue titulada con otra de HCl, previamente titulada con CaCO_3 , utilizando naranja de metilo como indicador. Para el suelo arenoso, se diluyó la solución para evitar la adición de pequeños volúmenes. Las muestras se agitaron durante una hora y se dejaron reposar otra hora. Finalmente, se midió el pH sumergiendo el electrodo en la suspensión recién preparada. Se realizaron 12 muestras para evaluar el efecto en el pH del suelo franco-arcilloso, comenzando con el control (muestra 0) hasta la muestra 7, donde se incorporaron diversas dosis de ceniza, y luego de la muestra 8 a la 11 se agregaron diferentes proporciones de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, siguiendo las indicaciones sobre las dosis de ceniza y $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en los tubos de centrífuga con el suelo franco-arcilloso para determinar el pH obtenido. Obteniendo como **resultado** Con el fin de estudiar las modificaciones en el proceso de germinación y el desarrollo de las plantas, así como para evaluar cómo el tratamiento afecta estos aspectos, se registró el crecimiento de las plantas en el sustrato tres días después de la siembra. Es necesario regar cada tres días hasta lograr el porcentaje de retención de agua estipulado, que es del 50% del total posible. Determine la cantidad de agua que debe añadirse como la diferencia entre el peso del pallet y su peso inicial. Las bandejas fueron colocadas en el invernadero de

cristal de la ETSIIAA y, aunque existe un control térmico gracias a las claraboyas automáticas, el calor alcanzado fue elevado por la estación del año. Para mitigar el aumento de la temperatura, se cubrieron las bandejas oscuras con papel de filtro y se administraron 100 ml adicionales de agua sobre el óptimo establecido, asegurando así que todos los tratamientos dispusieran de suficiente agua. Se **concluyo** las cenizas tienen un efecto acumulativo en la tierra, actuando como una solución eficaz para suelos ácidos y aquellos que han sufrido pérdida de calidad debido a la acidificación, como es el caso de la lluvia ácida. A medida que se incrementa la cantidad de ceniza aplicada, se observa un aumento en el pH de los suelos, con un impacto más evidente y rápido en suelos arenosos en comparación con los suelos franco-arcillosos. La mejora en el rendimiento inicial de los cultivos examinados podría estar relacionada, además de su efecto en la calidad del suelo, con la inclusión de nutrientes que se encuentran en las cenizas.

Castro (2023) en su artículo relacionada con Remediación de suelos y evolución de las tecnologías Utilizadas para para la absorción de mercurio con ceniza vegetales en suelos contaminados por minería en oro: Universidad de la Costa de Barranquilla, Colombia. Tuvieron como **objetivo**, examinar las técnicas para capturar Hg utilizando Cenizas Vegetales en terrenos perjudicados por este elemento como resultado de la actividad minera, ya que permite reconocer las distintas metodologías y recursos más efectivos en estudios que incluyan la biorremediación de suelos afectados por Hg mediante CV en áreas donde se encuentra la extracción de oro. En la **metodología**, el enfoque del estudio fue de naturaleza descriptiva, buscando información sobre los tratamientos de suelos mediante ceniza vegetal y analizando su eficacia. Esta estrategia implica el uso de flora, fauna y microorganismos para la recuperación del suelo. Entre las diferentes técnicas empleadas, se destacan las siguientes:

- a) La fitorremediación, que involucra organismos fotosintéticos capaces de extraer mercurio del suelo a través de las raíces de las plántulas;
- b) la remediación microbiana, que incluye procesos como la bioadsorción, bioacumulación, biovolatilización, biolixiviación y biomineralización para

atrapar iones de mercurio utilizando microorganismos. El estudio también se centra en la remediación química del suelo, con un enfoque particular en el empleo de biochar como el material principal para la absorción de mercurio. El biochar presenta numerosas ventajas tanto para el suelo como para las plantas, ya que no solo estimula el crecimiento y la productividad de las plántulas, sino que también protege a las plantas contra factores abióticos como sequías, lluvias intensas y salinidad. Estudios recientes han evidenciado los beneficios del biochar en la absorción de mercurio en suelos contaminados a nivel nacional. Teniendo como **resultado**, el empleo de carbón biológico originado de cáscara de arroz: Se han realizado investigaciones que han utilizado carbón biológico elaborado a partir de cáscara de arroz para la captura de mercurio. Estas investigaciones se fundamentan en la recolección de muestras de arenas arcillosas que presentan 20,2 mg/kg de mercurio. La generación de la ceniza vegetal tuvo lugar a temperaturas de 300, 500 y 700 grados Celsius. En el estudio, se replicó una escorrentía pluvial teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas del área en cuestión. Los hallazgos indican una reducción en la concentración de mercurio en la escorrentía, que oscila entre el 20,9 y el 31,2 por ciento. Asimismo, se constató que el mercurio se redujo en un 81 por ciento a lo largo del proceso de absorción. La capacidad de absorción se midió en 114 mg/g y 102 mg/g, lo que pone de manifiesto la importancia del carbón activado, la ceniza vegetal y la turba para la captura de mercurio de forma económica en el manejo de residuos. Se **concluyó** que el impacto de todos los instrumentos en el ámbito científico ha sido significativo, aunque la espectrofotometría se destaca como una herramienta que revolucionó el análisis de las moléculas en el suelo y el agua. No obstante, es crucial señalar que el recurso principal para la producción de BC son las cáscaras de arroz, así como los desechos de piña, madera, hierbas y frutas, que demuestran ser efectivas en la restauración del suelo, siendo el BC proveniente de la cáscara de arroz el más eficaz en entornos acuáticos mediante técnicas de remediación química. Un aspecto interesante es que este estudio refleja la preocupación del sector agrícola por remediar suelos agrícolas contaminados con

mercurio; además, se evidencia que todas las investigaciones revisadas aplican métodos estadísticos para el análisis de los datos recolectados.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Vargas (2021), en su proyecto de la eficacia de la ceniza de cascarilla de arroz en el cultivo de plántulas de citrus reticulada en el centro de producción de investigación Pabloyacu Moyobamba. Tarapoto, en la Universidad Estatal Amazónica, tuvieron como **objetivo** determinar la eficacia de la ceniza de cascarilla de arroz en el cultivo de plántulas de citrus reticulada en el centro de producción e investigación Pabloyacu, esta **metodología**, se llevó a cabo un diseño completamente aleatorio en una superficie de 0.96 m² dentro del invernadero y 768 m² en el campo donde se efectuó el trasplante, utilizando 35 plántulas distribuidas en 5 filas de 7 plántulas cada una, con una separación de 4 metros entre ellas, evaluando distintas dosis de ceniza en el cultivo de Citrus reticulata. La evaluación se realizó en el invernadero a los 45, 90 y 135 días después de la siembra. Obteniendo como **resultado**, mediante el análisis de varianza, llegamos a la conclusión de que no hay diferencias significativas en la altura de las plántulas ni en la longitud de las hojas relacionadas con las dosis de ceniza. No obstante, el tratamiento 3, que consistió en 150 gramos, mostró el mayor crecimiento en comparación con las demás opciones. Además, la prueba de Tukey no identificó un tratamiento que se destacara en este aspecto. Por otro lado, se encontraron diferencias significativas en la cantidad de manchas en las hojas de las plántulas a causa de las dosis de ceniza, lo que indica que la ceniza ha funcionado de una manera notable y particular como un controlador de plagas. A través de la prueba de Tukey, se determinaron los tratamientos más efectivos para tratar las manchas en las hojas, que son los tratamientos 2, 3 y 4, correspondientes a 100 gramos, 150 gramos y 200 gramos de ceniza de cascarilla de arroz, respectivamente. En **conclusión**, al concluir el proceso de investigación, se determina que, en lo referente a la altura de las plántulas en el invernadero, lograron su máxima altura promedio al ser fertilizadas con 150 gramos de ceniza de cáscara de arroz. Las plántulas tratadas con 200 gramos de ceniza también demostraron un crecimiento continuo en

comparación con el grupo de control, donde la altura alcanzada por las plántulas fue inferior.

Soto (2021), en su tesis: Microorganismo eficiente y su efecto en el tratamiento de lixiviados generados en el proceso de compostaje con ceniza orgánicas en el centro ecoturístico de protección ambiental Santa Cruz – Concepción, Universidad Continental en Huancayo, tuvo como **objetivo**, determinar el efecto del uso de microorganismo eficientes en el tratamiento de lixiviado generados en el proceso de compostaje con agregado de ceniza orgánico en el centro ecoturístico de protección Ambiental. Esta **metodología**, estudio tiene un enfoque experimental, dado que se modificó de manera intencionada la variable independiente (aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes) como posible causa, con el propósito de analizar los efectos en las variables dependientes (parámetros fisicoquímicos: DBO, DQO, Sólidos Suspendidos Totales, conductividad eléctrica y pH), en un entorno controlado para la evaluación (56). La gestión de los lixiviados durante el compostaje se llevó a cabo en el Centro Ecoturístico de Protección Ambiental, Santa Cruz situado en Concepción. Obteniendo como **resultado**, importante señalar que las dosis de microorganismos efectivos en proporciones del 10%, 15% y 20% aplicadas al lixiviado generado durante el compostaje resultaron en una disminución de la demanda biológica de oxígeno en comparación con la muestra original. En los diferentes tratamientos, se obtuvieron los siguientes resultados: 1 (10 % EM, DBO5 = 1,359 mg/L), 2 (15 % EM, DBO5 = 1,297 mg/L) y 3 (20 % EM, DBO5 = 1,127 mg/L), mientras que el tratamiento 4 sin aplicación (0 % EM, DBO5 = 3,054 mg/L) mostró una diferencia significativa. De la misma manera, la demanda química de oxígeno también se vio reducida en los tratamientos, con resultados de 1 (10 % EM, DQO = 2,088 mg/L), 2 (15 % EM, DQO = 1,870 mg/L) y 3 (20 % EM, DQO = 1,627 mg/L), en contraste con el tratamiento sin aplicación que presentó un valor de (0 % EM, DQO = 5,007 mg/L). En lo que respecta a los sólidos suspendidos, también se observó una baja, donde el control correspondiente al tratamiento 4 (0 % EM, SST = 262 mg/L) sin tratamiento, y las cifras de 1 (10 % EM, SST =

150 mg/L), 3 (20 % EM, SST = 135 mg/L) y 2 (15 % EM, SST = 131 mg/L) reflejan esta reducción. El pH aumentó desde el valor inicial alcanzando condiciones básicas en los tratamientos, ascendiendo de un pH inicial de 7.40, con aumentos en los tratamientos 3 (20 % EM, pH = 8.69), 2 (15 % EM, pH = 8.75) y 1 (10 % EM, pH = 8.83). En **conclusión**, la aplicación de microorganismos en los suelos de lixiviado durante el compostaje resulta beneficiosa para la adopción de este método, favoreciendo así la mejora social.

Ramírez (2023) en su estudio: Influencia del biochar en suelos agrícolas degradados de provincia de la Mar – Ayacucho en la universidad Continental Huancayo, tuvo como **objetivo**, evaluar el impacto del biochar en suelos agrícolas deteriorados en relación con los parámetros químicos: pH, conductividad, contenido de materia orgánica, y los niveles de N, P, K, así como la capacidad de intercambio catiónico de estos suelos agrícolas deteriorados. Para esta **metodología**, se adoptó un método experimental para llevar a cabo la investigación, eligiendo un área determinada en Puerto Naranjal, que se encuentra en el distrito de Anco, en la provincia de La Mar, para la recolección de muestras de suelo. El biochar fue adquirido de un proveedor y se produjo mediante pirolisis en condiciones carentes de oxígeno. Se aplicó en diferentes proporciones (10%, 30% y 50%), con dos repeticiones, en un periodo de 30 días dentro de un invernadero. Se tomó 1 kg de cada tratamiento y las muestras recolectadas se secaron en papel Kraft durante cuatro días, y posteriormente fueron empaquetadas en bolsas selladas con las etiquetas adecuadas y enviadas al laboratorio para su análisis. Como **resultado**, en lo que respecta a la materia orgánica, los tratamientos realizados con distintas dosis no mostraron cambios significativos. No se encontraron variaciones relevantes en el nitrógeno en relación con las dosis de biochar. En cuanto al fósforo, sí se notaron variaciones significativas entre las diversas dosis de biochar, observándose mayores concentraciones en el suelo. La dosis del 50% presentó un promedio de 31.495 mg/kg, seguida por la del 30%, que mostró una media de 29.735 mg/kg, mientras que la dosis más baja del 10% resultó en un promedio de 21.7425 mg/kg, como se indica en las tablas 11 y 12. El

análisis inicial del suelo sin biochar evidenció un contenido de 16. 17 mg/kg, lo que demuestra un aumento en este parámetro con la adición de las diferentes dosis de biochar al suelo. Se **concluye**, la inclusión de biochar evidenció un impacto notable en el suelo, modificando los niveles de pH, el fósforo accesible y el potasio disponible. No obstante, no se detectaron cambios significativos en la conductividad eléctrica, la materia orgánica, el nitrógeno accesible ni en la capacidad de intercambio catiónico.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Soto (2023) en su estudio: Implementación de un filtro a base de carbón de cascara de coco para la depuración de lixiviados provenientes del botadero de chilepampa – Nauyan Rondós, universidad de Huánuco, teniendo como **objetivo**, demostrar la eficacia de un litro a base de carbón activado de cascara de coco en tratamiento de lixiviados del botadero controlado de chilepampa. Para ello en la **metodología**, Se trata de un estudio cuasi-experimental en el que se llevó a cabo la producción de carbón activado a partir de cáscaras de coco, con el cual se construyó un sistema de filtrado, y se examinaron los efluentes antes y después del proceso de tratamiento en la que se obtuvieron los siguientes **resultados**, parámetros fisicoquímicos: la conductividad inicial se establece en 2,8600uS/cm y tras el experimento con el filtro de coco, se mide en 13,9450uS/cm; el pH inicial era de 7,5600 y luego del experimento se reduce a 7,5117. En lo que respecta a los metales pesados, el cadmio comenzó en 0,004ppm y luego del experimento se encuentra en 0,003333ppm, mientras que el plomo partió de 0,142000ppm y fue reducido a 0,011000ppm tras el proceso. En lo que toca a los parámetros microbiológicos, los coliformes totales iniciaron en 1400000 NMP/100mL y tras el experimento se registran en 143333 NMP/100mL. En cuanto a los coliformes fecales, el conteo inicial estuvo en 1100000 NMP/100mL y al finalizar el experimento se ha reducido a 35666,67 NMP/100mL. Al realizar la comparación de los ECA-agua, se **concluye**, el carbón activado de coco es efectivo en la gestión de los lixiviados, ya que ajusta el pH, disminuye la concentración de metales pesados y minimiza el número de coliformes por cada 100 mililitros.

Rubio (2024) en su estudio: Capacidad de la borra de café para remover cobre y plomo del lixiviado generado en la celda transitorio de Rupa Rupa – Tingo María, universidad Nacional Agraria de la Selva, teniendo como **objetivo**, de caracterizar, evaluar y determinar la capacidad de la borra de café para remover cobre y plomo del lixiviado generado en la celda transitoria de Rupa Rupa. El **método**, se realizó la recolección de la muestra de lixiviado (7 L) utilizando un enfoque de muestreo compuesto, donde se extrajeron 4 L del líquido en tres ubicaciones de la poza de lixiviados (1: sección inicial, 2: sección intermedia, 3: sección final), resultando en un total de 12 L que fueron mezclados durante un minuto antes de ser vertidos en frascos de vidrio con tapas herméticas y trasladados al Laboratorio de Microbiología General en un refrigerador. Este procedimiento de muestreo se llevó a cabo en la estación seca, concretamente en el mes de agosto. Respecto a la muestra de borra de café, esta fue recogida de la cafetería Puro Aroma, utilizando 5 bolsas ziploc de 1500 g con un cierre seguro. Obteniendo como **resultados**, en el análisis del lixiviado, se detectan concentraciones altas de DQO y DBO5 como resultado de la existencia de residuos orgánicos en las celdas. También se observan elevados niveles de sólidos totales suspendidos (242. 67 mg/L), nitrógeno total (478. 02 mg/L) y Coliformes totales (11000 NMP/100 mL). Además, la baja disponibilidad de oxígeno disuelto sugiere que se lleva a cabo un proceso de degradación anaeróbica. Las evaluaciones de cobre y plomo mostraron una reducción significativa en todas las pruebas de adsorción. De estas, el experimento que utilizó borra de café con un lavado básico presentó el residuo más bajo de cobre (0. 138 mg/L) y el tratamiento térmico con borra de café presentó la menor cantidad de plomo (0. 031 mg/L). Los valores de pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y salinidad mostraron un aumento, mientras que la DQO y el ORP mostraron una disminución. La eliminación más efectiva se logró utilizando borra de café tratada con NaOH, alcanzando un 59. 49% de eliminación de Cu y un 85. 68% de Pb, observándose un mayor porcentaje de reducción de plomo en contraste con el de cobre en todas las pruebas. El potencial de adsorción refleja una tendencia similar a la medición en la borra de café, resultando en 0. 0382 mg Cu/g de BC con lavado básico y 0.

0504 mg Pb/g de BC a través del tratamiento térmico. En **conclusión**, las borras de café modificadas lograron remover más de 50% del cobre y plomo de presentes lixiviados.

Echevarría (2024) en su estudio: comparación de la capacidad de adsorción del sulfato férrico y la penca de tuna asistida con el jacinto de agua para la remediación de lixiviados de un relleno sanitario, ambo en la universidad de Huánuco, teniendo como **objetivo** comparar la capacidad de adsorción del sulfato férrico y la penca de tuna asistida con el jacinto de aguas para la remediación de lixiviados de un relleno sanitario. Esta **metodología**, es de naturaleza prospectiva, incluyendo intervención, con un análisis también a largo plazo; usando un enfoque numérico, en un nivel práctico y un formato de experimento genuino. La recopilación de datos se llevó a cabo utilizando el programa de análisis estadístico IBM SPSS y se realizó el análisis de tablas y gráficos con Microsoft Excel 2016. El **resultado**, el estudio indica que no hay diferencias en la comparación entre la adsorción de sulfato férrico y la Penca de Tuna (*Opuntia ficus-indica*), utilizando el Jacinto de Agua (*Eichhornia crassipes*) para el tratamiento de lixiviados provenientes de un vertedero, Ambo, 2023. Al analizar con un nivel de significancia del 5% y al registrar valores de la DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) de (0. 489 y 0. 503), los STS (Sólidos Totales Suspendidos) de (0. 485 y 0. 485), y en la DQO (Demanda Química de Oxígeno) de (0. 688 y 0. 694), que superan el nivel de significancia, se **concluyó** que se tuvo que aceptar la hipótesis nula, demostrando no hay suficiente evidencia para rechazar las medias de los grupos son iguales.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. REMEDIACIÓN

En cuanto a la remediación, su origen se remonta al renacimiento, atravesando etapas de inmediatez y hipermediación hasta alcanzar la remediación. En el contexto de estudios recientes acerca de este fenómeno, se pueden analizar elementos como las interacciones comunicativas, los avances tecnológicos y la conexión entre diferentes medios y herramientas que ayudan al medio ambiente. Así, el nuevo medio que se crea para la remediación incluye aspectos del medio previo, esforzándose por minimizar los contaminantes. Esto significa que el medio anterior se incorporará al nuevo proceso de remediación; de esta manera, cada forma innovadora que surja actuará como sustituto del anterior, en un ciclo perpetuo que se repetirá en cada era, mostrando características y funciones cada vez más perfeccionadas para ser vistas como un reemplazo significativo para una recuperación. (Coria, 2007).

Según (Bocciolesi, 2014), nos indica que, a causa de múltiples intervenciones humanas que modificaron el medio en el que se realizó, se produjeron impactos sobre el ecosistema. Esto condujo a la creación de tecnologías de rehabilitación que se centraron en las características físicas, químicas y biológicas de dicho medio. Así, el tratamiento y la restauración a través de la remediación pueden considerarse como actividades destinadas a controlar, reducir o eliminar contaminantes y sustancias no deseadas que podrían estar presentes. Las estrategias para la remediación se pueden categorizar en distintos métodos, los cuales son definidos por el contexto en el que se aplican, siendo estos conocidos como *ex situ* e *in situ*. Cada uno de estos enfoques tiene procedimientos diferentes en su estructura y ofrecen resultados más efectivos como las necesidades específicas del proceso de remediación.

Por otra cara el MINAM (2019) En su manual sobre la creación de los planes para descontaminar suelos, se indica que la remediación se entiende como una serie de actividades, que al llevarse a cabo en un área donde se detecta la presencia de contaminantes o que ha sido categorizada como contaminada, tiene como objetivo la eliminación o disminución

significativa de los varios contaminantes en desiguales niveles que pueda tener el lugar. Además, es esencial que este complicado conjunto de tareas se realice no solo para gestionar y controlar el área para mantenerlo en condiciones óptimas, sino también para salvaguardar la salud humana y prevenir cualquier tipo de riesgo que podría surgir de un área de este tipo, así como preservar cada elemento del ecosistema en el que se desarrollan estas actividades de remediación.

2.2.3. TÉCNICAS DE REMEDIACIÓN

Según Coria (2007), en su artículo, distingue entre dos tipos de métodos de remediación, las cuales se categorizan como *in situ* y *ex situ*. La técnica *in situ* es considerada de mínimo costo debido a su menor complejidad en el análisis requerido y en el uso de herramientas. Además, esta metodología presenta un impacto ambiental reducido, aunque su efectividad puede variar dependiendo de la precisión de los resultados obtenidos. Por otro lado, la técnica *ex situ* se caracteriza por su notable efectividad, ya que implica la remoción del suelo contaminado y su sustitución por un nuevo suelo que ya ha sido tratado, buscando lograr una homogeneización con el anterior. A pesar de la gestión del proceso que esto permite, es esencial tener en cuenta que la eficacia de estas técnicas depende del gran régimen del argumento en que se apliquen; por ejemplo, factores climáticos podrían ocasionar alteraciones que podrían resultar en costos significativos.

Ortiz, Sanz, Dorado, Villar (2007), en su estudio sobre Métodos para la recuperación de suelos contaminados, se describen tres clases de técnicas. Estas incluyen los métodos de limitación, confinamiento y descontaminación. La técnica de contención implica la utilización de diversas barreras con distintas características y sellos específicos para impedir y disminuir la migración de los contaminantes. Por otro lado, en la técnica de confinamiento, los contaminantes son tratados a través de procesos como la solidificación, que busca minimizar su movilidad. Finalmente, la técnica de descontaminación abarca varios tratamientos físicos, químicos y biológicos, con el objetivo de eliminar la mayor cantidad

posible de las propiedades nocivas que convierten a los contaminantes en una amenaza.

