

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Aplicación de enmiendas orgánicas en la remoción
de plomo con *Urtica urens* en un suelo
contaminado de Sicaya, Junín, 2023**

Leidy Avencia Lovera Delgadillo
Brightt Xiomara Rondinel Montes

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : JOSE VLADIMIR CORNEJO TUEROS
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 24 de Julio de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

“APLICACIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS EN LA REMOCIÓN DE PLOMO CON *Urtica urens* EN UN SUELO CONTAMINADO DE SICAYA, JUNIN 2023.”

Autores:

1. LEYDI AVENCIA LOVERA DELGADILLO 1 – EAP. Ingeniería Ambiental
2. BRIGHTT XIOMARA RONDINEL MONTES 2 – EAP. Ingeniería Ambiental

Se procedió con la carga del documento a la plataforma “Turnitin” y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores palabras excluidas (en caso de elegir “SI”):20 SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

**La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)**

ASESOR

Dr. Jose Vladimir Cornejo Tueros

AGRADECIMIENTOS

La presente tesis es un esfuerzo de este arduo camino que hemos compartido no solo la carga del trabajo, sino también el entusiasmo por la investigación y el compromiso con la excelencia académica- Cada uno de nosotros ha aportado su perspectiva única y habilidades complementarias, creando así un trabajo enriquecido y bien fundamentado. Nuestros debates, discusiones y colaboración han sido fundamentales para el desarrollo de nuevas ideas y enfoques, enriqueciendo enormemente el contenido de esta tesis.

Este logro es el resultado de nuestra colaboración y compromiso compartido, y estamos orgullosos de haberlo alcanzado juntas. Esta tesis sea un testimonio de nuestra capacidad para trabajar en equipo, superar desafíos y alcanzar metas ambiciosas.

Agradecemos sinceramente la oportunidad de haber compartido este viaje con ustedes y esperamos que nuestra colaboración continúe en el futuro.

DEDICATORIA

Esto va dedicado a Dios por siempre guiar mi día a día. En memoria de mi padre Oscar Lovera. A mi madre Soledad Delgadillo. Jorge Gálvez y mis hermanos Oscar, José, Anthony y Marita por el apoyo incondicional que me dan, siendo mi fortaleza en el proceso de titulación. Las palabras de agradecimiento quedan cortas para cada uno de los que hicieron posible culminar esta investigación.

Leidy Lovera

Va dedicado a Dios por darme vigor. Para mis padres: Lino, Lucy, para mi hermana Gabriela, quienes siempre me animaron a perseverar con esfuerzo y la búsqueda constante del conocimiento, ustedes han sido mi mayor motivación para alcanzar mis metas y superar obstáculos. Me brindaron todo lo que soy como persona, cada página de esta tesis lleva impreso vuestro amor y vuestra confianza puesta en mí, es por ello que soy lo que soy ahora. Los amo mucha familia, con todo mi corazón.

Brightt Rondinel

ÍNDICE DE CONTENIDO

ASESOR	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	14
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	14
1.1.1. Planteamiento del problema	14
1.1.2. Formulación del problema.....	15
1.1.2.1. Problema general.....	15
1.1.2.2. Problemas específicos	15
1.2. Objetivos	15
1.2.1. Objetivo general.....	15
1.2.2. Objetivos específicos	15
1.3. Justificación.....	16
1.3.1. Justificación ambiental	16
1.3.3. Justificación teórica	16
1.4. Delimitación del proyecto	16
1.5. Hipótesis y variables.....	17
1.5.1. Hipótesis general.....	17
1.5.3. Variables	17
1.5.3.1. Variable independiente	17
1.5.3.2. Variable dependiente	17
1.6. Operacionalización de variables.....	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes del problema.....	19
2.1.1. Antecedentes internacionales	19
2.1.2. Antecedentes nacionales	20
2.1.3. Antecedentes locales	22
2.2. Bases teóricas	23
2.2.1. Enmiendas orgánicas en la remoción de plomo con <i>Urtica Urens</i>	23