Factores de remediación

Respecto a los factores que influyen en la efectividad de una tecnología de remediación, se señala que el comportamiento de un contaminante en el suelo, así como la eficiencia en la remediación de los suelos, dependen en gran medida de los agentes que interactúan en la compleja dinámica de las características específicas que cada contaminante presenta. Por esta razón, para gestionar de manera adecuada el suelo contaminado, es fundamental llevar a cabo un análisis exhaustivo y minucioso del contexto y la situación en la que se está investigando. Realizando este análisis, se podrán identificar aspectos como los procesos químicos, que se manifiestan a través de las reacciones y actividades químicas involucradas; el proceso físico o de transporte, que se caracteriza por las propiedades físicas; y el proceso biológico, que abarca la biodegradación, biotransformación y toxicidad.

Según Ramón (2019), en el libro titulado manual de tecnologías de remediación de sitios contaminados, se aborda que los factores principales que impactan la efectividad las remediaciones pueden ser organizadas en tres grupos. Estos incluyen: la identificación del contaminante, la descripción del medio y las relaciones entre el contaminante y el medio. Al enfocarnos en la caracterización del contaminante, es necesario detallar su estructura química, además de aspectos como la concentración, solubilidad, coeficiente de distribución, polaridad, volatilidad y masa específica. En lo que respecta a la caracterización del medio, se incluyen elementos como la densidad aparente, pH, humedad, y otros elementos relevantes. Finalmente, en el apartado referido a la relación entre el contaminante y el ambiente, se toman en cuenta aspectos tales como difusión, sorción, biodisponibilidad, toxicidad, biodegradación, entre otros factores.

Mecanismos de remediación

Para Martínez, Casallas (2019), En el artículo que trata sobre la recuperación de terrenos con contaminación: principios y ejemplos prácticos, se indica que las técnicas de remediación se dividen en dos categorías diferentes. Estos incluyen los enfoques alternativos no tradicionales para la restauración de terrenos contaminados y los métodos de biorremediación igualmente no convencionales. En este contexto, el énfasis se pone en los métodos no tradicionales para la restauración de suelos contaminados, los que pueden abarcar, entre otros, la oxidación avanzada, la creación de barreras biológicas que promueven la electrorremediación, la utilización de nanotecnología, ultrasonidos, fenómenos a nivel molecular, junto con la ingeniería genética fusionada con la fitorremediación. Todos estos procesos han ido evolucionando gracias a los avances tecnológicos de la humanidad, lo que ha simplificado enormemente el proceso de remediación.

2.2.4. RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

García (2022), nos informa acerca de la agroindustria que, en términos generales, genera grandes volúmenes de desechos. La producción de subproductos o desechos agroindustriales en las diversas fases de los procesos de producción es actualmente una cuestión problemática a nivel global, dado que, en la mayoría de las ocasiones, no son gestionados ni eliminados de forma adecuada, lo que agrava la situación de contaminación ambiental.

Los desechos producidos durante la fabricación de azúcar de caña son variados y se clasifican como desechos de la agroindustria. Estos desechos constituyen un grave inconveniente en la contaminación del medio ambiente, debido a las enormes cantidades que se generan. Sin embargo, los desechos de la agroindustria pueden ser reutilizados para la recuperación de suelos. La influencia de estos desechos puede ser reducida en el entorno y no perjudicar áreas cercanas, lo que facilita el uso de los nutrientes que contienen esos desechos para otros cultivos o para la regeneración del suelo.

2.2.4. SUELO LIXIVIADO

Los lixiviados son sustancias que se consideran contaminantes. Se producen durante el complicado asunto de putrefacción y no son la única fuente de contaminación. Otro factor que juega un papel significativo en su formación son los microorganismos responsables de este proceso. La fermentación de la componente orgánica es fundamental en ambos asuntos. Por esta razón, estas actividades sucesivas generan humedad. Esta humedad, que se origina de dichos procesos, junto con fenómenos meteorológicos como las lluvias, penetra en todos los residuos, que tienen características diversas. Esto provoca que los materiales biológicos y los compuestos químicos sean arrastrados eventualmente.

Un lixiviado se describe como el líquido o la sustancia que se forma al filtrar a través de desechos sólidos o al disolverse en los materiales. Para que cualquier tipo de lixiviado sea un líquido, es imprescindible la incorporación de elementos externos. Estas fuentes pueden incluir aguas pluviales o la lluvia misma. Con la introducción de estas fuentes, se producirá una mezcla, resultado de la descomposición de los desechos al entrar en contacto con el líquido. Esto generará una serie de características que facilitarán la solubilidad de los distintos tipos de desechos sólidos presentes, lo que provocará diversos efectos, entre los que se encuentran las reacciones químicas que se dan al interactuar con el líquido y posibles reacciones bioquímicas en ciertos desechos orgánicos. Así es como se logra la formación de un lixiviado a partir de todas estas interacciones. (Chávez 2011).

De lado del MINAM (2015), En su listado de conceptos, define que los lixiviados son fluidos que se generan por la interacción, el transporte o la filtración de los componentes que representan la mayor parte de los distintos tipos de desechos sólidos. Estas soluciones pueden encontrarse disueltas en el entorno donde se hallan o asimismo en forma de suspensión. Dichas sustancias tienen la capacidad de penetrar o filtrar por el suelo, logrando así escapar de los lugares donde los desechos son almacenados. De esta manera, eventualmente, se convertirían en un posible contaminante del suelo y podrían llegar a los cuerpos de agua, en

caso de que sea pertinente, ocasionando así deterioro y afectando con el tiempo tanto la salud humana como la de otros seres vivos que no están habituados a la presencia de este contaminante en su entorno.

Para Pérez (2017), un lixiviado logra ser identificado cuando el líquido que provoca esta situación se filtra a través de la totalidad de los desechos, los cuales pasarían a través de estos. Al mismo tiempo, durante un proceso de uniformización, podría ir integrando una solución que contendría elementos tanto químicos como biológicos hallados en los desechos. Estos elementos también podrían formarse a través de la biodegradación, lo que a su vez se mezclaría con el líquido que se escapa de otros residuos. Con base en todo lo examinado, se puede concluir que los lixiviados se consideran como partículas que están disueltas y en suspensión, las cuales tienen la capacidad de atravesar el nivel freático. A su vez, debido a las diversas características perjudiciales que poseen, generarán impactos dañinos tanto en los seres humanos a manera en otros organismos que estén en las cercanías de dicha contaminación.

Por otra parte, Sánchez (2018), en su análisis de los lixiviados de un vertedero, se menciona que el lixiviado es un tipo de agua que se contamina por diversas causas y la introducción de agentes que alteran su composición. Esto sucede debido a los residuos sólidos, que previamente han pasado por un proceso donde han sido impactados por la infiltración de líquidos contaminados. Como resultado, al tener elementos de desechos que los hacen solubles, no permanecen en el suelo, además no se descomponen ni química ni bioquímicamente. Al examinar estos componentes, es evidente que, debido a sus características químicas, pueden ser considerados potencialmente perjudiciales en forma de lixiviado. Estos elementos son el resultado de reacciones químicas y transformaciones bioquímicas derivadas de los residuos, impactando toda forma de vida ya existente.

Calidad

Según Valls (2007), en su artículo, detalló que para alcanzar la calidad es necesario satisfacer un conjunto de condiciones. Se necesita dar prioridad a las eficiencias de la forma más efectiva posible para

conseguir una administración óptima de la entidad. La calidad tiene que ser una anticipación, no algo que se considere en un momento posterior, debe ser una actitud. Asimismo, afecta el progreso de nuevos servicios, políticas innovadoras, tecnologías recientes y las instalaciones que inauguramos.

Calidad de vida

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la calidad de vida se define como la percepción que un individuo tiene acerca de su situación vital dentro del marco cultural y del sistema de creencias en el que se encuentra, así como en función de sus aspiraciones, expectativas, reglas y preocupaciones. Se trata de un concepto muy extenso, adaptado a las necesidades de cada persona. Incluye los múltiples impactos de la salud física, el bienestar mental, el nivel de autonomía, las interacciones sociales y la conexión con los componentes esenciales del entorno. (Organización Mundial de la Salud. Constitución de la Organización Mundial de la Salud de 1946).

Calidad ambiental

La calidad del medio ambiente se entiende como el conjunto de rasgos, componentes o factores ambientales que proporcionan al sistema ambiental el valor necesario para ser preservado. En otras palabras, se refiere a las características ambientales que corresponden mantenerse en un estado ideal, gracias a la influencia tanto de la naturaleza como de los seres humanos, para asegurar la convivencia equilibrada de todas las formas de vida. Por tal motivo, estas cualidades deben ser el foco principal de la protección humana, y también actúan como un indicador del estado de un entorno en relación con las demandas de una o varias especies, así como de cualquier necesidad u objetivo humano. Observatorio Ambiental de la Unión Europea (2010).

Calidad de suelo

La calidad del suelo requiere que el establecimiento de indicadores se funde en la utilización de este recurso y en la conexión entre los distintos parámetros y la función del suelo que se está analizando. Es

importante considerar que las características del suelo pueden variar en un periodo relativamente breve. Un entendimiento adecuado de estos aspectos se traduce en una gestión más efectiva de la sostenibilidad de los recursos, prácticas agrícolas responsables y en la elaboración de decisiones respecto a políticas de planificación del uso del suelo. La elaboración de indicadores que midan la calidad del suelo debe fundamentarse en la aplicación de este recurso y en la conexión entre los criterios y la función del suelo que se está analizando.

Indicadores físicos y químicos

Los factores físicos son las restricciones que muestran cómo esta técnica capta, retiene y distribuye el agua a las plantas. Estos obstáculos se presentan en el aumento de raíces, la emergencia de plántulas, la infiltración o el movimiento del agua en el perfil del suelo, y también están relacionados con la disposición de los granos y los poros. Las características físicas de la superficie, como la estructura, la compactación, la estabilidad de los agregados, la permeabilidad, la profundidad superficial del suelo, la capacidad de retención de agua y la conductividad hidráulica, han sido sugeridas como parámetros para evaluar su calidad. En contraste, los elementos químicos se refieren a las condiciones que afectan la interacción entre el suelo y las plantas, la efectividad del agua, la capacidad de regulación del suelo y la cantidad de agua y nutrientes accesibles para las plantas y los microorganismos.

Indicadores ambientales

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), un indicador ecológico es una medida o cifra obtenida de parámetros que ofrecen análisis para mostrar la condición de un fenómeno, entorno o campo, que posee un significado adicional que se conecta directamente con el valor del parámetro en sí. Estos son métodos que se emplean para analizar la situación de un ecosistema intrincado que resulta complicado de cuantificar o valorar.

Los indicadores de la calidad del suelo:

De acuerdo con Y. García, Wendy Ramírez y Saray Sánchez (2012), en su publicación, forman una relación activa herramienta la obtención de hábitos en la utilización y administración del terreno a nivel local, regional y mundial, y su análisis debe hacerse de forma específica, según las circunstancias de cada ecosistema. Se evalúan para seguir el efecto de la gestión en el funcionamiento del suelo a lo largo de un lapso determinado.

Descomposición de residuos sólidos orgánicos

Residuos sólidos

De acuerdo con el MINAM (2014), se entiende por desecho sólido a aquellos elementos o partes que se encuentran en forma sólida o semisólida, de los cuales su propietario debe o tiene la necesidad de deshacerse, siguiendo pautas y directrices destinadas a proteger tanto el medio ambiente como la salud de las personas. Para manejar estos residuos, es esencial contemplar un enfoque integral y sostenible, mediante la colaboración de reglamentaciones, acciones y metodologías, guiada de manera estricta por las normas que son indispensables, manteniendo una coherencia con lo que es viable desde el punto de vista económico y técnico para alcanzar el propósito. (p.03).

En otro ámbito, la ONUDI, que es la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, rememora en el año 2007 la noción de residuo como un conjunto formado por el progreso de cualquier acción humana o la de otros seres vivos, transformándose en una acumulación desigual, por lo general, es difícil de reintegrar a los ciclos biogeoquímicos. (Referenciado en Bustos, 2009).

Para el ser humano se ha establecido un vasto sistema comercial fundado en la producción y el consumo para satisfacer sus necesidades. Para llevar a cabo la producción, se requiere de recursos y energía, los cuales no se utilizan por completo. Lo que no se aprovecha totalmente y lo que se usa efectivamente se denomina desecho.

Residuos sólidos orgánicos

Vistos como sustancias derivadas de los restos de seres vivos, ya sean de fuentes vegetales o animales, fragmentos no aprovechables de los alimentos, residuos de productos comestibles, entre otros. Estos desperdicios son sometidos a un proceso de descomposición gracias a las características naturales de organismos bióticos como hongos, bacterias y anélidos, principalmente. (Santoyo, s.f.).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Lixiviado:

MIMAN (2016), Sustancia generada por reacciones, acumulación de elementos que producen residuos y que incluye compuestos solubles capaces de infiltrar en el terreno fuera de los lugares, pudiendo contaminar la tierra y el agua, ocasionar daños y ser una amenaza para la salud de las personas y otros organismos.

Composición y características del Lixiviado:

El lixiviado es un fluido que se distingue por tener concentraciones elevadas de sustancias contaminantes, tanto orgánicas como inorgánicas. Este se genera cuando los desechos se juntan sin ser tratados ni clasificados.

Composición:

- Sales disueltas en el suelo
- pH ácido
- Metales pesados
- Textura

Características:

- Su aspecto es desagradable, de color negro o amarillo
- Es una sustancia líquida, densa y que produce muy mal olor
- A veces, también puede presentar restos de espuma

Impactos ambientales:

- Contaminar el suelo, lo que puede degradarlo y causar una pérdida de biodiversidad

- Contaminar el agua potable y representar una amenaza para la salud de las comunidades
- Liberar gases que contribuyen a la contaminación atmosférica y al cambio climático

Remediación:

MIMAN (2016), Trabajo o grupo de trabajos que se pueden llevar a cabo en un tipo de área afectada por contaminación, con la finalidad de erradicar o disminuir por completo las sustancias nocivas, con el propósito de asegurar la salvaguarda y el bienestar total de la salud humana, así como la conservación de los entornos naturales.

Filtración:

Rufino (2020), La separación de sólidos suspendidos en un líquido (ya sea líquido o gas) se conoce como filtración, y se lleva a cabo mediante un medio poroso llamado tamiz, filtro o criba. Este dispositivo retiene las partículas sólidas de mayor tamaño, mientras que consiente el paso de líquidos y partículas más diminutas.

Freático:

Navarro (2017) Es cuando dentro de la tierra, el agua subterránea alcanza su máxima profundidad y este lugar se llama nivel freático.

Ex situ:

MINAM (2012) Ex situ tiene como meta conservar muestras representativas de los elementos nacionales de la biodiversidad con el propósito de evaluación, estudio, reproducción y utilización. El tamaño del contenedor debe ser aproximadamente equivalente al tamaño de la muestra para minimizar el espacio.

Esto implica recoger muestras del suelo en el vertedero de Kichki – Tomayquichwa, y así transportarlas a otro sitio para proceder con la rehabilitación del suelo. Es una táctica adicional a la preservación en su lugar, por lo que las muestras serán enviadas al laboratorio para evaluar su calidad.

Ceniza de madera:

Su composición depende del tipo de combustión, ya que a mayores temperaturas dejan menos residuos.

- Contiene compuestos alcalinos como potasio, magnesio, calcio y sodio.
- Contiene elementos minerales como fósforo, azufre, silicio, hierro y otros.
- Tiene un alto contenido de carbonato de potasio (K_2CO_3).

Sin embargo, es fuente de importantes, estos nutrientes naturales se han utilizado en la agricultura para neutralizar los ácidos del suelo. (Juan 2017).

Caña de azúcar:

Es una fruta exótica que tiene una larga duración, con tallos robustos y fibrosos que pueden crecer entre 2 y 6 metros de altura, además contiene azúcares como la sacarosa. La germinación inicia al sembrar el tallo. Se logra la madurez para la cosecha en 18 meses. Se procesan a través de un molino, se extrae el jugo y se genera un residuo de fibra que se emplea como energía, y al ser incinerado a altas temperaturas, produce cenizas que se almacenan en la parte inferior de la caldera. (coronel, R. 2020).

Figura 1

Morfología de caña de azúcar (Saccharum officinarum).



Nota: La figura muestra las partes de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), tomado de Valdeon (2019).

Taxonomía de caña de azúcar:

En la actualidad se acepta como clasificación taxonómica de la caña de azúcar el siguiente cuadro:

Tabla 1

Taxonomía de caña de azúcar (Saccharum officinarum).

Reino	Plantae
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Andropogoneae
Genero	Saccharum
Especie	S. Officinarum

Nota: La tabla muestra la taxonomía de la caña de azúcar (Saccharum officinarum), tomado de Valdeon (2019).

Ceniza de bagazo:

La ceniza de bagazo se considera un producto secundario generado en la industria. Esto ocurre durante la fabricación del azúcar y sus derivados, cuando se incineran los residuos que contienen altos niveles de sílice y alúmina. Estas cenizas son fácilmente accesibles y sus características puzolánicas dependen fundamentalmente de la temperatura de quema, que debe oscilar entre 400 °C y 1000 °C. De alta calidad. La capacidad puzolánica del material se evidencia en su resistencia. El CBCA puede considerarse una sustancia puzolánica potencial, donde los factores más significativos que afectan su reactividad incluyen la cristalinidad de la sílice presente en las cenizas volantes y la presencia de impurezas como carbón y residuos no incinerados.

- La CBCA (ceniza de bagazo de caña), contiene principalmente dióxido de silicio (SiO₂), óxido de aluminio (Al₂O₃) y óxido de hierro (Fe₂O₃).
- La suma de estos tres compuestos representa más del 70% de la composición química de la CBCA.

- La CBCA tiene alta porosidad y tortuosidad poroso.

Los Indicadores de capacidad orgánica

Los índices de capacidad orgánica del suelo son fundamentales para evaluar su calidad y fertilidad, dado que la materia orgánica está vinculada al carbono que se encuentra en el suelo. Este componente orgánico es vital, puesto que mejora la estructura del suelo, aumenta la retención de agua y nutrientes, además de fomentar la biodiversidad.

pH

El pH del suelo es crucial para la capacidad orgánica del mismo y, en relación con la actividad microbiana, este pH influye en la conducta y diversidad de los microorganismos encargados de descomponer la materia orgánica.

El pH también impacta la disponibilidad de nutrientes porque afecta el acceso a estos tanto para las plantas como para los organismos microscópicos. Tanto la acidez como la alcalinidad juegan un papel en la accesibilidad de nutrientes para las plantas. Mantener un pH óptimo es esencial para promover un crecimiento saludable en las plantas y estimular la actividad microbiana.

El descomponer materia orgánica con un pH adecuado apoya también la degradación de materia orgánica y el aporte de nutrientes. Entre las ventajas de un pH equilibrado se destacan la mejora en la fertilidad y el aumento en la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Se observa una mayor actividad microbiana, impulsando la descomposición de la materia orgánica y favoreciendo la disponibilidad de nutrientes. Además, un pH adecuado puede resultar en una mejora en la estructura del suelo, aumentando su porosidad.

Conductividad eléctrica (CE)

La conductividad eléctrica CE refleja la cantidad de sales que se encuentran disueltas en el terreno. La presencia elevada de sal puede ser relevante, ya que puede interferir con el crecimiento de las plantas y afectar negativamente la calidad del suelo. No obstante, en ciertos aspectos, esto

puede favorecer la fertilidad al aumentar la accesibilidad de nutrientes, lo que a su vez estimula el desarrollo y mejora el rendimiento de los cultivos. La sostenibilidad reduce la necesidad de fertilizantes sintéticos y favorece la salud del suelo con el tiempo.

Relación entre indicadores pH y CE

La combinación de la capacidad orgánica del suelo, el pH y la conductividad eléctrica se unen para establecer la fertilidad y la eficacia del terreno. Controlar estos elementos puede mejorar la calidad del suelo y aumentar la producción agrícola.

Físicos

Son factores físicos esenciales que afectan la capacidad funcional del suelo.

Textura

La composición del suelo influye en su habilidad para almacenar agua, lo que repercute en la actividad de los microorganismos y en el proceso de descomposición de la materia orgánica. Asimismo, la textura contribuye a la circulación de aire en el suelo, aspecto fundamental para la actividad microbiana y el crecimiento de las raíces.

Densidad aparente

Efecto sobre la porosidad, la densidad aparente está relacionada con la porosidad del suelo, lo que afecta la habilidad para almacenar agua y la circulación del aire. Repercusiones en el crecimiento de las raíces una densidad aparente adecuada facilita un desarrollo saludable de las raíces, siendo fundamental para la absorción de nutrientes y agua.

Relación entre indicadores Textura y Densidad aparente

Incrementa la fertilidad una estructura y densidad apropiadas pueden favorecer la fertilidad del suelo al potenciar la actividad de microorganismos y el crecimiento de plantas. Mejora la producción los terrenos que poseen características de textura y densidad adecuadas tienden a ser más productivos y sostenibles.

Las estrategias para mejorar la consistencia y la apariencia del suelo, la incorporación de materia orgánica puede mejorar la calidad y el valor del suelo, así como la utilización de técnicas de conservación, como la rotación de cultivos y la protección del terreno, puede ayudar a mantener o aumentar la salud del suelo.

Químicos

Metales pesados

Los metales de gran densidad suelen afectar de manera adversa la salud biológica del suelo. La toxicidad que emana de los metales pesados puede causar efectos nocivos en los organismos microscópicos del suelo, interfiriendo en la descomposición de materia orgánica y en la disponibilidad de nutrientes. La inhibición del crecimiento de las plantas Los metales pesados pueden dificultar el desarrollo de las plantas, lo que reduce tanto la producción de biomasa como la concentración de materia orgánica en el suelo.

Impacto en la capacidad orgánica

Reducción de la actividad microbiana la presencia de metales pesados puede reducir la actividad microbiana en el sustrato, afectando la descomposición de los compuestos orgánicos y el acceso a nutrientes. Alteración de los ciclos biogeoquímicos los metales pesados pueden alterar los ciclos biogeoquímicos en el suelo, lo que puede tener consecuencias persistentes en la fertilidad y en la capacidad productiva del terreno.

Prácticas para mitigar los efectos de los metales pesados

Control de la calidad del suelo verificar la calidad del suelo de manera regular para detectar la presencia de metales pesados. Implementación de estrategias de manejo sostenible la adopción de estrategias de manejo sostenible, como reducir el uso de productos químicos y promover la biodiversidad, puede ayudar a mitigar los efectos negativos de los metales pesados en el suelo.

2.4 HIPÓTESIS

Hipótesis General

H1: La remediación con ceniza de madera y con ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*) es eficaz en la mejora de la capacidad orgánica del suelo lixiviado del Botadero de Kichki, Tomayquichwa - Ambo - Huánuco.

Ho: La remediación con ceniza de madera y con ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*) no es eficaz en la mejora de la capacidad orgánica del suelo lixiviado del Botadero de Kichki, Tomayquichwa - Ambo - Huánuco.