2.2.2. Remoción de plomo	25
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	28
3.1. Métodos tipo y nivel de la investigación	28
3.1.1. Método de investigación	28
3.1.2. Tipo de investigación.....	28
3.1.3. Nivel de investigación	28
3.2. Diseño de la investigación.....	28
3.3. Población y muestra	29
3.3.1. Población.....	29
3.3.2. Muestra.	30
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	30
3.5. Metodología de la experimentación	32
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1. Resultados del objetivo específico 1	33
4.1.1. Resultados descriptivos.....	33
4.1.2. Resultados inferenciales.....	36
4.2. Resultados del objetivo específico 2	38
4.2.1. Resultados descriptivos.....	38
4.3. Prueba de la hipótesis general.....	42
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
5.1. Conclusiones	46
5.2. Recomendaciones	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados aplicación de compost en la remoción de plomo	33
Tabla 2. Resultados de la aplicación de compost en la remoción de plomo en las hojas	34
Tabla 3. Valores iniciales y finales después de aplicar las enmiendas orgánicas en la remoción de plomo	35
Tabla 4. Prueba de normalidad	36
Tabla 5. Estadígrafo de prueba: ANOVA (variable paramétrica).....	37
Tabla 6. Estadígrafo de Prueba: H de Kruskal-Wallis (variable no paramétrica).....	37
Tabla 7. Resultados aplicación de estiércol de lombriz en la remoción de plomo	38
Tabla 8. Resultados de la aplicación de estiércol de lombriz en la remoción de plomo en las hojas	39
Tabla 9. Prueba de normalidad	40
Tabla 10. Prueba de hipótesis de aplicación de estiércol de lombriz.....	41
Tabla 11. Estadígrafo de prueba: H de Kruskal-Wallis (variable no paramétrica)	42
Tabla 12. Significancia del efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas en la remoción de plomo con <i>Urtica urens</i> en un suelo contaminado	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localización de puntos de muestreo.....	31
Figura 2. Método del cuarteo.	31
Figura 3. Ubicación geográfica de los suelos de Sicaya	32
Figura 4. Aplicación de compost en la remoción de plomo (media)	33
Figura 5. Aplicación de compost en la remoción de plomo en hojas (media)	34
Figura 6. Aplicación de estiércol de lombriz (media).....	38
Figura 7. Aplicación de estiércol lombriz hojas (media)	39

RESUMEN

El tema investigado fue la aplicación de enmiendas orgánicas en la remoción de plomo con *Urtica urens* en un suelo contaminado. El objetivo general de la investigación fue determinar el efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas en la remoción de plomo con *Urtica urens* en un suelo contaminado. La metodología corresponde a un estudio de tipo aplicado, nivel explicativo y diseño experimental. La muestra de estudio fue de 64 kg en un suelo de 800 m². Los resultados muestran que en la primera enmienda con aplicación de compost el efecto fue significativo ($p=0.019<0.05$) y en la segunda enmienda con aplicación de estiércol de lombriz fue significativo ($p=0.021<0.05$). Se concluye que la aplicación de enmiendas orgánicas no tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens* en un suelo contaminado. ($p<0.005$).

Palabras clave: enmiendas orgánicas, remoción de plomo, *Urtica urens*, compost, estiércol de lombriz

ABSTRACT

The topic investigated was the application of organic amendments in the removal of lead with *urtica urens* in a contaminated soil, whose general objective was: Determine the effect of the application of organic amendments in the removal of lead with *urtica urens* in a contaminated soil. The methodology corresponds to an applied study, explanatory level and experimental design. The study sample was 64 kg on a floor of 800 m². The results show that in the first amendment with application of compost the effect was significant ($p=0.019<0.05$) and in the second amendment with application of worm manure it was significant ($p=0.021<0.05$), and it is concluded that the application of organic amendments does NOT have a significant effect on the removal of lead with *urtica urens* in a contaminated soil. ($p<0.005$).

Keywords: organic amendments, lead removal, *urtica urens*, compost, worm manure

INTRODUCCIÓN

La contaminación en el valle del Mantaro, al igual que otros campos, contiene metales pesados concentrados, entre ellos plomo. La zona de Sicaya se caracteriza debido a que muchos estudios encontraron niveles excesivos de plomo. El objetivo de este trabajo es restaurar aquellos suelos de tierras agrícolas que utilizan *Urtica urens* abonados con diferentes tipos de fertilizantes como agente fitosanitario y averiguar cuál de estos fertilizantes aumenta su capacidad curativa. Por lo tanto, existe daño causado por los metales a los organismos vivos, esto se debe a concentraciones bajas o altas que ocurren naturalmente y que causan efectos adversos; uno de ellos es el plomo, que es un elemento común, encontrándose en el suelo, el suministro de agua y la atmósfera.

Se ha estructurado el este informe en cuatro capítulos. El Capítulo I presenta el planteamiento del problema de investigación, objetivos, justificación y delimitación, también contiene las hipótesis y variables de estudio. El Capítulo II contiene el marco teórico, antecedentes del estudio, bases teóricas, definición de conceptos. En el Capítulo III trata sobre la metodología, conteniendo el método, tipo, nivel, diseño, muestra. En el Capítulo IV se muestra los resultados del estudio, tanto descriptivos como inferenciales probando las hipótesis. Seguidamente, se efectuaron las discusiones de resultados, para finalmente considerar las conclusiones y recomendaciones.