2.5. VARIABLES

2.5.1. Variable de calibración (dependiente)

Remediación de suelos lixiviados

2.5.2. Variable evaluativa (independiente)

Capacidad orgánica del suelo con ceniza de madera y ceniza de bagazo.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“Eficacia Remediadora de la ceniza de madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*) en la capacidad orgánica del suelo Lixiviado del Botadero de Kichki, Tomayquichwa- Huánuco.”

Variable Calibración	Indicador	Valor	Tipo de variable
Remediación de suelos lixiviados.	Variación de la medición. <ul style="list-style-type: none"> • Ceniza de madera • Ceniza de bagazo 	<ul style="list-style-type: none"> • Medición inicial sin la ceniza de madera y ceniza de bagazo. • Medición Final sin la ceniza de madera y ceniza de bagazo 	Nominal dicotómica.
Variable Evaluativa	Indicador	Unidad de medición	Tipo de variable
Capacidad orgánica del suelo con ceniza de madera y ceniza de bagazo.	Indicadores <ul style="list-style-type: none"> • pH • Conductividad eléctrica Físicos <ul style="list-style-type: none"> • Textura • Densidad aparente Químicos <ul style="list-style-type: none"> • Metales pesados 	Indicadores <ul style="list-style-type: none"> • Medición 1:1 • Decisienmens por metro CE (dS/m) Físicos <ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje (%) • DA gramos por centímetro cúbicos (g/cc) Químicos <ul style="list-style-type: none"> • Pb partes por millón (ppm) 	Numérica continua.

CAPÍTULO III

MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Conforme a Supo y Zacarias (2020), se señala que el estudio actual involucra la intervención del investigador, ya que esta investigación requiere la participación activa del mismo. Los datos han sido obtenidos de mediciones que han sido controladas o solicitadas específicamente por el investigador, siguiendo la planificación del proceso de medición, lo que lo convierte en **prospectivo**. Además, los datos son de tipo primario y se han recolectado a través de la observación **experimental**. Igualmente, la investigación es de carácter transversal, ya que implica un análisis para el tratamiento de la información y la comparación de los resultados.

3.1.1. ENFOQUE

Este estudio investigativo emplea un enfoque cuantitativo, ya que se enfoca en el examen del tratamiento de lixiviados en el botadero de Kichki con el fin de evaluar la efectividad vinculada a la variable dependiente en relación con el manejo del suelo. Este último es considerado como una variable independiente, en este caso, las cenizas. Dada la naturaleza de la investigación, que se clasifica como un enfoque cuantitativo, se realizó una comparación de la capacidad de remediación entre las cenizas de madera y las de bagazo, evaluando diferentes indicadores de la calidad del suelo. A lo largo de este examen, se puede identificar, gracias al marco teórico y conceptual, todos los elementos relacionados con el problema central que se busca abordar. Todo esto conduce a la formulación de una hipótesis, que fue respaldada mediante mediciones y análisis estadísticos; gracias a estas herramientas se obtuvieron resultados más satisfactorios. (Sampieri, 2014).

3.1. 2. ALCANCE O NIVEL

El estudio será efectuado de forma aplicativo transversal, dado que, durante el transcurso y sus componentes, se evidencia que nuestra

meta es la comparación de dos tipos de ceniza para optimizar los índices de calidad del suelo, los cuales fueron examinados y muestran un alto nivel de contaminación en el terreno. De igual manera, se recopiló información de forma exhaustiva sobre las variables objeto de análisis. (Sampieri, 2014).

3.1. 3. DISEÑO

Para Supo y Zacarias (2020), Dado que la metodología de la investigación está tomando un rumbo hacia un enfoque experimental. Este tipo de organización se ajusta más a un método científico, siendo un estudio en el que el investigador modifica deliberadamente una variable independiente (considerada como una posible causa) o varias, con la intención de investigar los efectos que dicha modificación produce en una variable dependiente (posible efecto posterior) o más, todo ello en un entorno controlado por el investigador. Aunque esta caracterización pueda aparentar ser complicada, su comprensión se hará más clara al desglosar sus elementos.

Figura 2

(margen de intervención de recuperación de suelos)



Esquema de Análisis Estadístico

Se propuso un modelo tanto estadístico como matemático; por lo que se llevará a cabo el estudio del esquema experimental con 4 grados de libertad para el modelo estadístico de diseño completamente aleatorio (DCA).

Modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} = la variable de respuesta de la unidad experimental número ij

μ = la influencia del promedio general

T_i = la influencia del tratamiento i -

ϵ_{ij} = el efecto del error experimental vinculado a la unidad experimental ij

Finalmente, se lleva a cabo la aleatorización de tratamientos y repeticiones, asignando códigos a los tratamientos para los cinco análisis relacionados con las cenizas.

Croquis experimental:

Tabla 2

Croquis experimental

NUMERO DE REPETICIONES	
CENIZA DE MADERA	
1	Tratamiento
2	Tratamiento
3	Tratamiento
4	Tratamiento
5	Tratamiento
CENIZA DE BAGAZO	
1	Tratamiento
2	Tratamiento
3	Tratamiento
4	Tratamiento
5	Tratamiento

Nota: Propia del estudio

En el análisis del estudio, la etapa inicial del análisis estadístico se realizó a través de Excel, donde se introdujeron los datos numéricos recopilados en el campo, organizados en un formato que permita un registro claro de la información recabada.

De este modo, se genera un efecto más considerable a través del método estadístico. Una vez se tienen los resultados de los datos, empleamos el DCA para identificar los niveles de conversión para cada uno de los tratamientos con las diversas cenizas.

Tabla 3.

Diseño experimental

TRATAMIENTOS	DESCRIPCION
Muestra de control	Suelo lixiviado 5kg
T1 - CM	Suelo lixiviado 5kg + 10% (0.5 kg) de ceniza de madera
T2 - CM	Suelo lixiviado 5kg + 15% (0.75 kg) de ceniza de madera
T3 - CM	Suelo lixiviado 5kg + 10% (1kg) de ceniza de madera
T4 - CM	Suelo lixiviado 5kg + 10% (1.25 kg) de ceniza de madera
T5 - CM	Suelo lixiviado 5kg + 10% (1.5 kg) de ceniza de madera
T1 - CB	Suelo lixiviado 5kg + 10% (0.5 kg) de ceniza de madera
T2 - CB	Suelo lixiviado 5kg + 15% (0.75 kg) de ceniza de madera
T3 - CB	Suelo lixiviado 5kg + 10% (1kg) de ceniza de madera
T4 - CB	Suelo lixiviado 5kg + 10% (1.25 kg) de ceniza de madera
T5 - CB	Suelo lixiviado 5kg + 10% (1.5 kg) de ceniza de madera

Nota: Propia del estudio

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Se definirá como el grupo de investigación el conjunto de suelos lixiviados del botadero de Kichki, que se encuentra en el distrito de Tomayquichwa, dentro de la provincia de Ambo y el departamento de Huánuco. La investigación se llevó a cabo en la rehabilitación orgánica de los suelos lixiviados utilizando ceniza de madera y ceniza de bagazo.

Tabla 4

Coordenadas de ubicación de población de estudio.

TOMAYQUICHWA – KICHKI						
Grados Decimales		Grados, Minutos y Segundos			UTM	
LATITUD	LONGITUD	LATITUD	LONGITUD	ZONA	ESTE	NORTE
-10.07766°	-76.212948°	10°4'39.56" S	76°12'46.62" O	18 L	367086.55m E	8885756.12m.S
ALTURA: 2028.00 m. s. n. m.						

Nota. Se muestra las coordenadas UTM de la ubicación del área del estudio.

Muestra

La muestra constituye la unidad de análisis del suelo recopilada de cinco sitios diferentes, cada uno con un peso de 5 kg. Se utilizó el Diseño Completamente Aleatorio (DCA) con dos tratamientos y cinco repeticiones, alcanzando un total de diez unidades experimentales, las cuales se dedicarán a examinar el efecto de las cenizas (tanto de madera como de bagazo). Este trabajo se llevó a cabo conforme al enfoque estadístico determinado por el Diseño experimental en relación a la calidad del suelo.

3.2.1. UBICACIÓN POLÍTICA

El lugar de estudio se encuentra en las coordenadas UTM, estos datos se basan en la Carta Nacional.

Región : Huánuco

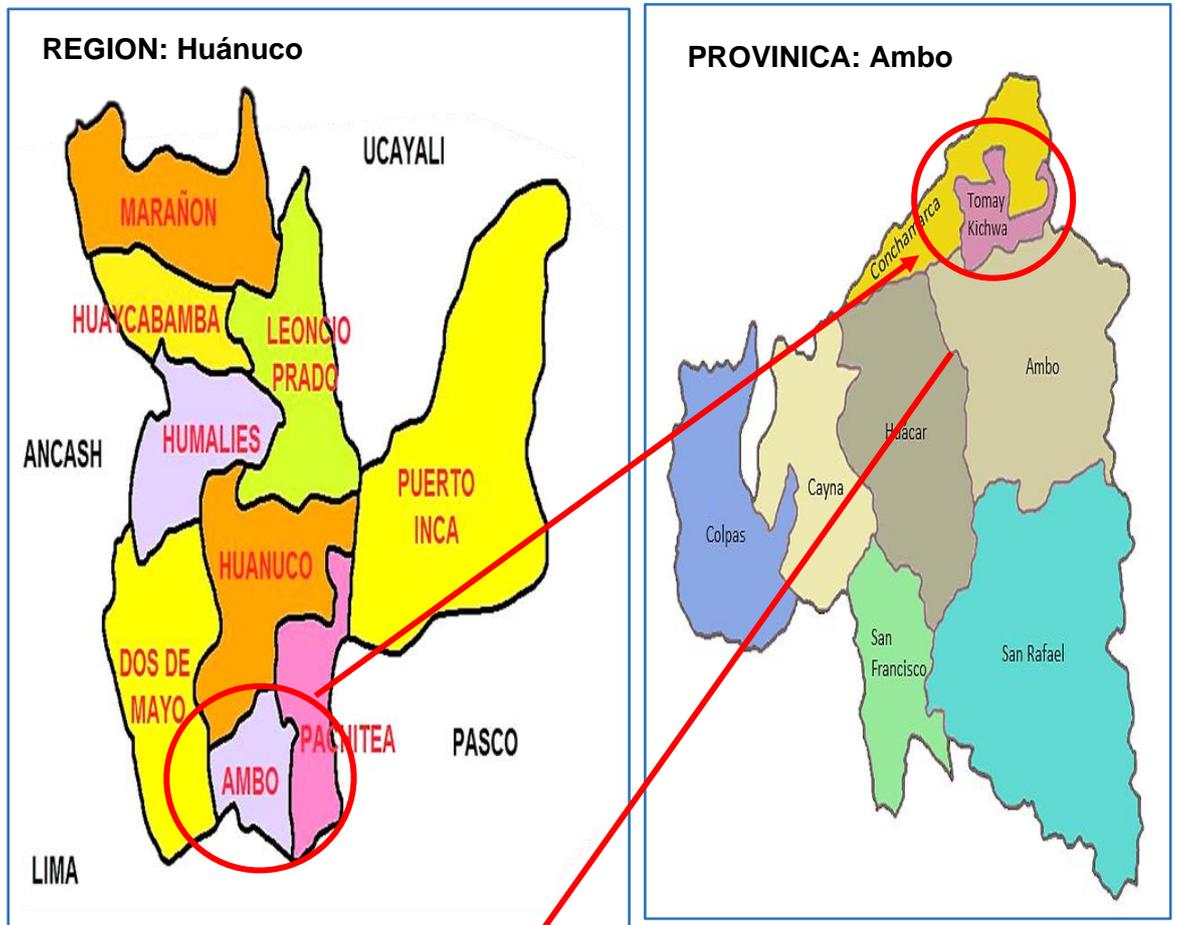
Provincia : Ambo

Distrito : Tomayquichwa

Lugar : Botadero de Kichki

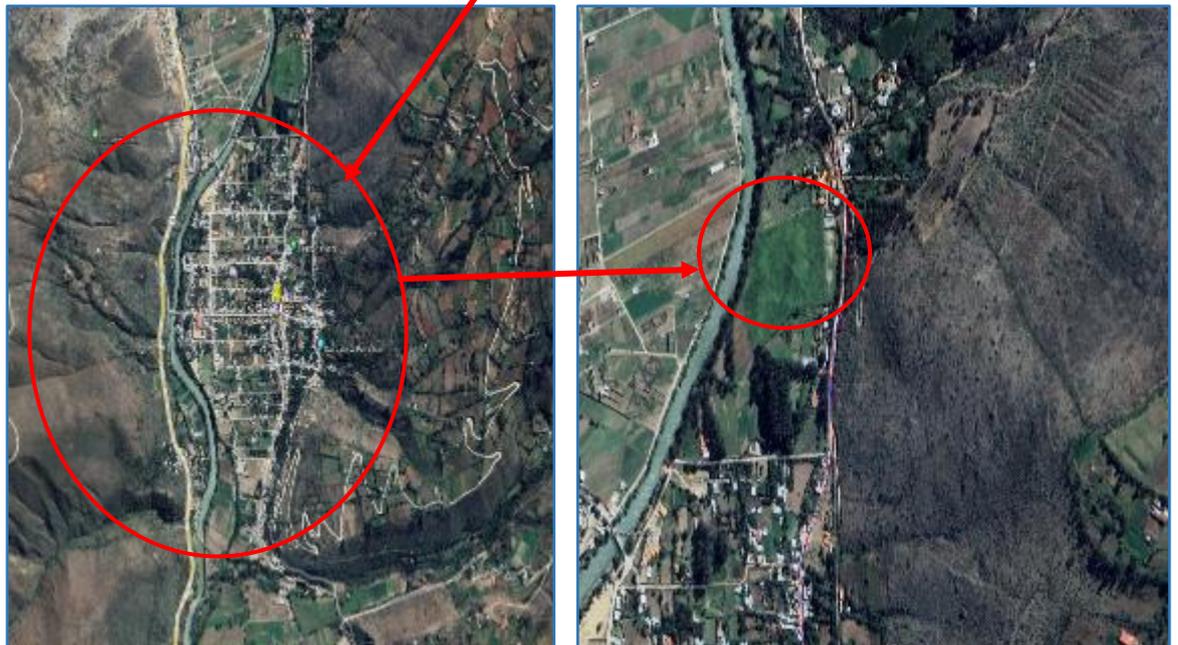
Figura 3

Micro localización



DISTRITO: Tomaykichwa

AREA DE INTERVENCION: Botadero de Kichki



Nota: Google Earth ubicación del área de investigación.

ACCESO

La región de Tomayquichwa se halla en las coordenadas este de 367088. 55 metros y al norte de 8885755. 12 metros, perteneciendo al Departamento de Huánuco, en la Provincia de Ambo.

Para realizar las actividades correspondientes a la investigación en curso, es fundamental tener acceso a este lugar.

El trayecto hacia el punto de estudio se realiza mediante la carretera principal que inicia en la ciudad de Huánuco, requiriendo cerca de 60 minutos para cubrir una distancia de 20 kilómetros hasta el área de análisis.

Tabla 5

Tiempos y distancias de Huánuco a botadero de kichki

DE	A	CAMINO DE ACCESO	DISTANCIA	TIEMPO DE RECORRIDO	TIPO DE MEDIO DE COMUNICACIÓN
Huánuco	Tomayquichwa – Kichki	Carretera Central	20 km	40 min	Auto y/o camioneta

Nota: Tiempos y distancias.

COORDENADAS UTM

Tabla 6

Coordenadas Huánuco

HUÁNUCO						
Grados Decimales		Grados, Minutos y Segundos			UTM	
Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Zona	Este	Norte
-	-					
9.928868°	76.239310°	9°55'43.90"S	76°14'21.18"O	18 L	364147.81 m E	8902197.84 m S

ALTURA: 1931.00 m. s. n. m.

Nota: Google Earth

Tabla 7

Coordenadas Tomayquichwa

TOMAYKICHWA						
Grados Decimales		Grados, Minutos y Segundos			UTM	
Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Zona	Este	Norte
-	-					
10.077668°	-76.212969°	10° 4'39.59"S	76°12'46.72"O	18 L	367089.55 m E	8885758.12 m S

ALTURA: 2028.00 m. s. n. m.

Nota: Google Earth

RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

El estudio realizado se enfoca en el basurero de Kichki, ubicado en el área de Tomayquichwa. La vía de entrada está pavimentada y presenta un ancho de entre 3.00 y 4.00 metros.

El área de análisis se clasifica de acuerdo a su orografía, con el sitio del vertedero de Kichki que oscila entre plano y ligeramente ondulado. Se reconoció el terreno conforme a la clasificación topográfica, de acuerdo con el manual de suelos y caminos DG-2014 en la página 14.

Tabla 8

Localización del botadero de Kichki

BOTADERO DE KICHKI						
Grados Decimales		Grados, Minutos y Segundos			UTM	
Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Zona	Este	Norte
-	-	10°	76°12'41.46"O	18 L	367245.00	8886506.00
10.070896°	76.211517°	4'15.24"S			m E	m

ALTURA: 2028.00 m. s. n. m.

Nota: Google Earth

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. TÉCNICA

En el estudio que se presenta llegó a usarse como técnica de la observación.

Observación

Implica reunir toda la información que sea factible, tanto en el lugar de estudio como en el laboratorio, a través de una observación sistemática en el sitio para facilitar los hallazgos del estudio.

Caracterización de lixiviado

Se llevaron a cabo diez análisis del suelo lixiviado, y también se definieron los factores químicos, físicos y biológicos.

La recolección de muestras del suelo lixiviado se llevó a cabo debido a los residuos en descomposición que se acumulan en el botadero

de Kichki, donde se almacenan los desechos. Durante la temporada de lluvias, el agua se vierte directamente sobre los residuos, provocando su descomposición y dando lugar a lixiviados que se filtran en el suelo, lo que lo hace infértil y muy contaminado.

En el botadero, se tomaron cinco muestras de suelo lixiviado de distintos lugares; estas muestras fueron recolectadas con el objetivo de realizar un monitoreo. Además, fue la primera vez que se obtuvieron muestras en el botadero para evaluar la contaminación del suelo ocasionada por los lixiviados, buscando así identificar el alcance de los contaminantes en el suelo del botadero de Kichki.

Determinación de los parámetros físico, químico y biológico

Para reunir la información sobre los aspectos físicos, químicos y biológicos, se decidió mandar una muestra del botadero de Kichki, que servirá como control para evaluar el nivel de contaminación del terreno. Además, se enviarán las demás muestras, pero esta vez con el porcentaje correspondiente del tratamiento que incluye ceniza de madera y ceniza de bagazo.

Obtención de los componentes de tratamiento

Ceniza de madera

Para conseguir la ceniza de madera, se juntaron los desechos de las carpinterías en el área de Tomayquichwa en la provincia de Ambo. Las maderas fueron metidas en un horno donde se transformaron en ceniza a una temperatura cercana a los 280 grados Celsius.

Ceniza de bagazo

Para la obtención de ceniza a partir del bagazo, se realizó la recolección en la hacienda Cachigaga, situada en las pampas del distrito de Tomayquichwa en la provincia de Ambo. Esta hacienda opera como una agroindustria que se dedica a la extracción del jugo de caña de azúcar, procesándolo en néctar, miel y aguardiente. El bagazo, que es uno de los subproductos resultantes, se utiliza también como fuente de energía y para la fumigación en la misma hacienda. En este sentido, el

bagazo fue introducido en un horno de la hacienda para ser transformado en ceniza a una temperatura cercana a los 280°C.

Etapas Pre – experimental

En la etapa preexperimental dentro de esta se encontró el proceso de duración cuatro días.

- A.** Proceso de verificación de terreno (botadero de Kichki).
- B.** Visita a la carpintería de igual manera visita a la hacienda Cachigaga para verificar la madera y bagazo.
 - Madera (30 días de acumulado)
 - Bagazo (7 días de acumulado).
- C.** Convertir la madera y el bagazo en ceniza en el horno de un aproximado de temperatura 280°C.
 - 5kg. de ceniza de madera
 - 5kg. de ceniza de bagazo
- D.** Recolección de muestras en el botadero Kichki.
 - Excavación de 1m, en 5 puntos dentro del botadero.
 - En cada punto tener 10kg en total sería 50 kg divididos en 10 muestras cada recipiente obtuvo 5kg de suelo lixiviado. 5 con tratamiento de ceniza de madera, 5 con tratamiento de ceniza de bagazo.
- E.** Desinfección de recipientes para el experimento:
 - 10 baldes de 8L.
 - Etiqueta de muestras según sus %.

Etapas experimental

Duración de experimentó 20 días, inmediatamente después de la etapa preexperimental.

Para ejecutar el proyecto:

1. Relleno de fichas de registro

2. Colocación de tratamiento de suelo lixiviado con ceniza de madera en 5 recipientes con sus etiquetas correspondientes:
 - Suelo lixiviado 5kg + 10% (0.5 kg) de ceniza de madera.
 - Suelo lixiviado 5kg + 15% (0.75 kg) de ceniza de madera.
 - Suelo lixiviado 5kg + 20% (1kg) de ceniza de madera.
 - Suelo lixiviado 5kg + 25% (1.25 kg) de ceniza de madera.
 - Suelo lixiviado 5kg + 30% (1.5 kg) de ceniza de madera.
3. Colocación de tratamiento de suelo lixiviado con ceniza de bagazo en 5 recipientes con sus etiquetas correspondientes:
 - Suelo lixiviado 5kg + 10% (0.5 kg) de ceniza de bagazo.
 - Suelo lixiviado 5kg + 15% (0.75 kg) de ceniza de bagazo.
 - Suelo lixiviado 5kg + 20% (1kg) de ceniza de bagazo.
 - Suelo lixiviado 5kg + 25% (1.25 kg) de ceniza de bagazo.
 - Suelo lixiviado 5kg + 30% (1.5 kg) de ceniza de bagazo.
4. Después de 20 días se recolecto las 10 muestras de cada embace, para luego llevarlos al laboratorio.
5. Por último, los análisis de los 10 tratamientos se comparan entre sí, para saber quién tiene más eficacia en el tratamiento al suelo.

3.3.2. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

“Eficacia Remediadora de la ceniza de madera y ceniza de bagazo (*Saccharum officinarum*) en la capacidad orgánica del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa - Ambo - Huánuco”

Tabla 9

Técnicas e instrumentos

VARIABLE	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS O RECURSOS
Remediación	Ceniza de (madera y bagazo)	Observación	<ul style="list-style-type: none"> - Ficha de seguimiento de la unidad de tratamiento. - Ficha de seguimiento de la unidad de análisis. - Hoja de condiciones de laboratorio de bioensayo. - Ficha de análisis de muestras en laboratorio.
Suelos lixiviados	Parámetros: (pH, nutrientes)	Ficha de observación	<ul style="list-style-type: none"> - Cinta métrica - Balanza - Bolsa para muestra de suelo - Espátula metálica

Nota: Minam 2014

3.3.3. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

De acuerdo con la Guía para el muestreo de suelos (MINAM,2014).

Consideraciones generales

Se reconocieron las zonas con una repartición parecida de los grados de contaminación (zonas con daños específicos y zonas con

daños sospechosos no determinados), diferenciándose de las zonas con pruebas concretas.

Así, las acciones se orientaron hacia las zonas donde hay un elevado nivel de duda o posibilidad de que haya contaminantes y donde la variabilidad en su distribución es más considerable.

Puntos de muestreo

Un punto de muestreo se refiere al sitio geográficamente específico que se va a analizar, ya sea en la parte superior o en las capas más profundas.

En el caso de que la zona afectada por la contaminación sea cuadrada o rectangular, la cantidad de muestras y su disposición incluirá una muestra cercana a los bordes y otra en el centro, sumando un total de cinco muestras.

Figura 4

Puntos de extracción de muestras



Nota: Guía para muestreo de suelos

Consideraciones generales para el muestreo de suelos

La recogida de muestras consiste en obtener una porción representativa que posibilita evaluar la composición del suelo en cuestión, identificándose la muestra como una parte representativa que posee las mismas cualidades o atributos del material. Se enviará al laboratorio para preparar las muestras elegidas para el análisis según los objetivos definidos.

Para muestras de identificación

Es aquel que tiene como objetivo determinar si el terreno está afectado por contaminantes. Se interpretará que cualquier mención al muestreo exploratorio D. S. N°002-2013-MINAM se refiere al muestreo para identificación. Para la recolección de muestras en este proyecto, se llevó a cabo una excavación a unos 1 metros de profundidad. Este método es bastante sencillo, veloz de implementar y rentable, considerando la cantidad de tierra que se puede obtener mediante esta técnica.

Manejo de las muestras:

Materiales para guardar y transportar muestras

Las propiedades del recipiente tienen que ser adecuadas para el tipo de terreno y los contaminantes que se examinan, además debe ser resistente, evitando reacciones químicas con la muestra y/o pérdida por evaporación.

Siempre que sea posible, se debe reducir al máximo el empleo de productos químicos para conservar las muestras de suelo, a menos que las técnicas lo sugieran.

Para mantener su conservación, debe ser almacenado en lugares frescos (4-6 ° C), prestando atención a los contaminantes orgánicos.

El volumen del recipiente necesita ser prácticamente idéntico al de la muestra para reducir al mínimo el espacio desocupado.

Etiquetado

Las etiquetas deben colocarse en un sitio que sea fácilmente visible y no exceder el espacio asignado; asimismo, deben fijarse correctamente para evitar cualquier pérdida.

La etiqueta asociada con la muestra necesita contener al menos la siguiente información: un código único o identificador, el lugar de recolección, el nombre del proyecto, la fecha y hora en que se realizó la toma de muestra, el nombre de la empresa, y las iniciales del muestreo.

Ficha de muestreo

Un informe que agrupa los datos obtenidos en el terreno, abarcando el método de muestreo, la condición del sitio de muestreo y una explicación de las muestras recolectadas.

Cadena de custodia

Los documentos de cadena de custodia deben dominar al menos:

Identificación de la compañía y la persona encargada del muestreo, información de la ubicación (coordenadas UTM).

- La fecha y hora del muestreo.
- Nombre del laboratorio que recibe las muestras.
- Los análisis o la determinación requerida.
- El número de envases.
- Observaciones.

Identificación a los remitentes y destinatarios en cada etapa del envío, incluida la fecha y la hora.

Condiciones de seguridad de las muestras

Tener en cuenta el pretratamiento de la muestra en el sitio. Los traslados de muestras deben realizarse con cuidado para prevenir cualquier daño, por lo que es fundamental embalarlas de tal forma que sus contenedores no se desplacen durante el transporte.

Las muestras que necesiten ciertos requisitos de temperatura y conservación deben ser trasladadas en contenedores apropiados. La prueba tiene que ser entregada al laboratorio dentro del periodo recomendado.

Para garantizar la protección y limpieza al manipular las muestras, es crucial tener guantes de látex tipo K, agua purificada, gafas de seguridad, toallas desechables, mascarillas contra el polvo y ropa adecuada. Utilice etiquetas, marcadores permanentes, cinta adhesiva y bolígrafos.

Las muestras con sellos rotos no deben analizarse.

Medidas de seguridad ocupacional durante el muestreo

Las medidas que se tomaron fueron el uso de equipo de protección personal:

- Botas
- Guantes
- Casco
- Guardapolvo
- Lentes
- Mascarilla

Evitar la exposición a peligros físicos durante las operaciones de muestreo y/o el uso de equipo, Exposición a bacterias por los residuos.

Para la presentación de datos

La utilización de gráficos y tablas para el análisis estadístico propuesto, así como la revisión de la narrativa del trabajo científico para entender los hallazgos, contribuirán a la discusión y a las conclusiones de la investigación.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Los hallazgos de los estudios observacionales son organizados en una hoja de cálculo de Excel 2019, utilizando el programa SPSS versión 24; donde se incluirán tablas y distintos gráficos según se requiera. Además, estos softwares serán utilizados para verificar las hipótesis, a través de estadísticas descriptivas que faciliten el análisis exploratorio de los datos, que es el objetivo del actual proyecto de investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 10

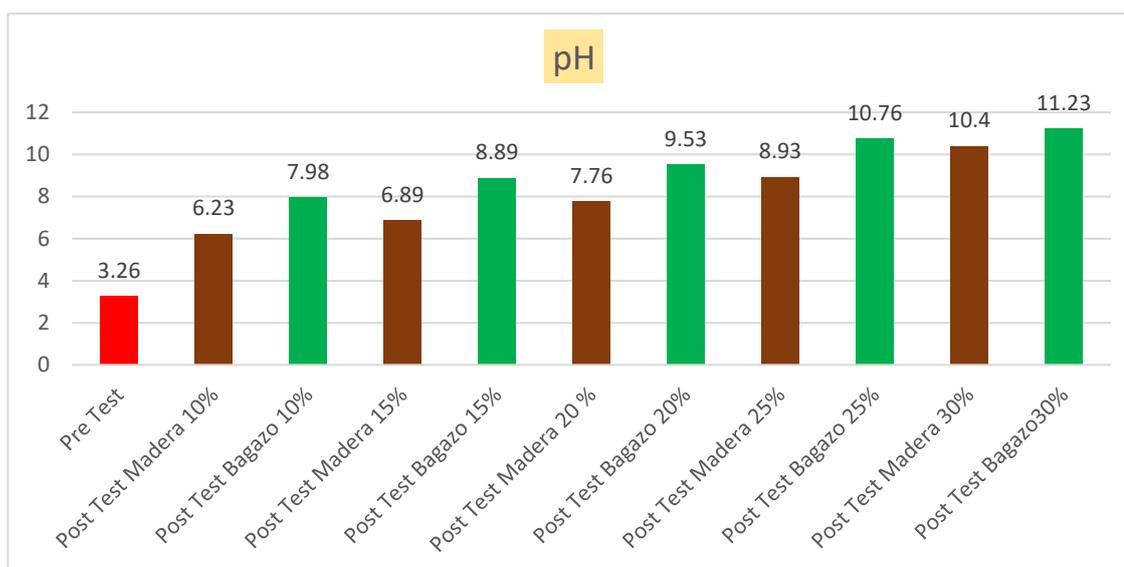
Resultados por porcentajes del pH de la ceniza madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*). En la capacidad orgánica del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa-Ambo-Huánuco.

Medición	Estándar de suelo agrícola	porcentaje	pH
Pre Test		0	3.26
Post Test Madera		10%	6.23
Post Test Bagazo		10%	7.98
Post Test Madera		15%	6.89
Post Test Bagazo		15%	8.89
Post Test Madera	6,3 a 7 (Cole Parmer, 2021).	20%	7.76
Post Test Bagazo		20%	9.53
Post Test Madera		25%	8.93
Post Test Bagazo		25%	10.76
Post Test Madera		30%	10.4
Post Test Bagazo		30%	11.23

Nota. Datos procesados con el microsoft Excel.

Figura 5

Descripción del pH en el suelo afectado por lixiviado antes y después de la recuperación con ceniza de madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*).



Nota. Descriptivamente, en la tabla y la figura, se observa que lo más óptimo en la concentración del pH, del tratamiento de la ceniza de madera de 15 % y del tratamiento con bagazo del 10%, ambos casos se hubo una mejora en la capacidad orgánica del suelo.

Tabla 11

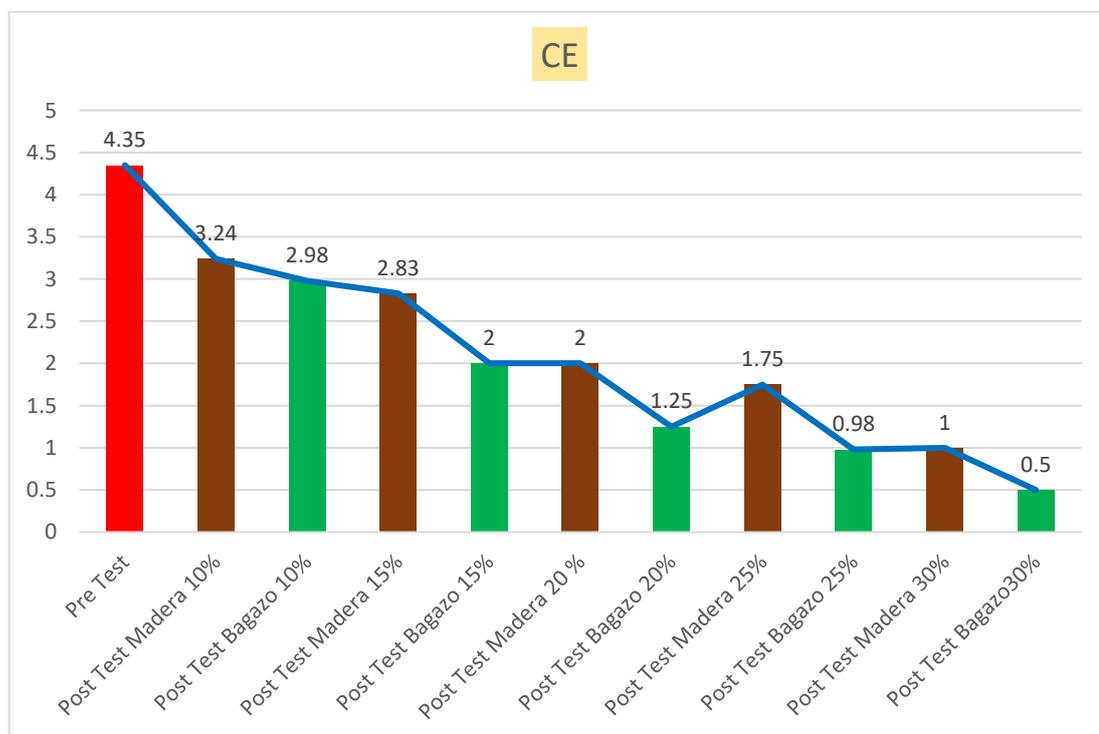
Resultados por porcentajes de conductividad eléctrica (CE) de la ceniza madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*). En la capacidad orgánica del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa-Ambo-Huánuco.

Medición	Estándar de suelo agrícola	porcentaje	CE
Pre Test		0	4.35
Post Test Madera		10%	3.24
Post Test Bagazo		10%	2.98
Post Test Madera		15%	2.83
Post Test Bagazo		15%	2
Post Test Madera	0,8 – 3.0 mS/cm (Rotoplas, 2022)	20%	2
Post Test Bagazo		20%	1.25
Post Test Madera		25%	1.75
Post Test Bagazo		25%	0.98
Post Test Madera		30%	1
Post Test Bagazo		30%	0.5

Nota. Datos procesados con el microsoft Excel.

Figura 6

Descripción de conductividad eléctrica (CE) en el suelo afectado por lixiviado antes y después de la recuperación con ceniza de madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*).



Nota. Descriptivamente, en la tabla y la figura, se observa que lo más óptimo en la concentración de conductividad eléctrica (CE), del tratamiento de la ceniza de bagazo del 25% y del tratamiento con ceniza de madera del 30%, ambos casos se hubo una mejora en la capacidad orgánica del suelo.

Tabla 12

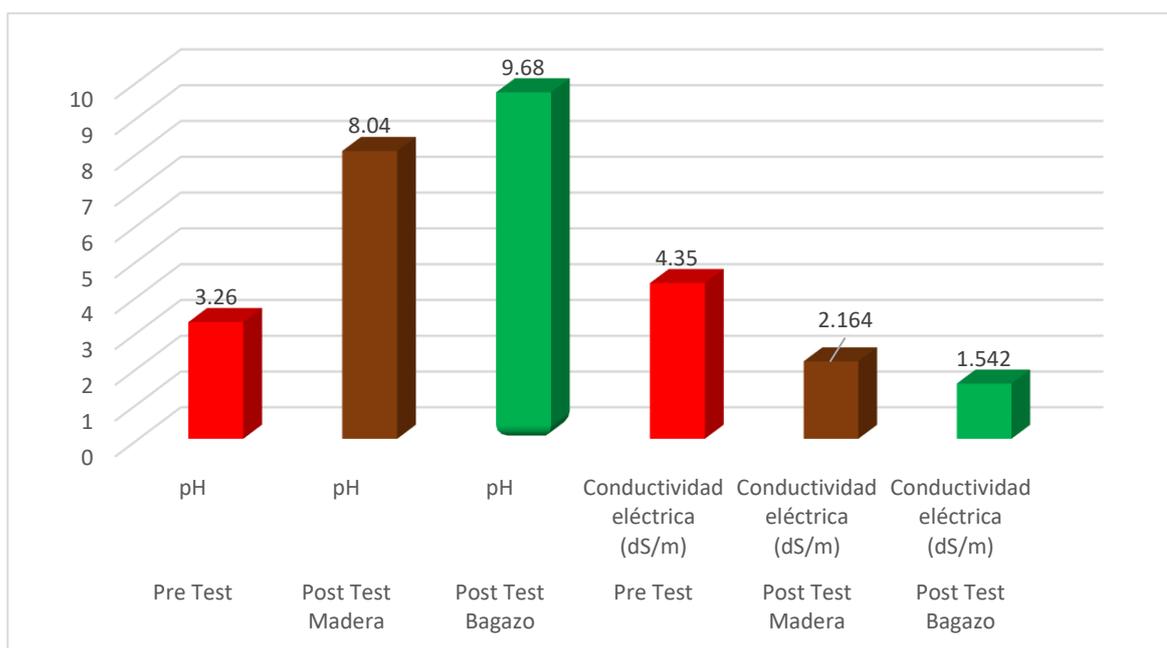
Resultados de la ceniza madera y ceniza de bagazo (Saccharum Officinarum). En la capacidad orgánica del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa-Ambo-Huánuco.

Medición	Variable	Promedio	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
Pre Test	Ph	3.26	0.00	3.26	3.26
Post Test Madera	Ph	8.04	0.74	5.98	10.10
Post Test Bagazo	pH	9.68	0.60	8.02	11.33
Pre Test	Conductividad eléctrica	4.35	0.00	4.35	4.35
Post Test Madera	Conductividad eléctrica	2.164	0.390	1.25	3.26
Post Test Bagazo	Conductividad eléctrica	1.542	0.433	0.68	3.04

Nota. Datos procesados con el software SPSS versión 26

Figura 7

Eficacia remediadora de la ceniza madera y ceniza de bagazo (Saccharum Officinarum). en la capacidad orgánica del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa-Ambo-Huánuco.



Nota. Datos obtenidos en campo

La tabla y la ilustración anterior señalan que con la ceniza de bagazo hubo un mayor incremento en los valores del pH y la conductividad eléctrica, con respecto a sus respectivos pre test, hubo aminoración con la ceniza de bagazo.

Tabla 13

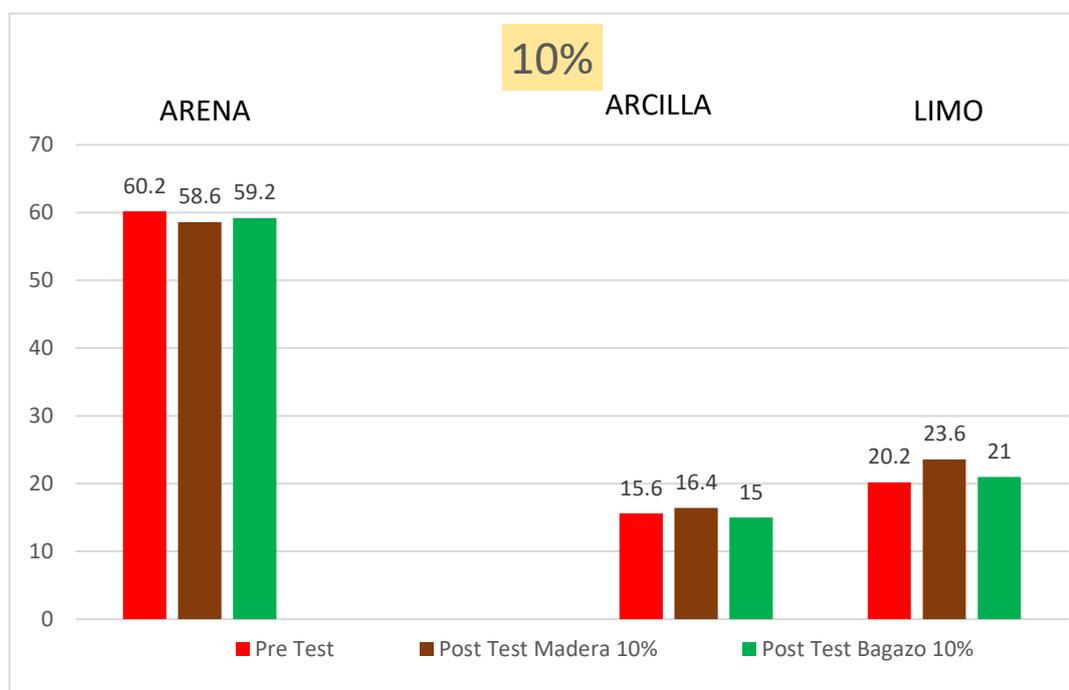
Resultados por porcentajes de Textura (Arena, Arcilla y Limo) de la ceniza madera y ceniza de bagazo (Saccharum Officinarum), en los parámetros físicos del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa-Ambo.

Medición	Estándar de suelo agrícola	porcentaje	Arena	Arcilla	Limo
Pre Test		0	60.2	15.6	20.2
Post Test Madera	Arena 40 – 60 %	10%	58.6	16.4	23.6
Post Test Bagazo		10%	59.2	15	21
Post Test Madera	Arcilla 20 – 40 %	15%	57	17.7	22.5
Post Test Bagazo		15%	58.4	16	23.6
Post Test Madera		20%	56.7	17.6	25
Post Test Bagazo	Limo 10 – 30 %	20%	56	17.4	25
Post Test Madera		25%	56	19.2	25.8
Post Test Bagazo		25%	54	19	27
Post Test Madera		30%	55.4	19	27.6
Post Test Bagazo		30%	52	19	29

Nota. Datos procesados con el microsoft Excel.

Figura 8

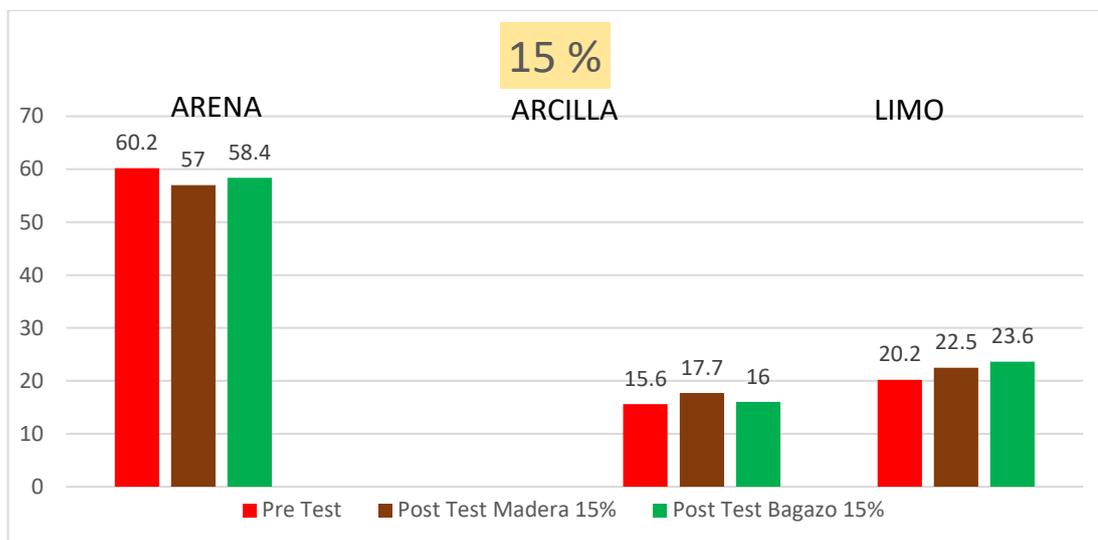
Descripción de Textura con el porcentaje de 10% (Arena, Arcilla y Limo), en el suelo afectado por lixiviado antes y después de la recuperación con ceniza de madera y ceniza de bagazo (Saccharum Officinarum).



Nota. Descriptivamente, en la tabla y la figura, se observa que lo más óptimo en la concentración de textura, del tratamiento que se asemejan a los datos y en ambos casos hubo una mejora en la capacidad orgánica del suelo.

Figura 9

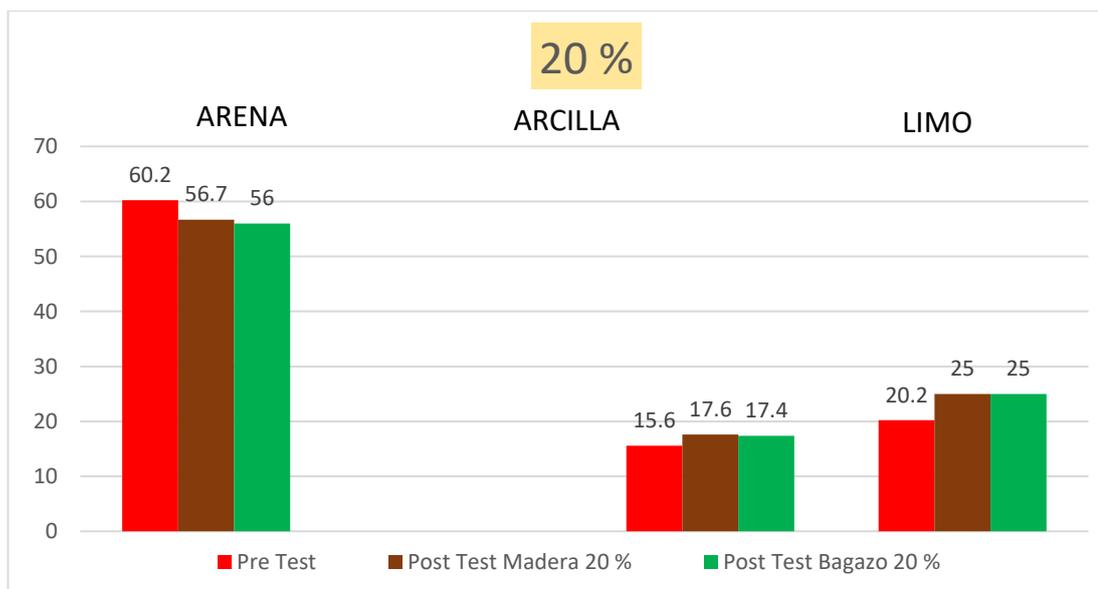
Descripción de Textura con el porcentaje de 15% (Arena, Arcilla y Limo), en el suelo afectado por lixiviado antes y después de la recuperación con ceniza de madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*).