Las autoras

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

El suelo del mundo está bajo una gran presión. Un informe de 2015 sobre el estado de los recursos de suelos del mundo elaborado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ha identificado estas amenazas: densificación, compactación, acidificación, contaminación, pérdida de biodiversidad, pérdida de carbono orgánico, anegamiento y erosión. Las contaminaciones de los suelos son enjuiciadas en todo el mundo o a nivel internacional como una amenaza para la salud de los suelos y su fortaleza para dar atenciones ecosistémicas. La Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente discutió del tema el 2017 (1).

Por lo tanto, se considera como una amenaza grave para la salud a la contaminación del suelo, como ya se mencionó la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente analizó este tema en un tercer momento de sesiones y dio a conocer un llamado global en la Resolución 3/6 "Combatir la contaminación superficial para el desarrollo sostenible" (2).

En la Revista Técnica del Medio Ambiente (RETEMA) (3), refiere que, en Australia, la contaminación del suelo ha afectado a aproximadamente 80.000 sitios. China ha clasificado el 16 % de su tierra y el 19 % de su tierra agrícola como contaminadas. Existen alrededor de 3 millones de sitios que se encuentran contaminados dentro del espacio económico europeo y los Balcanes occidentales. En Estados Unidos, la lista de prioridades nacionales del Superfund incluye 1.300 áreas, que las autoridades consideran que tienen una contaminación grave.

El Ministerio de Salud (4) considera a la contaminación como uno de los mayores problemas que enfrenta el mundo, esta es causada por diversas actividades humanas diarias y procesos de

fabricación. Según la autoridad estatal peruana, uno de los contaminantes principales es el plomo que afecta a humanos, al reino animal y al medio ambiente. El plomo y otros metales no tienen ninguna función biológica y su presencia suele ser tóxica para los seres vivos.

La situación de contaminación en nuestro valle no es la excepción, ya que los campos se riegan con agua del río Mantaro, que contiene plomo. La zona de Sicaya se caracterizó porque muchos estudios encontraron niveles excesivos de plomo. El objetivo de este trabajo es restaurar aquellos suelos que utilizan *Urtica urens* fertilizados con diferentes tipos de fertilizantes como agente fitosanitario y averiguar cuál de estos fertilizantes aumenta su capacidad curativa (5).

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿En qué medida la aplicación de enmiendas orgánicas en la remoción de plomo con *Urtica urens* disminuye la contaminación de suelos de Sicaya, Junín 2023?

1.1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es el efecto de la aplicación de compost en la remoción de plomo en un suelo agrícola contaminado?

¿Cuál es el efecto de la aplicación estiércol de lombriz en la remoción de plomo en un suelo agrícola contaminado?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas en la remoción de plomo con *Urtica urens* en un suelo contaminado.

1.2.2. Objetivos específicos

Determinar el efecto de la aplicación de compost en la remoción de plomo con *Urtica urens*, en un suelo agrícola contaminado.

Determinar el efecto de la aplicación de estiércol de lombriz en la remoción de plomo en un suelo agrícola contaminado.

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación ambiental

El daño causado por los metales a los organismos vivos se debe a concentraciones bajas o altas que ocurren naturalmente y que causan efectos adversos. Entre los más comunes se considera la presencia de plomo, en el medio ambiente, este contaminante se encuentra en el suelo, la atmósfera y el suministro de agua. Los suelos agrícolas que tienen concentraciones de metales tienen una producción baja de alimentos, esto es debido a los agroquímicos utilizados al momento de restaurar el suelo a niveles óptimos de producción reduce las concentraciones de nutrientes naturales.

1.3.2. Justificación metodológica

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados, es necesario un tratamiento adecuado del suelo para garantizar una buena producción siguiendo prácticas agroecológicas.

1.3.3. Justificación teórica

El presente estudio se justifica teóricamente, porque da a saber y difunde resultados de la implementación de la técnica de recultivo de tierras contaminadas con ayuda de la tecnología de fitorremediación con el objetivo de difundirla en las regiones y localidades. En relación con la remediación de suelos contaminados, también permite mejorar en calidad el lugar contaminado a través de técnicas ecológicas y sanitarias y, además del mejora indirectamente las calidades de existencia de los productores, efectos socioculturales y ambientales positivos. La *Urtica urens* son plantas que se encuentra comúnmente en los campos y se emplea con objetivos "sanadores" o medicinas por los habitantes de la comunidad. En Perú, la sierra central ha tenido buenos resultados. práctico y sencillo al mismo tiempo.