Nota. Descriptivamente, en la tabla y la figura, se observa que lo más óptimo en la concentración de textura, del tratamiento que se asemejan a los datos, en ambos casos hubo una mejora en la capacidad orgánica del suelo.

Figura 10

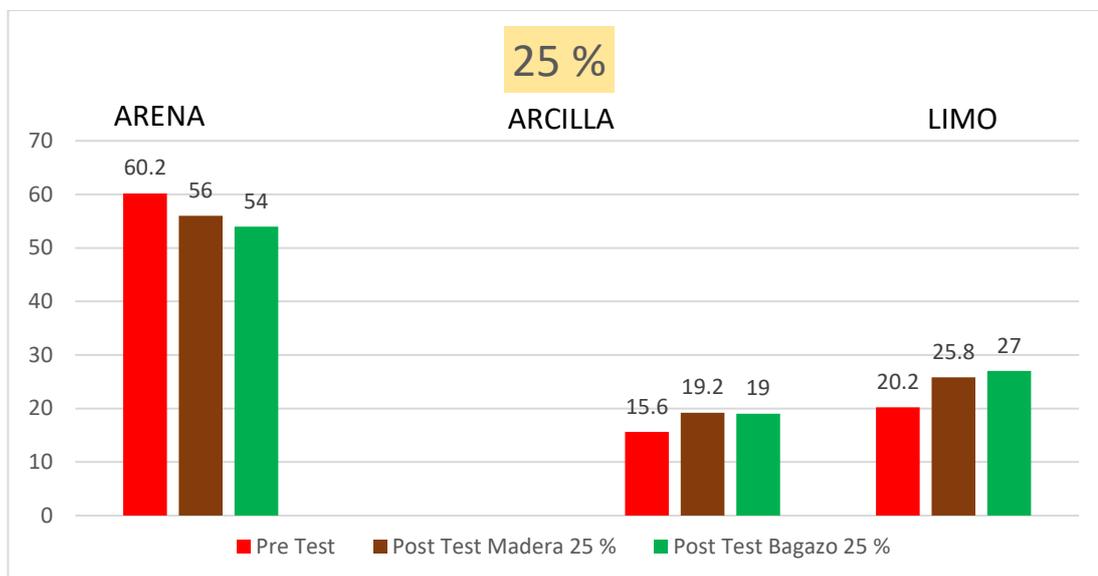
Descripción de Textura con el porcentaje de 20% (Arena, Arcilla y Limo), en el suelo afectado por lixiviado antes y después de la recuperación con ceniza de madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*).



Nota. Descriptivamente, en la tabla y la figura, se observa que lo más óptimo en la concentración de textura, del tratamiento que se asemejan a los datos y en ambos casos hubo una mejora en la capacidad orgánica del suelo.

Figura 11

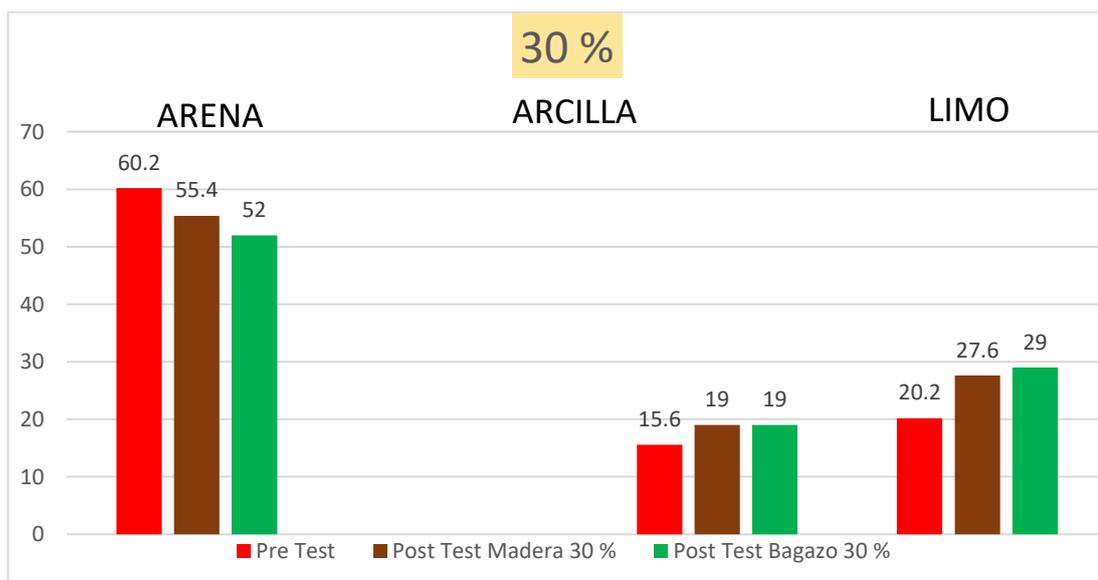
Descripción de Textura con el porcentaje de 25% (Arena, Arcilla y Limo), en el suelo afectado por lixiviado antes y después de la recuperación con ceniza de madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*).



Nota. Descriptivamente, en la tabla y la figura, se observa que lo más óptimo en la concentración de textura, del tratamiento que se asemejan a los datos y en ambos casos hubo una mejora en la capacidad orgánica del suelo.

Figura 12

Descripción de Textura con el porcentaje de 30% (Arena, Arcilla y Limo), en el suelo afectado por lixiviado antes y después de la recuperación con ceniza de madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*).



Nota. Descriptivamente, en la tabla y la figura, se observa que lo más óptimo en la concentración de textura, del tratamiento que se asemejan a los datos y en ambos casos hubo una mejora en la capacidad orgánica del suelo.

Tabla 14

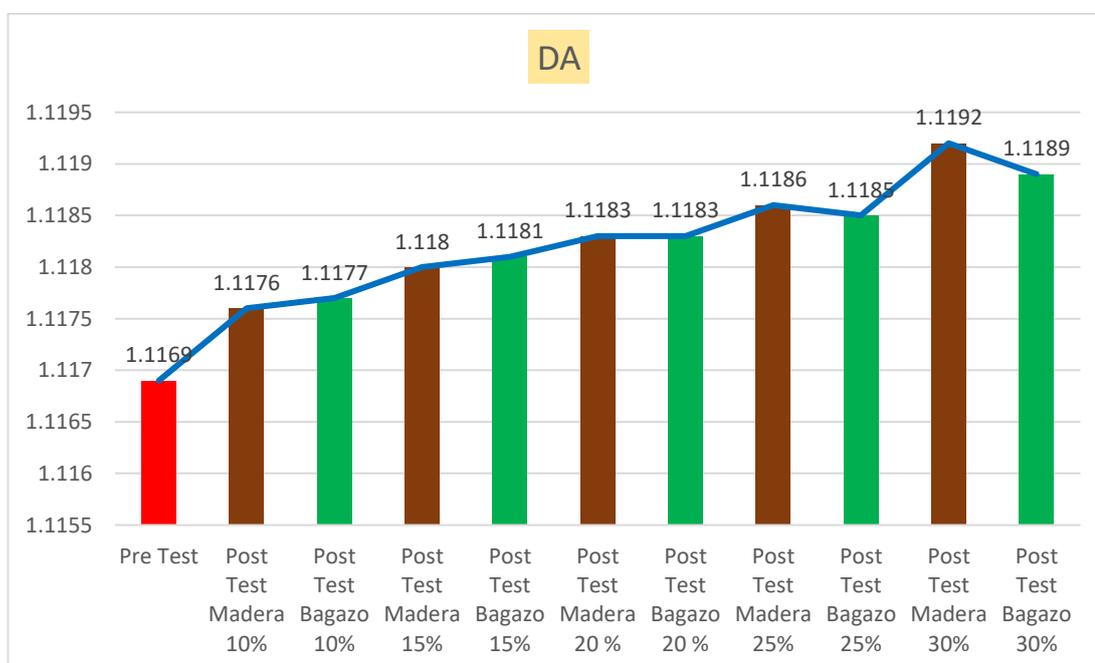
Resultados por porcentajes de densidad aparente (DA) de la ceniza madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*). en los parámetros físicos del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa-Ambo.

Medición	Estándar de suelo agrícola	porcentaje	DA
Pre Test		0	1.1169
Post Test Madera		10%	1.1176
Post Test Bagazo		10%	1.1177
Post Test Madera		15%	1.118
Post Test Bagazo		15%	1.1181
Post Test Madera	1,0 – 1,2 g/cc	20%	1.1183
Post Test Bagazo		20%	1.1183
Post Test Madera		25%	1.1186
Post Test Bagazo		25%	1.1185
Post Test Madera		30%	1.1192
Post Test Bagazo		30%	1.1189

Nota. Datos procesados con el microsoft Excel.

Figura 13

Descripción de porcentaje de densidad aparente (DA), en el suelo afectado por lixiviado antes y después de la recuperación con ceniza de madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*).



Nota. Descriptivamente, en la tabla y la figura, se observa que hubo un pequeño incremento que no sobrepasa el estándar del suelo agrícola, del tratamiento con ceniza de madera más alto fue del 30% al igual del tratamiento del 30% con ceniza de bagazo ambos casos se mantienen dentro del estándar del suelo agrícola.

Tabla 15

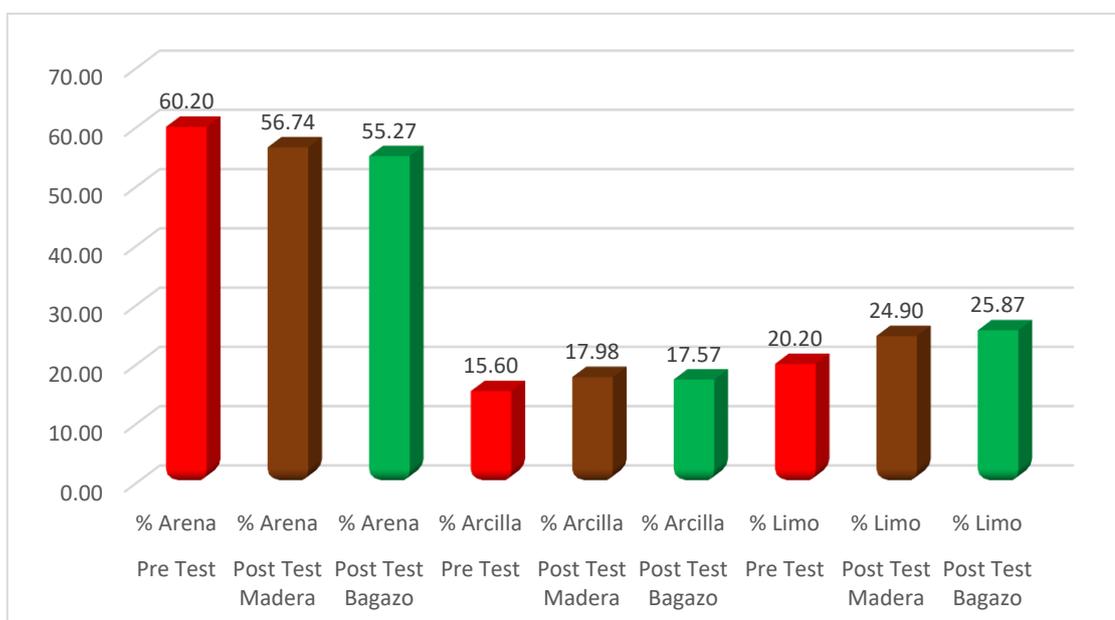
Resultados de la ceniza madera y ceniza de bagazo (Saccharum Officinarum). en los parámetros físicos del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa-Ambo.

Medición	Variable	Promedio	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
Pre Test	% Arena	60.20	0.00	60.20	60.20
Post Test Madera	% Arena	56.74	0.54	55.24	58.24
Post Test Bagazo	% Arena	55.27	1.28	51.99	58.54
Pre Test	% Arcilla	15.60	0.00	15.60	15.60
Post Test Madera	% Arcilla	17.98	0.51	16.56	19.40
Post Test Bagazo	% Arcilla	17.57	0.71	15.73	19.40
Pre Test	% Limo	20.20	20.20	20.20	20.20
Post Test Madera	% Limo	24.90	0.88	22.45	27.35
Post Test Bagazo	% Limo	25.87	1.29	22.55	29.18
Pre Test	Densidad aparente	1,1169	0.00	1,1169	1,1169
Post Test Madera	Densidad aparente	1,1183	2.71	1,1175	1,1190
Post Test Bagazo	Densidad aparente	1,1183	2.04	1,1178	1,1188

Nota. Datos procesados con el software SPSS versión 26.

Figura 14

Resultados de la ceniza madera y ceniza de bagazo (Saccharum Officinarum). en los parámetros físicos del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa-Ambo

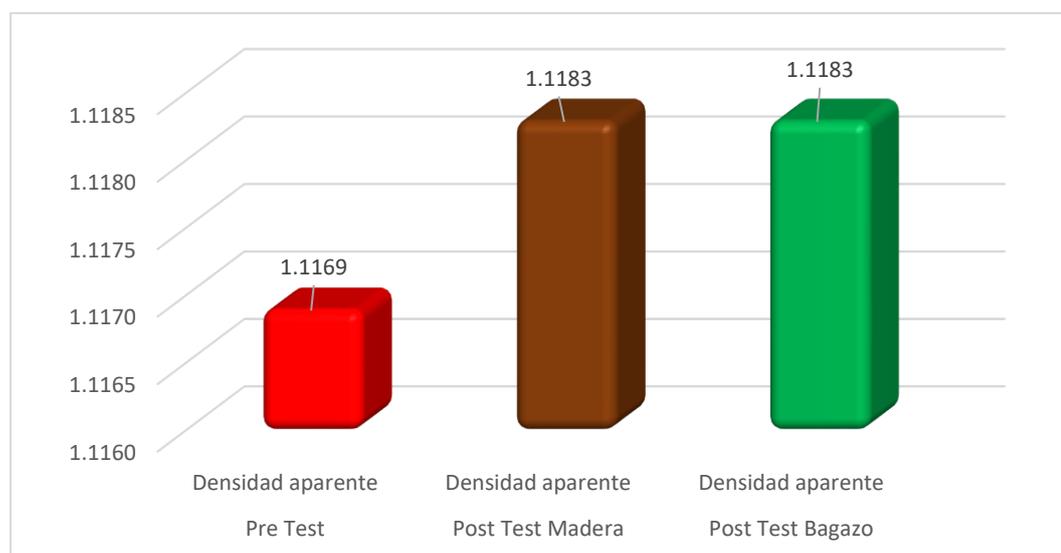


Nota. Datos obtenidos en campo

Los resultados de la tabla y figura señalan que, en cada uno de los indicadores físicos evaluados con la ceniza de madera y ceniza de bagazo, se obtienen valores semejantes.

Figura 15

Resultados de la ceniza madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*), en los parámetros físicos del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa-Ambo.



Nota. Datos obtenidos en campo

Los resultados de la tabla y figura señalan que, en cada uno de los indicadores físicos evaluados con la madera y bagazo, se obtienen valores semejantes con un pequeño crecimiento.

Tabla 16

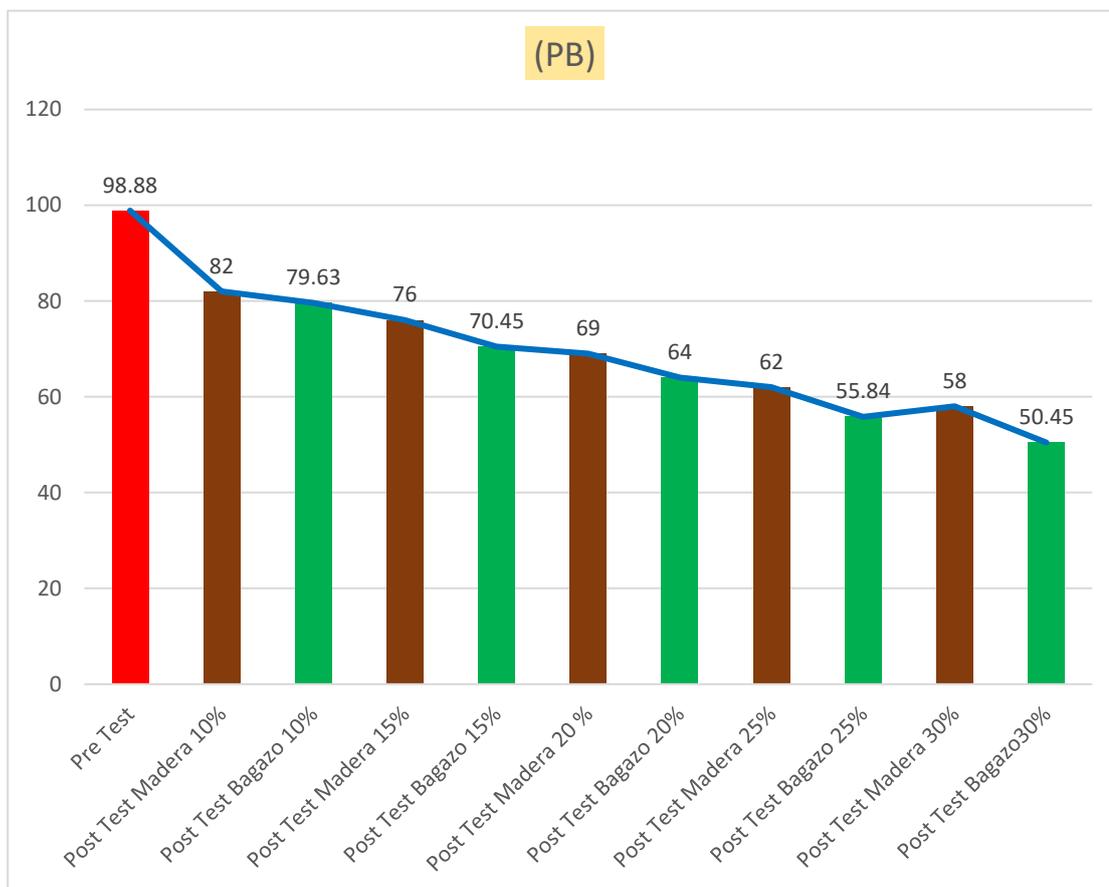
Resultados por porcentajes del plomo (Pb) de la ceniza madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*), en los parámetros químico del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa-Ambo.

Medición	Estándar de suelo agrícola	porcentaje	Promedio (Pb)
Pre Test	<70 (ECA, 2017)	0	98.88
Post Test Madera	<70 (ECA, 2017)	10%	82
Post Test Bagazo	<70 (ECA, 2017)	10%	79.63
Post Test Madera	<70 (ECA, 2017)	15%	76
Post Test Bagazo	<70 (ECA, 2017)	15%	70.45
Post Test Madera	<70 (ECA, 2017)	20%	69
Post Test Bagazo	<70 (ECA, 2017)	20%	64
Post Test Madera	<70 (ECA, 2017)	25%	62
Post Test Bagazo	<70 (ECA, 2017)	25%	55.84
Post Test Madera	<70 (ECA, 2017)	30%	58
Post Test Bagazo	<70 (ECA, 2017)	30%	50.45

Nota. Datos procesados con el microsoft Excel.

Figura 16

Resultados de la ceniza madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*). en el parámetro químico del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa-Ambo.



Nota. Descriptivamente, en la tabla y la figura, se observa que hubo una aminoración de plomo en el suelo lixiviado, con el tratamiento del 30% de ceniza de bagazo que fue el más bajo al igual del tratamiento del 30% con ceniza de madera ambos casos se mantienen dentro del estándar del suelo agrícola.

Tabla 17

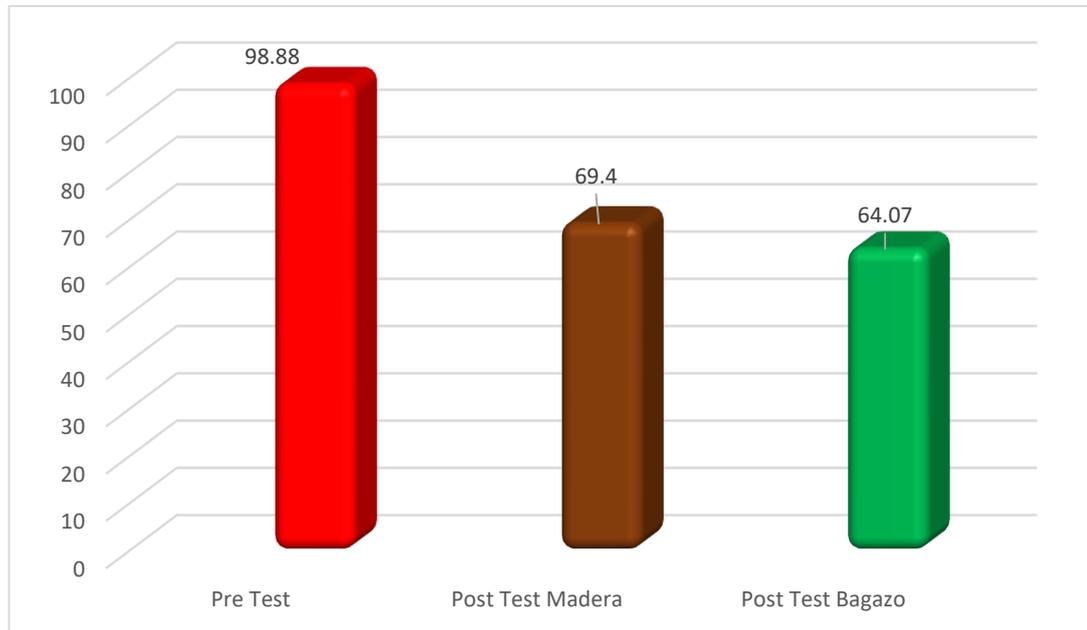
Comportamiento de la ceniza madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*). en la concentración de plomo en el parámetro químico en el suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa-Ambo-Huánuco.

Medición	Promedio (Pb)	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
Pre Test	98.88	0	98.88	98.88
Post Test Madera	69.4	3.92	59.43	84.07
Post Test Bagazo	64.07	4.99	52.24	80.56

Nota. Datos obtenidos en campo

Figura 17

Comportamiento de la ceniza madera y ceniza de bagazo (Saccharum Officinarum). en la concentración de plomo en el parámetro químico en el suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa-Ambo-Huánuco.



Nota. Datos obtenidos en campo

Los resultados indican que con el uso de la ceniza de bagazo ha aminorado la concentración de plomo (desde 98.88 a 64.07ppm) más considerablemente que con el uso de la ceniza de madera (desde 98.88 hasta 69.4 ppm), pero ambas cenizas fueron eficaces para el suelo lixiviado.

Tabla 18*Prueba de normalidad de los datos*

Grupo	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Arena	0.215	5	,200*	0.955	5	0.774
	0.196	5	,200*	0.951	5	0.742
Arcilla	0.213	5	,200*	0.921	5	0.539
	0.232	5	,200*	0.896	5	0.389
Limo	0.145	5	,200*	0.988	5	0.972
	0.129	5	,200*	0.994	5	0.992
Densidad Aparente	0.134	5	,200*	0.992	5	0.985
	0.128	5	,200*	0.994	5	0.992
Cond. Eléctrica	0.182	5	,200*	0.981	5	0.940
	0.189	5	,200*	0.983	5	0.951
pH	0.167	5	,200*	0.965	5	0.843
	0.192	5	,200*	0.960	5	0.806
Plomo	0.206	5	,200*	0.934	5	0.621
	0.196	5	,200*	0.927	5	0.575

Nota. Datos obtenidos en campo

Con la prueba de Kolmogorov-Smirnov se tiene que los datos siguen una distribución normal, lo mismo se demuestra con la prueba de Shapiro-Wilk. Esto se concluye debido a que se ha obtenido un p-valor superior a 0.05 o 5%, que es el valor convencional para esta prueba de hipótesis. Entonces, por lo anterior, se puede usar una prueba estadística paramétrica para el análisis de los datos.

4.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS Y CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

H1: La remediación con ceniza de madera y con ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*) es eficaz en la mejora de la capacidad orgánica del suelo lixiviado del Botadero de Kichki, Tomayquichwa - Ambo - Huánuco.

Ho: La remediación con ceniza de madera y con ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*) no es eficaz en la mejora de la capacidad orgánica del suelo lixiviado del Botadero de Kichki, Tomayquichwa - Ambo - Huánuco.

Nivel de significancia: 5% (0.05)

Tabla 19

Prueba de hipótesis con t de Student para muestras relacionadas

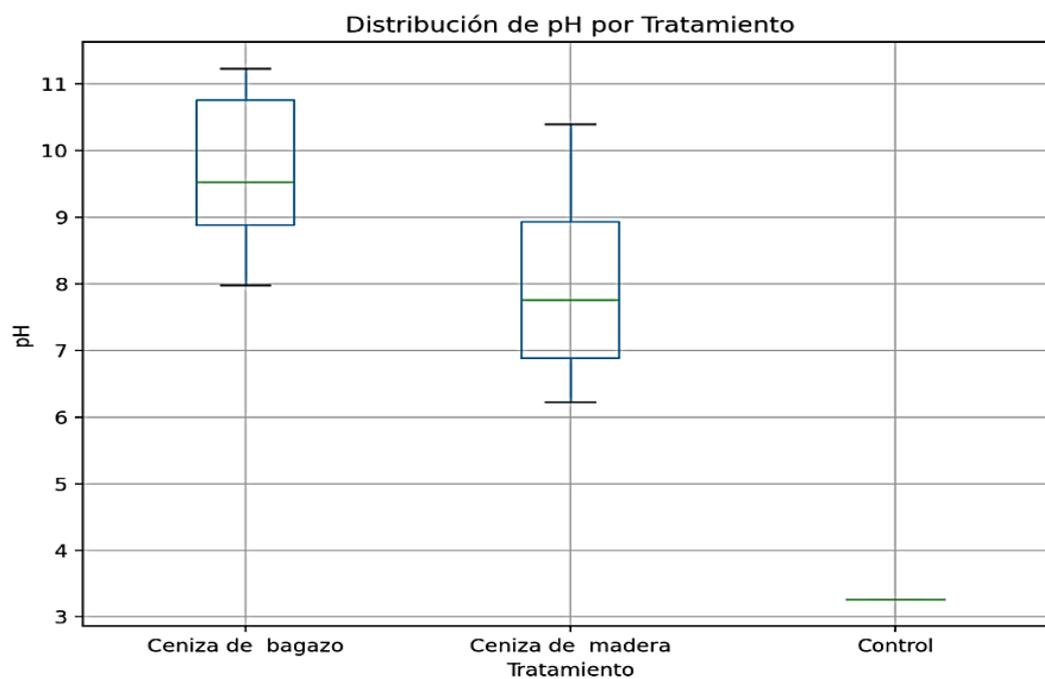
	pH				
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Ceniza de madera vs medida de control	34.035	2	16.542	10.243	0.0471
Ceniza de bagazo vs medida de control	48.051	2	15.784	7.7601	0.0114

Nota. Datos obtenidos en campo, Prueba estadística con la t de Student.

La prueba indica que existe diferencia entre los resultados al usar la ceniza de madera con la medida de control 0.0471 y la ceniza de bagazo con la medida de control 0.0114, esto porque se ha obtenido un p-valor inferior a 0.05 (nivel de significancia) en cada uno de los indicadores estudiados del pH.

Figura 17

Analisis diferencial entre el comportamiento de la ceniza madera y ceniza de bagazo (Saccharum Officinarum). en la concentración de pH en el suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa-Ambo-Huánuco.



Nota. La figura muestra

Tabla 20

Prueba de hipótesis con t de Student para muestras relacionadas

Cond_Electrica CE					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Ceniza de madera vs Ceniza de bagazo	642.722	2	321.361	29.511	0.000

Nota. Datos obtenidos en campo, Prueba estadística con la t de Student.

La prueba indica que existe diferencia entre los resultados al usar la ceniza de madera y la ceniza de bagazo, esto porque se ha obtenido un p-valor inferior a 0.05 (nivel de significancia) en el indicador estudiado de conductividad eléctrica (0.000 respectivamente).

Tabla 21

Comparación de resultados

Indicador	Estándar de suelo agrícola	Pre test	Interpretación	Post test Madera	Post Test Bagazo	Interpretación
Arena	40 – 60 %	60.2	No cumple el estándar	56.74 (5,7%)	55.27 (8,1%)	Si cumple el estándar
Arcilla	20 – 40 %	15.6	No cumple el estándar	17.98 (15,2%)	17.57 (12,6%)	No cumple el estándar
Limo	10 – 30 %	20.2	Si cumple el estándar	24.90 (23,2%)	25.87 (28,0%)	Si cumple el estándar
Densidad aparente	1,0 – 1,2 g/cc	1.1169	Si cumple el estándar	1.1183 (0,125%)	1.1183 (0,125%)	Si cumple el estándar
pH	6 a 7 (Cole Parmer, 2021).	3.26	No cumple el estándar	8.04 (46,6%)	9.68 (96,9%)	No cumple el estándar
Cond. Eléctrica	0,8 – 3.0 mS/m (Rotoplas, 2022)	4.35	No cumple el estándar	2.164 (50,2%)	1.542 (64,5%)	Si cumple el estándar
Plomo	<70 (ECA, 201'	98.88	No cumple el estándar	69.4 (29,8%)	64.07 (35,2%)	Si cumple el estándar

Nota. Resultados obtenidos con SPSS

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Respecto al objetivo: Evaluar la eficacia remediadora de la ceniza de madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*) en la capacidad orgánica del suelo lixiviado del Botadero de Kichki, Tomayquichwa - Ambo – Huánuco. Los análisis efectuados revelaron que la ceniza de madera y la ceniza de bagazo lograron elevar el pH del suelo que había sido lixiviado. En la prueba inicial, el pH se registró en 3. 26, indicando que el suelo era excesivamente ácido por el lixiviado. Tras aplicar los tratamientos, se observó una mejora que superó el umbral para suelos agrícolas, convirtiéndose en un terreno alcalino; el tratamiento con ceniza de madera alcanzó un pH de 8. 04 (46,6%) y el tratamiento con ceniza de bagazo llegó a 9. 68 (96,9%), cumpliendo así con el estándar de calidad ambiental (ECA). Por otro lado, respecto a la recuperación de la capacidad orgánica del suelo lixiviado, en la prueba inicial, la conductividad eléctrica CE se reportó en 4. 35, lo cual se debió al pH ácido que aumentó la solubilidad, mientras que el lixiviado afectó la acidificación del suelo. Tanto la ceniza de madera como la de bagazo lograron el objetivo, con mejoras de 2. 164 (50,2%) y 1. 542 (64,5%) respectivamente, cumpliendo el estándar de suelo agrícola. La ceniza de bagazo mostró ser más efectiva.

La degradación del terreno en el botadero por líquidos contaminantes es una situación seria, que requiere la intervención humana para intentar mejorar la contaminación. La investigación ha revelado que la ceniza de residuos de caña es una excelente opción para restaurar el suelo afectado por el lixiviado. Asimismo, se considera la ceniza de madera como una alternativa adicional, ya que también ha mostrado efectividad en la restauración de la calidad orgánica del suelo, indicando que tanto la ceniza de caña como la de madera se presentan como soluciones prometedoras para la rehabilitación.

Esto mismo lo ha encontrado Chaves (2020), quien se centró en la remediación de la ceniza de bagazo, descubriendo que, a pesar de haber estado expuesta al calor del fuego, no mostró toxicidad, sino que en cambio

evidenció indicadores de crecimiento favorable. Por otro lado, los hallazgos de Lascado (2021) coinciden con los resultados en el incremento del pH y la baja conductividad eléctrica que superó el estándar del suelo agrícola.

Palomar (2022), Se identificaron importantes similitudes en el uso de proporciones de ceniza de caldera (madera) en las características del suelo para el cultivo. En cuanto al tratamiento, se observó una disminución significativa de la acidez del suelo, que inicialmente tenía un pH de 5.6 y una textura de franco arcillosa. Con el tratamiento aplicado, al final el pH aumentó en comparación con los valores iniciales, logrando condiciones adecuadas según los estándares para suelos agrícolas. Esta información, junto con el presente análisis relacionado con descubrimientos de investigaciones anteriores, refuerza la idea de que ciertas cenizas, como el bagazo y la madera, pueden funcionar de manera efectiva como remedios, constituyendo una opción viable para la rehabilitación del suelo.

Respecto al objetivo específico 1: Determinar la eficacia remediadora de la ceniza madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*). En los parámetros físicos del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa-Ambo-Huánuco. Se ha detectado una concentración inicial de arena de 60.2, mientras que el tratamiento con ceniza de madera mostró 56.74 y el tratamiento con ceniza de bagazo arrojó 55.27 en arena. Esto sugiere que la textura de arena es baja y, de acuerdo con los estándares para suelos agrícolas, ambos tipos de ceniza lograron el fin propuesto, siendo la ceniza de bagazo la más efectiva. Asimismo, se observó una concentración inicial de arcilla de 15.6; el tratamiento con ceniza de madera alcanzó 17.98 y el tratamiento con ceniza de bagazo obtuvo 17.57 en arcilla. Esto indica una leve mejora, ya que ambos tratamientos aumentaron, pero ninguno alcanza el estándar agrícola, con la ceniza de madera siendo la más eficaz en este escenario. En cuanto a la textura de limo, la concentración inicial de limo fue de 20.2, mientras que el tratamiento con ceniza de madera logró 24.90 y el tratamiento con ceniza de bagazo alcanzó 25.87 en limo, lo que indica que se mantuvo dentro de los parámetros agrícolas. La densidad aparente DA mostró un valor de 1.1169 en la prueba inicial; con el tratamiento de ceniza de madera, el valor fue de 1.1183 y con el tratamiento de ceniza de bagazo

también de 1. 1183. Esto refleja un ligero aumento que no supera el estándar agrícola, sugiriendo un suelo con buena capacidad orgánica, mayor porosidad, lo que podría mejorar tanto la aireación como la retención de agua en el suelo, cumpliendo así con los requerimientos del suelo agrícola.

Respecto al objetivo específico 2: Determinar la eficacia remediadora de la ceniza de madera y ceniza de bagazo (*Saccharum Officinarum*). En los parámetros químicos del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa-Ambo-Huánuco. En el estudio realizado se encontró que la ceniza de madera y la ceniza de bagazo redujeron el nivel de plomo en el suelo lixiviado, que inicialmente tenía una capacidad orgánica de 98. 88, indicando que el suelo era dañino para las plantas y los microorganismos presentes. Con los tratamientos aplicados, se observó una mejora que superó el estándar agrícola, transformando el suelo en uno alcalino: el tratamiento con ceniza de madera logró un nivel de 69. 4, mientras que el tratamiento con ceniza de bagazo alcanzó 64. 07. La ceniza de bagazo resultó ser más efectiva.

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio permiten llegar a las siguientes conclusiones:

Hay una variación en la eficacia de la ceniza de madera y de bagazo para la remediación. Ambas cenizas lograron reducir la acidez del pH, facilitando la restauración de la capacidad orgánica del suelo agua. En el caso del botadero de Tomayquichwa, ambas superaron el nivel agrícola para el suelo, volviéndolo más alcalino. Sin embargo, se ajustaron a las pautas del estándar de calidad ambiental (ECA-2017). Además, ambos tratamientos han conseguido mejorar la conductividad eléctrica (CE), cumpliendo con los requisitos de los estándares agrícola y ECA.

Se concluye que ambas cenizas son capaces de rehabilitar el suelo en cantidades adecuadas para que la calidad orgánica del mismo cumpla con los requerimientos necesarios para clasificarse como apto para la agricultura. No se logró alcanzar un pH neutro que permita tener un terreno adecuado para fines agrícolas.

Se llega a la conclusión del primer objetivo específico: En el aspecto físico de textura y densidad aparente de las cenizas de madera y ceniza de bagazo se confirma que cumplen con los requisitos agrícolas.

Se llega a la conclusión del segundo objetivo específico: Se evidencia que en el análisis químico de plomo (Pb), ambos tipos de ceniza lograron disminuir los niveles de Pb en el suelo lixiviado, siendo la ceniza de bagazo la más efectiva, cumpliendo así con los criterios para suelos agrícolas y las normas del ECA.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de la ceniza de madera y ceniza de bagazo como remediadores para los suelos lixiviados de botaderos en la capacidad orgánica del suelo, que sería beneficioso para la población.

Se recomienda emplear cenizas para mejorar la remediación de elementos pesados como el plomo, lo que beneficiaría la calidad del suelo y ayudaría a prevenir enfermedades y peligros altamente tóxicos en el entorno.

Se recomienda a realizar más estudios para evaluar la capacidad del bagazo para absorber contaminantes durante el tratamiento de suelos lixiviados en una escala más amplia y durante un periodo extendido.

Se recomienda utilizar ceniza de madera y ceniza de bagazo en futuras investigaciones que permitan hacer comparaciones con otros métodos y determinar cuál proporciona mejores resultados.

Se recomienda a la universidad establecer un laboratorio adecuado para llevar a cabo análisis de estos proyectos.

Igualmente, se recomienda que los gobiernos locales o regionales promuevan ampliamente el uso de estos tratamientos de ceniza de madera y ceniza de bagazo para la rehabilitación de suelos contaminados por residuos en los botaderos.

REFERENCIAS

Sampieri (2000). "Metodología de la investigación", Cuarta edición.

<http://187.191.86.244/rceis/registro/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20SAMPIERI.pdf>

Coria, I. (2007). "Remediación de suelos contaminados con hidrocarburos. Centro de Altos Estudios Globales". Chile.

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/fifr934l/doc/fifr934l.pdf>

Valls (2007) "Desarrollo del concepto calidad".

<file:///C:/Users/LMV/Downloads/132art15.pdf>

Ortiz, Sanz, Dorado, Villar. (2007). "Técnicas de recuperación de suelos contaminados". España, comunidad de Madrid.

https://www.madrimasd.org/sites/default/files/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/vt6_tecnicas_recuperacion_suelos_contaminados.pdf

Carlos Bustos Flores. (2009). "La problemática de los desechos sólidos".

http://becker.faces.ula.ve/Revista/Articulos/Revista_27/Pdf/Revista27Bustos.pdf

López, F. (2010). "El Observatorio Ambiental de la Unión Europea", España.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=466591>

Chávez (2011) "Tratamiento de lixiviados generados en el relleno sanitario de la Cd. de Chihuahua, México, Centro de investigación en materiales avanzados", México.

<https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/858/1/Wendy%20Margarita%20Ch%C3%A1vez%20Montes%20MCTA.pdf>

Y. García, Wendy Ramírez y Saray Sánchez (2012). “Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso”, España.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942012000200001

MINAM (2014) “*Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelo*”. Perú.

https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-PDS-SUELO_MINAM2.pdf

MINAM (2015) “Glosario de términos lixiviados para la gestión ambiental peruana, Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental”. Perú.

<https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/2016-05-30-Conceptos-propuesta-Glosario.pdf>

Pérez R, (2017) “Plan de cierre y recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos municipales en el botadero de “San José” - Andahuaylas, Apurímac, universidad nacional agraria la molina”. Perú.

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/9290c846-741a-44c4-9555-f8ef38bdb8e7/content>

Juan (2017). Uso de las cenizas y maderas.

<https://esupervivencia.com/60-usos-de-la-ceniza/>

Sánchez, (2018) “Evaluación de lixiviados de botadero.”

file:///C:/Users/LMV/Downloads/Canchapoma_MSI-SD.pdf

Jordi, (2019) "Instrumentos para la implementación efectiva y coherente de la dimensión ambiental de la agenda de desarrollo Residuos sólidos a nivel mundial."

https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/gestion_de_residuos_-_jordi_pon.pdf

Ramon, (2019) "Libro manual tecnológica de remediación."

https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/10/manual-de-tecnologias-de-remediacion-de-sitios-contaminados_baja-1.pdf

Martínez Sepúlveda, J. A., Sánchez Yáñez, J. M., Volke Sepúlveda, T., Vallejo Quintero, V. E., Pérez Junco, L. M., Duarte Bautista, P. A., & Reinaldo Casallas, M. (2021). "Remediación de suelos contaminados: fundamentos y casos de estudio". Colombia.

file:///C:/Users/LMV/Downloads/Contaminacion_y_remediacion_de_suelos_en_Colombia_.pdf

Lascado (2020). "Depuración de Lixiviados del relleno sanitario de la Ciudad de Puyo, perteneciente al Cantón Pastaza, Provincia de Pastaza, utilizando métodos alternativos Biomasa Residual." Ecuador

<https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/834>

Vargas (2020). "Eficacia de la ceniza de cascarilla de arroz en el cultivo de plántulas de Citrus reticulada en el Centro de Producción e Investigación Pabloyacu Moyobamba" Tarapoto

<https://es.scribd.com/document/684059431/ING-AMBIENTAL-Sergio-Moises-Vargas-Salas>

Liberato (2020). "Microorganismos eficientes y su efecto en el tratamiento de lixiviados generados en el proceso de compostaje en el centro ecoturístico de protección ambiental "Santa Cruz" Huancayo.

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8572/4/IV_FIN_107_TE_Liberato_Soto_2020.pdf

Coronel (2020). "Uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar."

[file:///C:/Users/LMV/Downloads/Coronel%20Camino%20Ramiro%20Stalin%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/LMV/Downloads/Coronel%20Camino%20Ramiro%20Stalin%20(1).pdf)

J Supo, H Zacarias (2020). "Metodología de la investigación científica."

<https://scholar.google.com/citations?user=NmdRCgsAAAAJ&hl=es>

Palomar (2022). "Efecto de la aplicación de cenizas de caldera de biomasa sobre las propiedades del suelo y el crecimiento de cultivos."

<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/55882/TFM-I-2399.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García (2022). "Agroindustriales, residuos generados en la producción de industria los últimos 25 años."

<https://revistas.unanleon.edu.ni/index.php/REBICAMCLI/article/view/887/1562>

Castro (2023). "Evolución de las Tecnologías Utilizadas para la Absorción de Mercurio con Cenizas Vegetales en Suelos Contaminados por la Minería de Oro." Colombia.

<https://revistascientificas.cuc.edu.co/bilo/article/view/5353/5165>

Ramírez (2023). "Influencia del biochar en suelos agrícolas degradados de la provincia de La Mar – Ayacucho, 2021."

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13147/1/IV_FIN_107_TE_Ramirez_Palomino_2023.pdf

Soto (2023). "Implementación de un filtro a base de carbón activado de cascara de coco para la depuración de lixiviados provenientes del botadero de Chilepampa - Nauyan Rondós, Huánuco."

<https://core.ac.uk/download/588560793.pdf>

Rubio (2024). "Capacidad de la borra de café para remover cobre y plomo del lixiviado generado en la celda transitoria de Rupa Rupa – Tingo María."

<https://repositorio.unas.edu.pe/items/d09e5b15-8c72-42d5-b70c-8312096b057b>

Echevarría (2024). "Comparación de la capacidad de adsorción del sulfato férrico y la penca de tuna (opuntia ficus-indica) asistida con el jacinto de agua (eichhornia crassipes) para la remediación de lixiviados de un relleno sanitario, Ambo."

<https://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14257/5318/Echevarr%c3%ada%20Morales%2c%20Luis%20Olive%20r.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACION

Mateo Verastegui, L.D. (2025). "*Eficacia Remediadora de la ceniza de madera y ceniza de bagazo (Saccharum officinarum) en la capacidad orgánica del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa - Ambo - Huánuco*" [Tesis de Pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://>

ANEXOS

Anexo 1

Resolución de nombramiento de asesor

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 2553-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 15 de noviembre de 2024

Visto, el Oficio N° 857-2024-C-PAIA-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Ambiental y el Expediente N° 517148-0000007458, de la Bach. **Leonela Danitza MATEO VERASTEGUI**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 517148-0000007458, presentado por el (la) Bach. **Leonela Danitza MATEO VERASTEGUI**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone al Mg. Raul Cajahuanca Torres, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27° y 28° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis de la Bach. **Leonela Danitza MATEO VERASTEGUI**, al Mg. Raul Cajahuanca Torres, docente del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo. - El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
[Signature]
Ing. Ethel Johana Marzono Lozano
SECRETARÍA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
[Signature]
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIA – Asesor – Mat. y Reg. Acad. – Interesado – Archivo.
BCR/EJML/nto.