1.4. Delimitación del proyecto

La delimitación espacial de la investigación corresponde al distrito de Sicaya, provincia de Huancayo, Región Junín

La delimitación temporal corresponde al año 2023.

1.5. Hipótesis y variables

1.5.1. Hipótesis general

H_0 = La aplicación de enmiendas orgánicas no tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens* en un suelo contaminado.

H_i = La aplicación de enmiendas orgánicas tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens* en un suelo contaminado.

1.5.2. Hipótesis específicas

H_0 = La aplicación de compost no tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens*, en un suelo agrícola contaminado.

H_1 = La aplicación de compost tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens*, en un suelo agrícola contaminado.

H_0 = La aplicación de estiércol de lombriz tiene un efecto significativo en la remoción de plomo en un suelo agrícola contaminado.

H_2 = La aplicación de estiércol de lombriz tiene un efecto significativo en la remoción de plomo en un suelo agrícola contaminado.

1.5.3. Variables

1.5.3.1. Variable independiente

Aplicación de enmiendas orgánicas con *Urtica urens*.

1.5.3.2. Variable dependiente

Remoción de plomo

1.6. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
<p>Variable Independiente</p> <p>Aplicación de enmiendas orgánicas con <i>urtica urens</i></p>	<p>El tratamiento de suelos con plantas es la capacidad de algunas especies vegetales para remover concentraciones de plomo en sus partes aéreas o radiculares. Las especies a utilizar tolerantes a estas concentraciones de plomo son: la <i>Urtica urens</i> (Ortiga menor) (García, 2008)</p>	<p>Para medir las enmiendas orgánicas en la remoción de plomo con <i>urtica urens</i>, se calculará la concentración de plomo foliar y radicular para ver la eficiencia.</p>	<p>Aplicación de compost</p> <p>Aplicación de estiércol</p>		mg/Kg
<p>Variable Dependiente</p> <p>Remoción de Plomo</p>	<p>La fuente de contaminación del suelo son principalmente partículas de aire suspendidas y aguas contaminadas por la industria. (Rumaldo , 2019)</p>	<p>Las concentraciones habituales en el suelo no contaminado están entre 5 – 25 mg/kg. En áreas contaminadas se pueden hallar en el suelo concentraciones de hasta 8 g/kg. En trayectos de 1 hasta 25 metros de las vías de tránsito principales, las concentraciones de plomo en los suelos pueden llegar hasta los 2 000 mg/kg.</p>	<p>Disminución del plomo en tierra agrícola</p>	<p>Plomo Inicial</p> <p>Plomo Final</p>	Ppm/%

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

Montiel en su tesis titulada: «*Efecto de la incorporación de enmiendas orgánicas en las propiedades del suelo y en el rendimiento de tomate tipo cherry (solanum lycopersicum l. Var. Cerasiforme)*», presentó un trabajo de carácter experimental realizado en el centro de experimento de Antumapu, situada en la jurisdicción de La Pintana, de Santiago. Se instauraron cuatro procedimientos formados por un testigo con aplicabilidad de abonos que contribuyeron: orujo de uva (T3), compost de origen animal (T2), compost de origen vegetal (T1), potasio (K) en niveles óptimos (T0) y nitrógeno (N), fósforo (P). Se hallaron disconformidades significativas ($p < 0,05$) en la extensión del eje céntrico en el procedimiento T1 al mes de determinado el cultivo, pero, pese a seguir con la propensión de mayor altitud al instante de la cosecha no fue significativamente diferente con el resto de los procedimientos. La investigación llega a la conclusión que los procedimientos con aplicabilidad de compost mostraron mayor peso de frutos cotejado con T0, en donde T1 mostró discrepancias significativas ($p < 0,05$) para la variable. El T1 mostró una correlación C/N < 15 que estaría en condiciones de beneficiar la mineralización en la tierra y una disponibilidad de N mayor para fases prematuras del cultivo (6).