Anexo 2

Resolución de aprobación de proyecto de investigación

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 2798-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 18 de diciembre de 2024

Visto, el Oficio N° 968-2024-C-PAIA-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "EFICACIA REMEDIADORA DE LA CENIZA DE MADERA Y CENIZA DE BAGAZO (*Saccharum officinarum*) EN LA CAPACIDAD ORGÁNICA DEL SUELO LIXIVIADO DEL BOTADERO DE QUISCA, TOMAYQUICHWA - AMBO - HUÁNUCO", presentado por el (la) Bach. Leonela Danitza MATEO VERASTEGUI.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 2553-2024-D-FI-UDH, de fecha 15 de noviembre de 2024, perteneciente a la Bach. Leonela Danitza MATEO VERASTEGUI se le designó como ASESOR(A) al Mg. Raul Cahahuanca Torres, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 968-2024-C-PAIA-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "EFICACIA REMEDIADORA DE LA CENIZA DE MADERA Y CENIZA DE BAGAZO (*Saccharum officinarum*) EN LA CAPACIDAD ORGÁNICA DEL SUELO LIXIVIADO DEL BOTADERO DE QUISCA, TOMAYQUICHWA - AMBO - HUÁNUCO", presentado por el (la) Bach. Leonela Danitza MATEO VERASTEGUI, integrado por los siguientes docentes: Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel (Presidente), Mg. Mercy Yandy Daga Mendoza (Secretario) y Mg. Gianina Danae Rojas Berrios (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "EFICACIA REMEDIADORA DE LA CENIZA DE MADERA Y CENIZA DE BAGAZO (*Saccharum officinarum*) EN LA CAPACIDAD ORGÁNICA DEL SUELO LIXIVIADO DEL BOTADERO DE QUISCA, TOMAYQUICHWA - AMBO - HUÁNUCO", presentado por el (la) Bach. Leonela Danitza MATEO VERASTEGUI, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental, del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Inés Martínez Lazoso
SECRETARÍA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Bertha Campos Ríos
SECRETARÍA DE ASESORIA DE BIENESTAR

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIA - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJMI/sln.

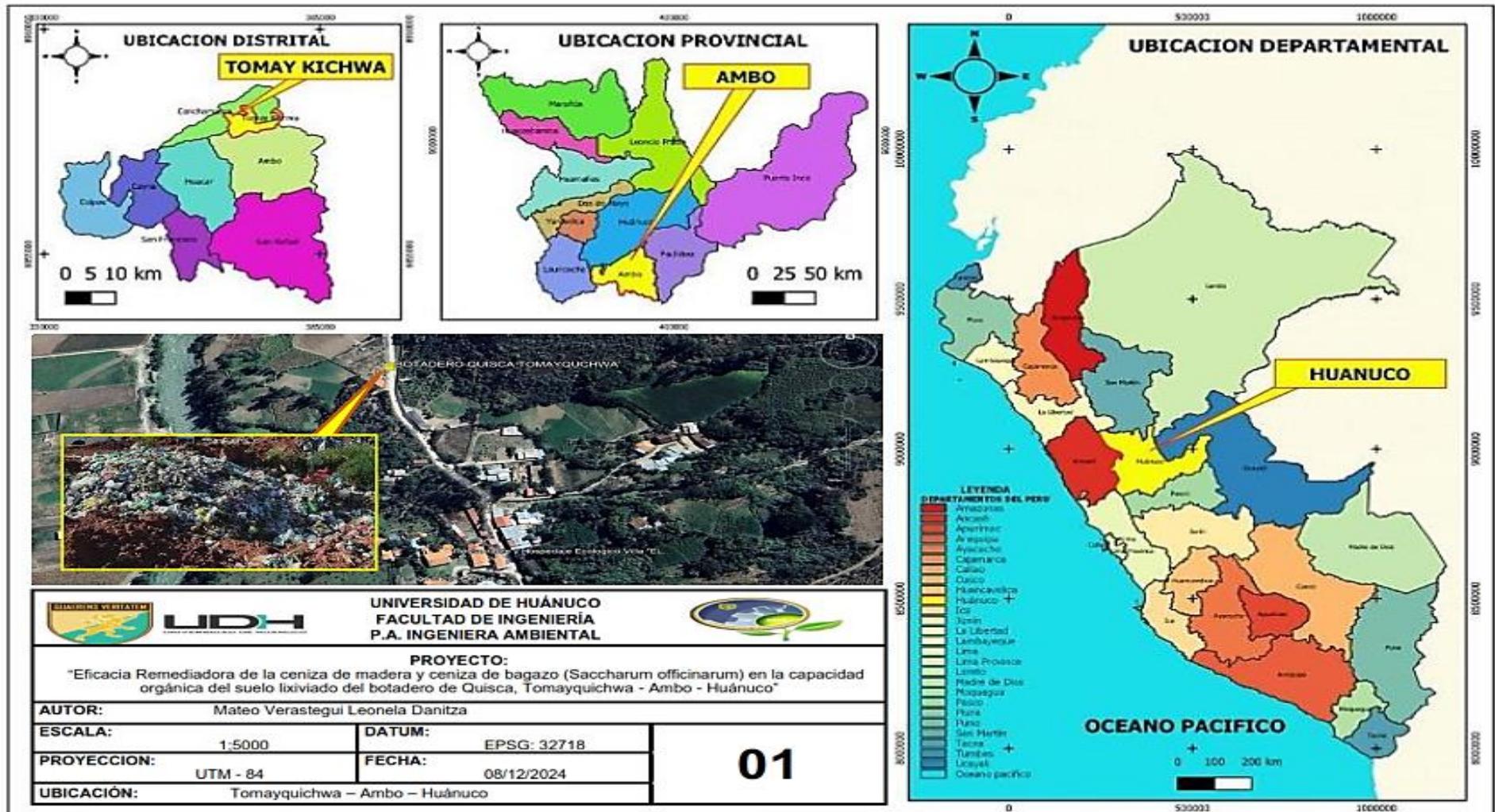
Anexo 3

Matriz de consistencia

“Eficacia Remediadora de la ceniza de madera y ceniza de bagazo (*Saccharum officinarum*) en la capacidad orgánica del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa - Ambo - Huánuco”

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables/Indicadores	Metodología
<p>¿Cuál es la eficacia remediadora de la ceniza de madera y ceniza de bagazo (<i>Saccharum Officinarum</i>) en la capacidad orgánica del suelo lixiviado del Botadero de Kichki, Tomayquichwa-Huánuco?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuál es la variación de los parámetros físicos del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa con la remediación de la ceniza madera y ceniza de bagazo (<i>Saccharum Officinarum</i>)?</p> <p>¿Cuál es la variación de los parámetros químicos del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa con la remediación de la ceniza madera y ceniza de bagazo (<i>Saccharum Officinarum</i>)?</p>	<p>Evaluar la eficacia remediadora de la ceniza de madera y ceniza de bagazo (<i>Saccharum Officinarum</i>) en la capacidad orgánica del suelo lixiviado del Botadero de Kichki, Tomayquichwa- Huánuco.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar la eficacia remediadora de la ceniza madera y ceniza de bagazo (<i>Saccharum Officinarum</i>). en los parámetros físicos del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa-ambo Huánuco.</p> <p>Determinar la eficacia remediadora de la ceniza madera y ceniza de bagazo (<i>Saccharum Officinarum</i>). en los parámetros químicos del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa – Ambo – Huánuco.</p>	<p>H1: La remediación con ceniza de madera y con ceniza de bagazo (<i>Saccharum Officinarum</i>) es eficaz en la mejora de la capacidad orgánica del suelo lixiviado del Botadero de Kichki, Tomayquichwa-Huánuco.</p> <p>H0: La remediación con ceniza de madera y con ceniza de bagazo (<i>Saccharum Officinarum</i>) no es eficaz en la mejora de la capacidad orgánica del suelo lixiviado del Botadero de Kichki, Tomayquichwa-Huánuco.</p>	<p>Variable de calibración</p> <p>Capacidad remediadora</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ceniza de madera - Ceniza de bagazo <p>Variable evaluativa</p> <p>Remediación de suelos lixiviados de botadero de Kichki.</p>	<p>Tipo: Prospectivo, con intervención longitudinal y analítico.</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Nivel: Aplicativo</p> <p>Diseño: Experimental GE1: 01 – X1 – 02 GE2: 01 – X1 – 02</p> <p>Población: Suelos lixiviados del botadero de Kichki Tomayquichwa.</p> <p>Muestra: La muestra con la que se trabaja es de 5 kg de suelos lixiviados en el botadero de Kichki, Tomayquichwa – Ambo – Huánuco.</p>

Anexo 4 Mapa de Ubicación



Anexo 5

Instrumentos de recolección de datos (Ficha de registro)

	UNIVERSIDAD DE HUANUCO		
	FICHA DE RECOLECCION DE DATOS		
	"Eficacia Remediadora de la ceniza de madera y ceniza de bagazo (Saccharum officinarum) en la capacidad orgánica del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa - Ambo - Huánuco"		
N° DE FICHA	TESISTA: MATEO VERASTEGUI LEONELA DANITZA		
01	UBICACIÓN: DISTRITO DE TOMAYKICHWA-AMBO-HUANUCO	FECHA: 15/03/2025	

FICHA DE INICIO DE PROYECTO								
PUNTOS DE EXCAVACION	MUESTRA	COD.	KG DE SUELO LIXIVIADO	% DE TRATAMIENTO	KG DE CENIZAS	PESO DE RECIPIENTE	FECHA DE INICIO DE TRATAMIENTO	FECHA FINAL DE TRATAMIENTO
P1	T1	C-M	5 Kg	10 %	0.50 Kg	0.376 Kg	16/03/2025	04/04/2025
P1	T1	C-B	5 Kg	10 %	0.50 Kg	0.376 Kg	16/03/2025	04/04/2025
P2	T2	C-M	5 Kg	15 %	0.75 Kg	0.376 Kg	16/03/2025	04/04/2025
P2	T2	C-B	5 Kg	15 %	0.75 Kg	0.376 Kg	16/03/2025	04/04/2025
P3	T3	C-M	5 Kg	20 %	1.00 Kg	0.376 Kg	16/03/2025	04/04/2025
P3	T3	C-B	5 Kg	20 %	1.00 Kg	0.376 Kg	16/03/2025	04/04/2025
P4	T4	C-M	5 Kg	25 %	1.25 Kg	0.376 Kg	16/03/2025	04/04/2025
P4	T4	C-B	5 Kg	25 %	1.25 Kg	0.376 Kg	16/03/2025	04/04/2025
P5	T5	C-M	5 Kg	30 %	1.5 Kg	0.376 Kg	16/03/2025	04/04/2025
P5	T5	C-B	5 Kg	30 %	1.5 Kg	0.376 Kg	16/03/2025	04/04/2025

Anexo 6

Instrumentos de recolección de datos (Diario de campo de la muestra Tratamiento)

		UNIVERSIDAD DE HUANUCO			
		FICHA DE RECOLECCION DE DATOS			
		"Eficacia Remediadora de la ceniza de madera y ceniza de bagazo (Saccharum officinarum) en la capacidad orgánica del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa - Ambo - Huánuco"			
N° DE FICHA		TESISTA: MATEO VERASTEGUI LEONELA DANITZA			
02		UBICACIÓN: DISTRITO DE TOMAYKICHWA-AMBO-HUANUCO		FECHA: 16/03/2025	
FECHA	VOLTEO (SI O NO)	MEJORAMIENTO DE SUELO (COLOR, OLOR, TEXTURA Y BROTE BOTANICO).	MACROFAUNA	OBSERVACIONES	
SEMANA 1					
Control 1 - 10% Madera 18-03-2025	Si	El color de Suelo se encuentra (marron oscuro) en granos medianos con un olor no agradable, no contiene brotes botanicos.	No, se encontro	Al momento de voltear o remover el tratamiento Se observo que la parte inferior del valde se encontraba mojado.	
Control 1 - 10% Bagazo 18-03-2025	Si	El color del suelo se observa de un marron oscuro, la textura fue en granos, con la humedad del suelo y la ceniza se hicieron en grumos, no se encontro brotes B.	No, se encontro	Se observo la parte base del valde mojado.	
Control 2 - 10% Madera 21-03-2025	Si	El suelo aun se mantiene humedo, su textura es mas suelta contiene poca grumos, aun no se entra brotes botanicos.	No, se encontro	cuando se destapo el valde en la parte superior se encontro mojado.	
Control 2 - 10% Bagazo 21-03-2025	Si	El suelo aun se mantiene humedo, la textura es mas fina, contiene un olor abombado, no se encuentra brotes botanicos.	No, se encontro	la parte media se encuentra mojado se volvio a voltear la tierra	
SEMANA 2					

Control 3 - 10% Madera 25-03-2025	Si	El color del suelo se observa de color marron oscuro con manchas grises de la ceniza, la textura con grumos en la parte media.	No, se encontro	Antes de remover el suelo volvio a tener una textura con grumos.
Control 3 - 10% Bagazo 25-03-2025	Si	La parte final (base) del valde se entra semi seco, color marron y pecas grises textura humedo en la parte superior no se encuentra brotes Botanico	No, se encontro	El olor mejoro
Control 4 - 10% Madera 28-03-2025	Si	El color del suelo marron y, la parte superior gris, textura pegajosa, olor a tierra mojada no se encontro brote Botanico.	No, se encontro	la parte superior semi seca.
Control 4 - 10% Bagazo 28-03-2025	Si	La parte inicial semi-seco el olor bajo la ceniza se observa como separadas, no se encontro brotes batonicos	No, se encontro	mejoro el olor, hubo separacion de ceniza y suelo, se volvio a mover.
SEMANA 3				
Control 5 - 10% Madera 01-04-2025	Si	Hubo mejoramiento de olor, color mas claro, textura semi-seco.	No, se encontro	Hubo pequeños grumos humedos.
Control 5 - 10% Bagazo 01-04-2025	Si	Mejoramiento en textura, color y olor semi humedo, color marron oscuro.	No, se encontro	Se mantieno estos dias humedo.
Control 6 - 10% Madera 04-04-2025	Si	Se ve que hubo mejora en la textura y olor y humedad en el tratamiento del 10% de ceniza de madera.	No, se encontro	Se mantiene humedo con la ceniza.
Control 6 - 10% Bagazo 04-04-2025	Si	Se visualizo y se toco la textura y mejbra de suelo lixiviado con ceniza de bagazo.	No, se encuentre	La textura es mas suave y humedo.

		UNIVERSIDAD DE HUANUCO			
		FICHA DE RECOLECCION DE DATOS			
		"Eficacia Remediadora de la ceniza de madera y ceniza de bagazo (Saccharum officinarum) en la capacidad orgánica del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa - Ambo - Huánuco"			
N° DE FICHA		TESISTA: MATEO VERASTEGUI LEONELA DANITZA			
02		UBICACIÓN: DISTRITO DE TOMAYKICHWA-AMBO-HUANUCO		FECHA: 16/03/2025	
FECHA	CONTROL	VOLTEO (SI O NO)	MEJORAMIENTO DE SUELO (COLOR, OLOR, TEXTURA Y BROTE BOTANICO).	MACROFAUNA	OBSERVACIONES
SEMANA 1					
18-03-2025	Control 1 - 15% Madera	Si	El color del Suelo marron oscuro casi negro, olor fuerte, textura mojado y Pegajoso.	NO, se encontro	marron oscuro, al momento de removerlo los olores eran fuertes.
18-03-2025	Control 1 - 15% Bagazo	Si	El suelo de color marron oscuro casi negro, con un olor fuerte, textura pegajoso. No hubo bro botanico.	NO, se encontro	tuvo cambio el suelo se sintio pegajoso.
21-03-2025	Control 2 - 15% Madera	Si	El Suelo con grumos, color oscuro, olor Fuerte no se encontro brote botanicos.	NO, se encontro	Se observo un suelo con grumos.
21-03-2025	Control 2 - 15% Bagazo	Si	El suelo se observade color marros oscuro, olor aun se mantiene fuerte grumos grandes, no se encontro brote botanico.	NO, se encontro	los grumos del suelo fuer grandes.
SEMANA 2					

control 3 - 15% Madera 25-03-2025	Si	Hubo mejora el suelo tiene una textura húmeda sin grumos el olor se controló no se encontró brotes botánicos.	No, se encontró	se observó que no hubo grumos.
control 3 - 15% Bagazo 25-03-2025	Si	Hubo mejora los grumos se desmoronaron, se controló el olor no se encontró brotes botánico.	No, se encontró	El olor se controló
control 04 - 15% Madera 28-03-2025	Si	el suelo en la parte media se sentó la ceniza se volvió a voltear la tierra.	No, se encontró	la ceniza se visualizó más en la parte media.
control 04 - 15% Bagazo 28-03-2025	Si	Hubo mejora en los tres aspectos pero se volvió a remover para mantenerlo homogéneo.	No, se encontró	el olor se mantiene controlado.
SEMANA 3				
control 5 - 15% Madera 01-04-2025	Si	Mejoró se controló el olor, suelo semi seco, color claro, sin brote botánico.	No, se encontró	Suelo sin grumos
control 5 - 15% Bagazo 01-04-2025	Si	sin brote botánico con textura semi-seca, se controló el olor, sin grumos.	No, se encontró	semi-seco
control 6 - 15% Madera 04-04-2025	Si	se observó que la textura del suelo se encuentra semi-seca, color marrón claro sin brote botánico.	No, se encontró	Semi-seco.
control 6 Bagazo 15% 04-04-2025	Si	sin brote botánico, sin grumo con textura seca agrisado.	No, se encontró	color agrisado.



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS



"Eficacia Remediadora de la ceniza de madera y ceniza de bagazo (Saccharum officinarum) en la capacidad orgánica del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa - Ambo - Huánuco"

N° DE FICHA

TESISTA: MATEO VERASTEGUI LEONELA DANITZA

02

UBICACIÓN: DISTRITO DE TOMAYKICHWA-AMBO-HUANUCO

FECHA: 16/03/2025

CONTROL FECHA	VOLTEO (SI O NO)	MEJORAMIENTO DE SUELO (COLOR, OLOR, TEXTURA Y BROTE BOTANICO).	MACROFAUNA	OBSERVACIONES
SEMANA 1				
Control 1 - 20% Madera 18-03-2025	Si	El suelo se observa de color marron muy oscuro, textura mojada, la ceniza se observe en el suelo con mancha olor desagradable, sin brote botanico.	No, se encontro	Suelo mojado, con manchas de ceniza.
Control 1 - 20% Bagazo 18-03-2025	Si	El suelo se observa de color marron oscuro, textura pegajosa, olor desagradable, sin brote botanico	No, se encontro	Suelo pegajoso, olor desagradable
Control 2 - 20% Madera 21-03-2025	Si	El suelo mojado con la ceniza en la parte superior, sin brote botanico	No, se encontro	ceniza en la parte superior
Control 2 - 20% Bagazo 21-03-2025	Si	El suelo mojado de textura con grumos, olor desagradable.	No, se encontro	Tratamiento con grumos.
SEMANA 2				

Control 3 - 20% Madera 25-03-2025	Si	Suelo con grumos grandes, disminuyo el olor.	No, se encontro	tratamiento con grumos grandes.
Control 3 - 20% Bagazo 25-03-2025	Si	Suelo humedo con grumos pequeños disminuyo el olor.	No, se encontro	tratamiento con grumos pequeños.
Control - 4 - 20% Madera 28-03-2025	Si	Suelo con grumos pequeños, humedo se controlo el olor, sin brote botanico.	No, se encontro	tratamiento con olor controlado
Control 4 - 20% Bagazo 28-03-2025	Si	Suelo Firme con olor controlado, la ceniza se observa seca en la parte inferior.	No, se encontro	En el tratamiento se observa en la parte inferior la ceniza seca.
SEMANA 3				
Control 5 - 20% Madera 01-04-2025	Si	Suelo con grumos pequeños semi-seco, con textura duras, sin brote botanico.	No, se encontro	semi-seco - textura dura.
Control 5 - 20% Bagazo 01-04-2025	Si	Suelo suelto y firme con olor controlado humedo, sin brote botanico.	No, se encontro	Suelo humedo
Control 6 - 20% Madera 04-04-2025	Si	tratamiento, con grumos deceniza sin un mal olor textura seca.	No, se encontro	Grumos con ceniza
Control 6 - 20% Bagazo 04-04-2025	Si	tratamiento olor controlado, sin brote botanico se mantiene humedo.	No, se encontro	se mantiene humedo



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

"Eficacia Remediadora de la ceniza de madera y ceniza de bagazo (Saccharum officinarum) en la capacidad orgánica del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa - Ambo - Huánuco"



N° DE FICHA

TESISTA: MATEO VERASTEGUI LEONELA DANITZA

02

UBICACIÓN: DISTRITO DE TOMAYKICHWA-AMBO-HUANUCO

FECHA: 16/03/2025

CONTROL FECHA	VOLTEO (SI O NO)	MEJORAMIENTO DE SUELO (COLOR, OLOR, TEXTURA Y BROTE BOTANICO).	MACROFAUNA	OBSERVACIONES
SEMANA 1				
Control 1 - 25% Madera 18-03-2025	Si	El suelo se observo de color marron oscuro casi negro, mojado con un olor controlado, sin brote botanico.	No, se encontro	Suelo mojado con olor controlado.
Control 1 - 25% Bagazo 18-03-2025	Si	Suelo mojado color marron oscuro casi negro, mojado olor controlado sin brote botanico.	No, se encontro	Color marron oscuro casi negro.
Control 2 - 25% Madera 21-03-2025	Si	Humedo color marron olor controlado sin brote botanico.	No, se encontro	Humedo olor controlado.
Control 2 - 25% Bagazo 21-03-2025	Si	Suelo humedo, sin brotes botanico color marron, olor controlado.	No, se encontro	Suelo humedo
SEMANA 2				

control 3 - 25% Madera 25-03-2025	Si	Suelo color marron claro Humedo con olor controlado, con la ceniza acumulada en la parte inferior.	No, se encontro	ceniza acumulada en la parte inferior
control 3 - 25% Bagazo 25-03-2025	Si	olor controlado, Humedo color agrizado, con olor controlado.	No, se encontro	color agrizado
control 4 - 25% Madera 28-03-2025	Si	Suelo semi-seco con olor controlado color marron, con grumos suaves.	No, se encontro	suelo con grumos suaves.
Control 4 - 25% Bagazo 28-03-2025	Si	Suelo agrizado con grumos de ceniza, sin brote botanico.	No, se encontro	con grumos de ceniza.
SEMANA 3				
control 5 - 25% Madera 01-04-2025	Si	Semi-seco, color marron con grumos de tierra con ceniza, olor controlado, sin brote botanico.	No, se encontro	con grumos de ceniza con tierra
control 5 - 25% Bagazo 01-04-2025	Si	Suelo color agrizado, suelo sin grumos. Semi seco.	No, se encontro	suelo sin grumos.
control 5 - 25% Madera 04-04-2025	Si	Textura de suelo seco grumos de ceniza, olor controlado, sin brote botanico.	No, se encontro	Grumos de ceniza
control 6 - 25% Bagazo 04-04-2025	Si	Textura sin grumos al voltearlo se vuelve humedo, sin brote botanico.	No, se encontro	textura humeda



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

"Eficacia Remediadora de la ceniza de madera y ceniza de bagazo (Saccharum officinarum) en la capacidad orgánica del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa - Ambo - Huánuco"



Nº DE FICHA

TESISTA: MATEO VERASTEGUI LEONELA DANITZA

02

UBICACIÓN: DISTRITO DE TOMAYKICHWA-AMBO-HUANUCO

FECHA: 16/03/2025

CONTROL FECHA	VOLTEO (SI O NO)	MEJORAMIENTO DE SUELO (COLOR, OLOR, TEXTURA Y BROTE BOTANICO).	MACROFAUNA	OBSERVACIONES
SEMANA 1				
Control 1 - 30% Madera 18-03-2025	Si	se observo, el suelo humedo, el color medio gris con marrón olor controlado desde el primer día. textura suave, sin brote botanico	No, se encontro	color de suelo agrizado.
Control 1 - 30% Bagazo 18-03-2025	Si	Se observo el suelo humedo Suelo agrizado con textura grumoso, olor controlado desde el día uno.	No, se encontro	textura grumoso.
Control 2 - 30% Madera 21-03-2025	Si	color agrizado, suelo suelto textura grumoso. sin brote botanico.	No, se encontro	color agrizado textura suave
Control 2 - 30% Bagazo 21-03-2025	Si	suelo suelto con color agrizado textura suelto, olor controlado desde día uno.	No, se encontro	textura suelto
SEMANA 2				

control 3 - 30% Madera 25-03-2025	Si	Suelo suave, color marron con gris textura flexible, humedo.	No, se encontro	Suelo Suave
control 3 - 30% Bagazo 25-03-2025	Si	Suelo color agrizado, sin brote botanico, semi-seco.	No, se encontro	color agrizado
control 4 - 30% Madera 28-03-2025	Si	textura humeda, flexible con color gris.	No, se encontro	Suelo humedo
control 4 - 30% Bagazo 28-03-2025	Si	Suelo nuevamente humedo Suave, con olor organico.	No, se encontro	Suelo-humedo y suave.
SEMANA 3				
control 5 - 30% Madera 01-03-2025	Si	Suelo sin grumos, sin presencia de brote botanico, humedo suave.	No, se encontro	Suelo sin grumos.
control 5 - 30% Bagazo 01-03-2025	Si	Suelo sin grumos, humedo suave olor de suelo organico, sin presencia de brote botanico.	No, se encontro	Suelo humedo Suave.
control 6 - 30% Madera 04-04-2025	Si	Suelo sin grumos, sin presencia de olor textura suave sin presencia de brote botanico.	No, se encontro	Sin grumo y se mantiene humedo.
control 6 - 30% Bagazo 04-04-2025	Si	Suelo humedo suave sin malos olores sin presencia de brote botanico	No, se encontro	Se mantiene humedo sin brote botanico.

Anexo 7

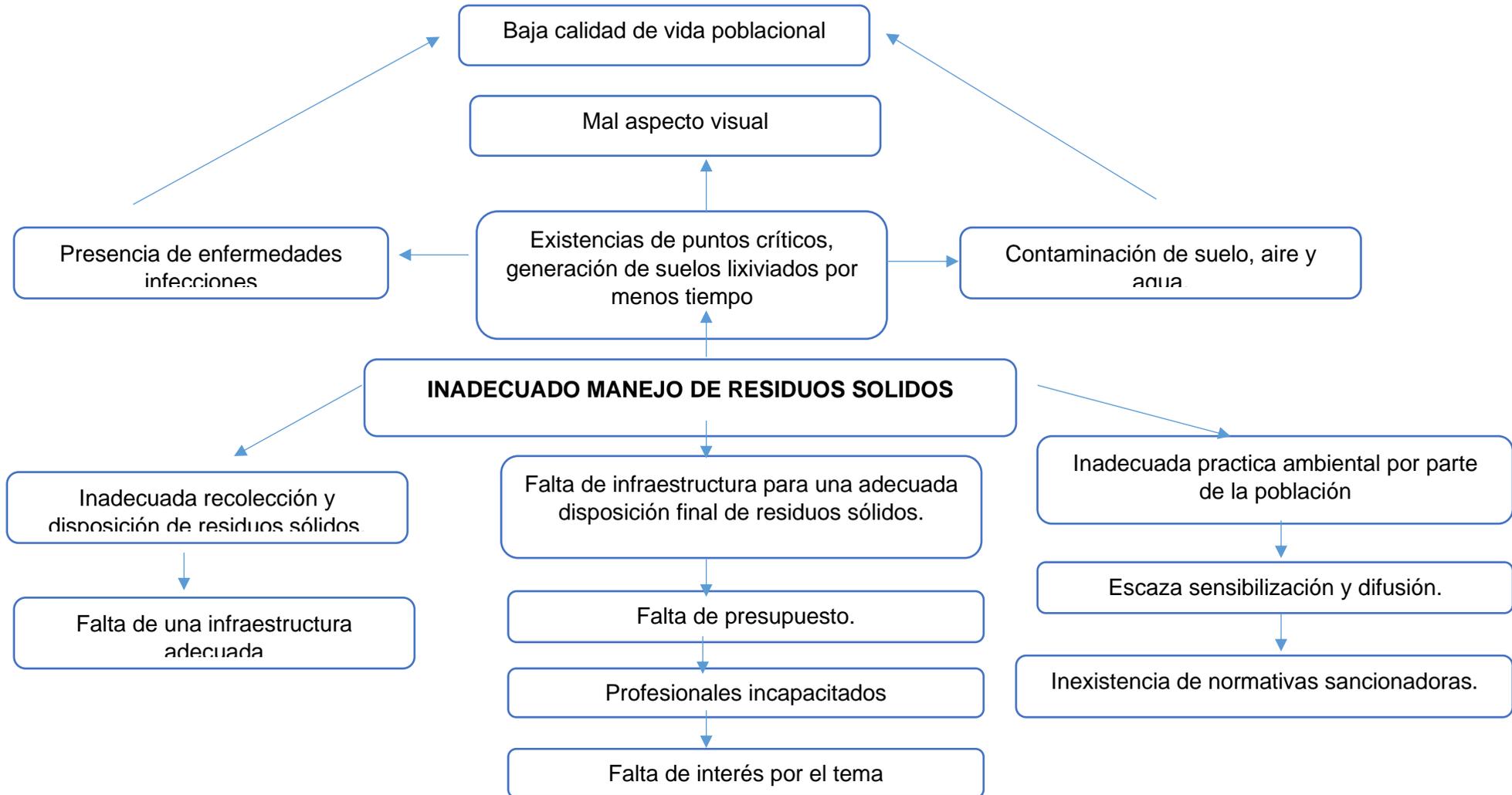
Instrumentos de recolección de datos para envío de datos al laboratorio

	UNIVERSIDAD DE HUANUCO		
	FICHA DE RECOLECCION DE DATOS		
	"Eficacia Remediadora de la ceniza de madera y ceniza de bagazo (Saccharum officinarum) en la capacidad orgánica del suelo lixiviado del botadero de Kichki, Tomayquichwa - Ambo - Huánuco"		
N° DE FICHA	TESISTA: MATEO VERASTEGUI LEONELA DANITZA		
03	UBICACIÓN: DISTRITO DE TOMAYKICHWA-AMBO-HUANUCO	FECHA: 16/03/2025	

FICHA DE SEGUIMIENTO A LA UNIDAD DE TRATAMIENTO		
Departamento	Huanuco	
Provincia	Ambo	Tipos de muestras: 5 muestras de ceniza de madera 5 muestras de ceniza de bagazo
Distrito	Tomayquichwa	
Lugar exacto de muestra	Botadero de Kichki	
N° total de muestras:	10 muestras	Fecha: 05-04-2025
Tratamiento		
UNIDAD DE ANALISIS (CODIGO)	Suelo 5 Kg por muestra y 5 puntos de excavación.	
Fecha de instalación de la unidad de análisis	16 de marzo del 2025	
Fecha de la administración de la unidad de tratamiento.	16 de marzo del 2025	
Fecha de ultimo control	04 de de abril del 2025	
Cantidad de muestras por tratamiento	10 muestras	
Tratamiento	Ceniza de madera	5 tratamientos
	Ceniza de bagazo	5 tratamientos
Concentración del tratamiento %	10% , 15% , 20% , 25% y 30 %	

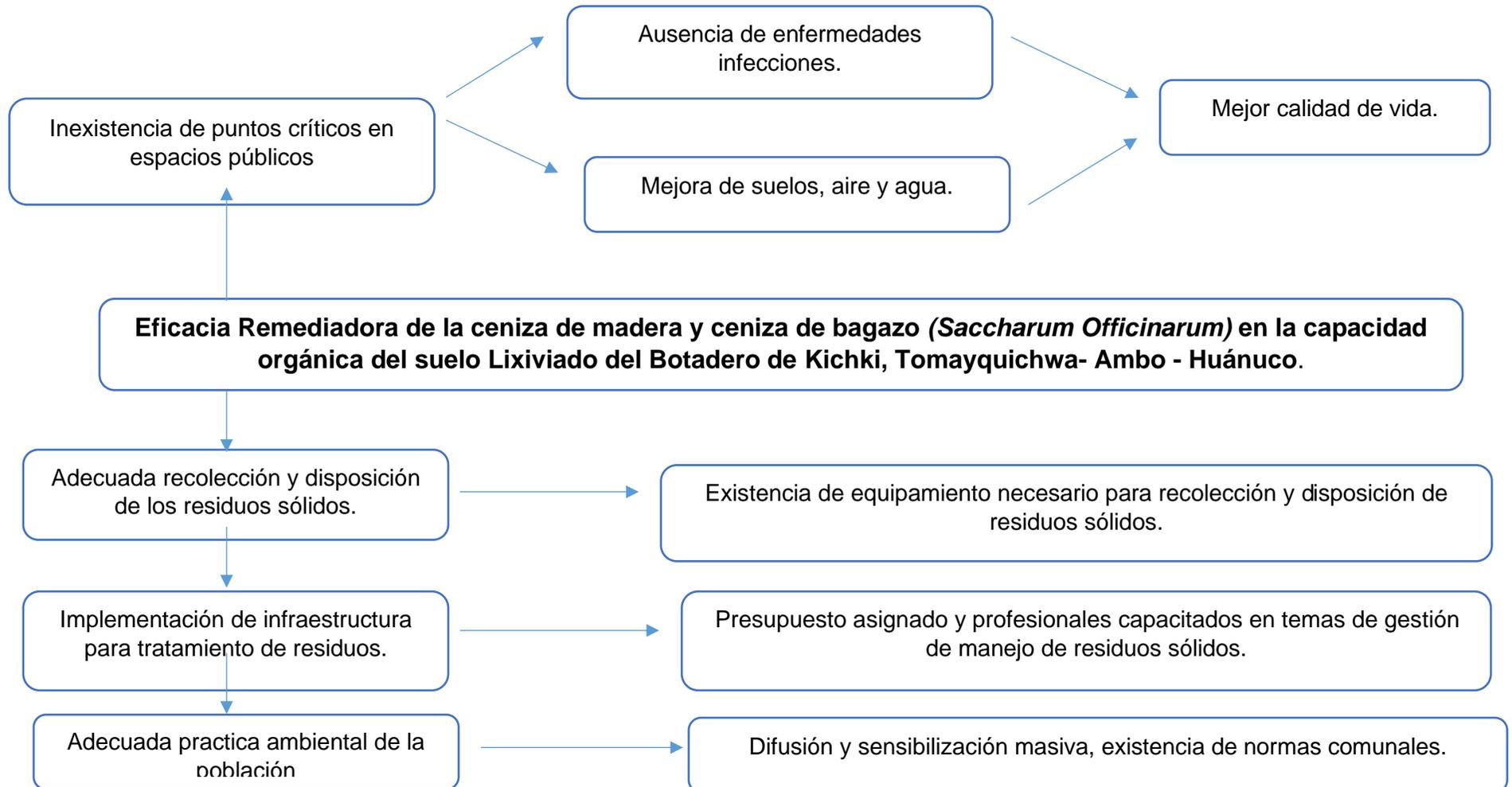
Anexo 8

Diagrama de Causa y Efecto



Anexo 9

Diagrama de medios y fines



Anexo 10

Factura y boleta de pago del laboratorio

<p>Agente  Banco de la Nación</p> <p>DEPOSITO LA CHAPA (3359158) LOTE: 120 TERM: 0001 REF: 701412 *****0000</p>	<p>72808-CAIAUNAS UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA Oficina Caja-Tingo Maria RUC: 20172356720 Fecha y hora: 07/04/2025 14:43 RECIBO Nro: 00072808</p> <p>Nombres: MATEO VERASTEGUI LEONELA DANITZ</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cant.</th> <th>Precio</th> <th>Subtotal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CARACTERIZACION (SUELO CON PH MAYOR A 5.5) (SUELO) - LAB. DE ANALISIS DE SUELO S, AGUA Y ECOTOXICOLOGIA</td> <td>1.00</td> <td>1.430.00</td> <td>1.430.00</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: right;">TOTAL:</td> <td>1.430.00</td> </tr> </tbody> </table> <p>Son: MIL CUATROCIENTOS TREINTA Y 0/100 Nuevos Soles Observacion: * PAGO REALIZADO EN BANCO, N° VOUCHER: 0992718</p>	Descripción	Cant.	Precio	Subtotal	CARACTERIZACION (SUELO CON PH MAYOR A 5.5) (SUELO) - LAB. DE ANALISIS DE SUELO S, AGUA Y ECOTOXICOLOGIA	1.00	1.430.00	1.430.00	TOTAL:			1.430.00
Descripción	Cant.	Precio	Subtotal										
CARACTERIZACION (SUELO CON PH MAYOR A 5.5) (SUELO) - LAB. DE ANALISIS DE SUELO S, AGUA Y ECOTOXICOLOGIA	1.00	1.430.00	1.430.00										
TOTAL:			1.430.00										
<p>AP: 992718 RUC: 76343691 FECHA: 07/04/2025 HORA: 10:24</p> <p>DEPOSITO EN CTA. CTE.</p> <p>Transaccion: CCDC 0870</p> <p>* A la Cuenta : 00490018638 * UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA</p> <p>* Solicitante: DNI 76343691 * MATEO VERASTEGUI LEONELA DANITZA</p> <p>----- MONTO S/ *** 1.430.00 ----- 0992718 07ABR2025 9357 0976 10:24:49</p>													

Anexo 11

Resultados de laboratorio (parámetros físicos y químicos)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA			Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología		
		<h1>ANÁLISIS DE SUELOS</h1>			
SOLICITANTE:	MATEO VERASTEGUI LEONELA DANITZA		OBSERVACIÓN:		
DEPARTAMENTO:	HUÁNUCO		FECHA DE RECEPCIÓN:	07/04	
PROVINCIA:	AMBO		FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	07/04	
DISTRITO:	TOMAYQUICHWA		FECHA DE REPORTE:	24/04	
CASERÍO:	BOTADERO DE KICHKI		RECIBO N°:	72808	
TIPO DE MUESTRA:	SUELO CONTAMINADA POR LIKIVIADO – CENIZA DE MADERA		MUESTREADO POR:	EL SOLICITANTE	

RESULTADOS DEL ANALISIS SOLICITADO

N°	DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS FÍSICO					ANÁLISIS QUÍMICO		
	CÓDIGO DEL LABORATORIO	REF	ARENA	ARCILA	LIMO	CLASE TEXTURAL	DA	CE	pH	Pb
			%	%	%		g/cc	dS/m	1 : 1	ppm
1	S24-0304	MC	60.2	15.6	20.2	Franco arenoso	1,1109	4,35	3,20	98,88
2	S24-0305	TRA-1	58.6	16.4	23.6	Franco arenoso	1,1170	3,24	6,23	82
3	S24-0306	TRA-2	57.0	17.7	22.5	Franco arenoso	1,1180	2,83	6,89	70
4	S24-0307	TRA-3	56.7	17.6	25.0	Franco arenoso	1,1183	2	7,70	69
5	S24-0308	TRA-4	56.0	19.2	23.8	Franco arenoso	1,1186	1,75	8,93	62
6	S24-0309	TRA-5	55.4	19.0	27.6	Franco arenoso	1,1192	1	10,40	58

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de 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-Maria



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



Carretera Central Km 1.21 – Tingo María

GRACIAS POR SU REFERENCIA

analisisdesuelos@hotmail.com
 WhatsApp: 944407531



ANÁLISIS DE SUELOS



SOLICITANTE:	MATEO VERASTEGUI LEONELA DANITZA	OBSERVACIÓN:	
DEPARTAMENTO:	HUÁNUCO	FECHA DE RECEPCIÓN:	07/04
PROVINCIA:	AMBO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	07/04
DISTRITO:	TOMAYQUICHWA	FECHA DE REPORTE:	24/04
CASERÍO:	BOTADERO DE KICHKI	RECIBO N°:	72808
TIPO DE MUESTRA:	SUELO CONTAMINADA POR LIXIVIADO – CENIZA DE BAGAZO	MUESTREO POR:	EL SOLICITANTE

RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

N°	DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS FÍSICO					ANÁLISIS QUÍMICO		
			ARENA	ARCILA	LIMO	CLASE TEXTURAL	DA	CE	pH	Pb
	CÓDIGO DEL LABORATORIO	REF	%	%	%		g/cc	dS/m	1 : 1	total
1	S24-0310	TRA-6	59,2	15	21	Franco arenoso	1,1177	2,98	7,98	79,03
2	S24-0311	TRA-7	58,4	16	23,6	Franco arenoso	1,1181	2	8,89	70,45
3	S24-0312	TRA-8	56	17,4	25	Franco arenoso	1,1183	1,25	9,53	64
4	S24-0313	TRA-9	54	19	27	Franco arenoso	1,1185	0,98	10,76	55,84
5	S24-0314	TRA-10	52	19	29	Franco arenoso	1,1189	0,5	11,23	50,45

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de 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

Dr. HUGO SÁNCHEZ HUAMANÍ YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



Anexo 12

Fotografías de ejecución del proyecto



FOTO: Reconocimiento de terreno del botadero del sector Kichki - Tomayquichwa.



FOTO: Elección de puntos para excavación según la guía para el muestreo de suelos Minam_2014, punto n°1 de muestra de suelo profundidad de excavación de 1 metro.

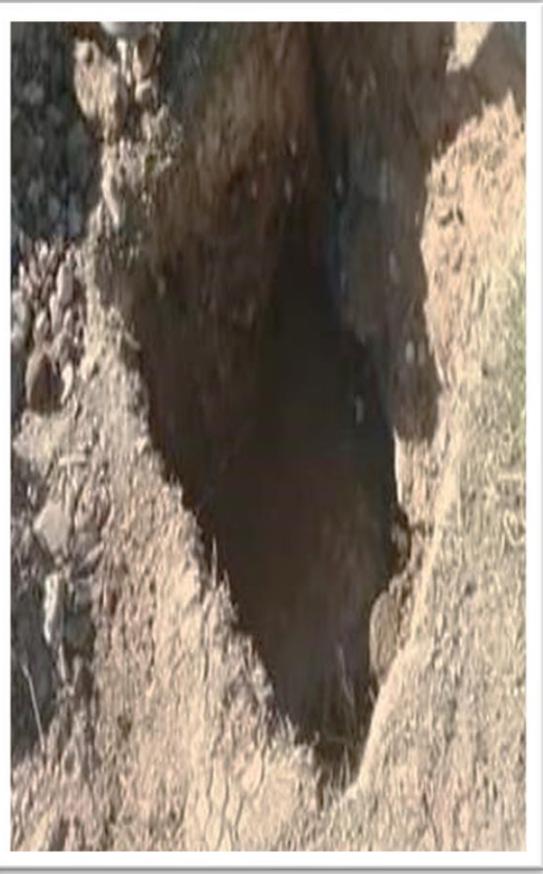


FOTO: Elección de puntos para excavación según la guía para el muestreo de suelos Minam_2014, punto n°2 de muestra de suelo profundidad de excavación de 1 metro.



FOTO: Elección de puntos para excavación según la guía para el muestreo de suelos Minam_2014, punto n°3 de muestra de suelo profundidad de excavación de 1 metro.



FOTO: Elección de puntos para excavación según la guía para el muestreo de suelos Minam_2014, punto n°4 de muestra de suelo profundidad de excavación de 1 metro.



FOTO: Elección de puntos para excavación según la guía para el muestreo de suelos Minam_2014, punto n°5 de muestra de suelo profundidad de excavación de 1 metro.



FOTO: Personal de la municipalidad de tomayquichwa.



FOTO: Zarandeo de las 5 muestras del suelo lixiviado del botadero.



FOTO: Cada muestra ya zarandeada fueron colocados en bolsas polietileno de 5kg con sus respectivas etiquetas.



FOTO: Cada muestra ya zarandeada fueron colocados en bolsas polietileno de 5kg con sus respectivas etiquetas.



FOTO: Cada muestra ya zarandeada fueron colocados en bolsas polietileno de 5kg con sus respectivas etiquetas.



FOTO: Visita para reconocer el terreno de Cachigaga y recolección de bagazo.



FOTO: Visita para reconocer el terreno de Cachigaga y recolección de bagazo.

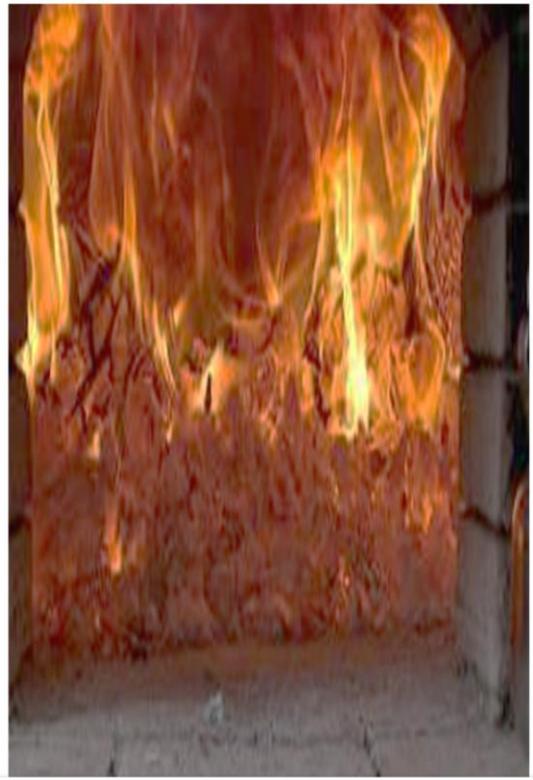


FOTO: Ceniza de bagazo.



FOTO: Ceniza de madera.



FOTO: zarandeo de ceniza de madera y ceniza de bagazo.



FOTO: Separación por porcentaje la ceniza de bagazo.



FOTO: Separación por porcentaje la ceniza de bagazo.



FOTO: Separación por porcentaje la ceniza de madera.



FOTO: Separación por porcentaje la ceniza de madera.



FOTO: Homogenización en recipiente del suelo lixiviado con ceniza de madera y ceniza de bagazo.



FOTO: Homogenización del suelo lixiviado con ceniza de madera y ceniza de bagazo en los recipientes según tratamiento en recipiente se marcó en las tapas el tratamiento y porcentaje correspondiente.



FOTO: Verificación de trabajo de investigación por parte del asesor y jurados.



FOTO: Empacar muestras de 1kg de cada tratamiento (10 T) para envío al laboratorio.



FOTO: Colocación de muestras de tratamiento en un cooler con su respectivo formato, las muestras con sus etiquetas correspondientes de los porcentajes en las bolsas de Ziploc de doble cierre.



FOTO: Colocación de muestras de tratamiento en laboratorio.