Lozada presentó una tesis titulada: «*Fitorremediación como alternativa para la remoción de metales pesados en el recurso suelo en Colombia*» Colombia, 2020. Las informaciones se recopilaron en bases de datos como Google Scholar, SciELO, Scopus. Se poseyeron en consideración estudios de titulación profesional, grados de magíster y repositorios de disímiles centros universitarios nacionales e internacionales. Se halló que la especie *Brassica juncea* y la hiperacumuladora *Helianthus annuus* expresaron inapreciables eficacias de inmovilizaciones

de metales pesados como el Pb y Cd, pero, ante elementos de contaminación como el As y Hg, aunque se muestra ciertas capacidades de inmovilizaciones, se pueden acrecentar de manera significativa las eficacias de remociones realizando usanza combinada de fitorremediación con la aplicabilidad concurrída de colectividades microbiológicas en el régimen radicular de las plantas, que auxilian al mejoramiento de los procedimientos de rectificación frente a la usanza individualizada de las plantas hiperacumuladoras. La investigación concluye que la fitorremediación muestra el potencial conveniente por la baja influencia económica y ambiental que llevan sus implementaciones, pero, es importante efectuar más experimentaciones, y así, desplegar más planes pilotos que consigan proporcionar soluciones de rectificación en los sitios donde se halla el efecto de carácter ambiental, como es el caso en sitios donde se hallan industrias mineras donde extraen principalmente plata y otro donde se utiliza una gran cantidad de mercurio lo cual aporta el 85% de derramamientos de mercurio al suelo y agua, con respecto al resto de los territorios de la nación. (7).

Ibarra presentó una tesis titulada: «*Perspectivas para la biorremediación de suelos contaminados con plomo en Colombia*». Para ello, se revisaron artículos relacionados al tema de investigación divulgados en los novísimos 15 años; las palabras claves son: biorremediación plomo suelo, contaminación plomo metales pesados suelo Colombia, contaminación metales pesados suelo, contaminación plomo suelo. Las tácticas de biorremediación deben ser practicadas teniendo profundos conocimientos sobre las peculiaridades de la tierra, contaminantes y clima, contaminante y organismos biorremediadores, debido a que hay una numerosa cuantía de variables que se debe de tener en consideración al momento de determinar tácticas de descontaminaciones de tierras usando materia orgánica viva. La investigación concluye que la nación colombiana hay un número cuantío de ambientes, el arquetipo de tierras y las particularidades de los ecosistemas ya contaminados son basamentos para determinar maniobras de biorremediación de plomo; se debe considerar que actualmente hay poca normatividad legal que sistematice los niveles de Pb, lo que manifiesta los motivos por los cuales en la actualidad hay poicos estudios relacionados a la contaminación por Pb (8).

2.1.2. Antecedentes nacionales

Azabache et al presentaron un artículo titulado: «*Enmiendas orgánicas y fitorremediación de cadmio y plomo por lechuga (*Lactuca sativa L.*) en un suelo agrícola contaminad*». Para ello, la metodología correspondió a los experimentos son: vermicompost (VC), estiércol de cuy (EC) y biochar (BCH), al 10 % y 20 %, preparados en un bosquejo al azar. Se valuó Cd y Pb en suelo, hojas y raíz, conjeturando los elementos de remediación (FR), translocación (FT) y bioconcentración (FBC). Los comprendidos preliminares de Cd y Pb en la tierra predominaron el Patrón de Calidad Ambiental (ECA). El BCH (20%) aumentó Cd en hojas y raíces, redujo

Pb en raíz y aumentó Pb en hojas. Los resultados fueron que la concentración de Pb y Cd en lechuga prevalecieron los términos permitidos. El FBC de Cd y Pb fue <1 ; el FT fue >1 para Cd en ciertos procedimientos con rectificaciones orgánicas y para Pb con BCH (20%). La investigación concluye que *Lactuca sativa* tuvo un FR de 55,88 % para Cd y 51,75 % para Pb, y se consideró una planta fitoextractora (9).

Rojas y Ortiz presentó una tesis titulada: «Análisis comparativo entre *urtica urens*, *aloe barbadensis miller* y *helianthus annuus* al fitorremediar suelos contaminados con metales pesados plomo y cadmio – 2022». Para ello, se utilizó el método documental, donde se revisaron numerosas bibliografías. El resultado fue variando entre las importancias o rango de 0.08 mg/kg hasta 107 mg/kg; asimismo, tuvo variedad *Helianthus annuus* con una porcentualidad de remociones del 70.88 % y en el caso del Cadmio, mostró fue la *Urtica urens*, con un 74 % de remoción. La investigación concluye que se efectuó un cotejo entre las concentraciones finales de las tierras y los patrones de calidades ambientales encontrados en el D.S. N°011–2017–MINAM. Se halló que había muestras que excedían con excesos las muestras y ECAs que no. La muestra que sobrepasa el ECAs de tierra poseemos: Mutiti (2017), Liñán (2018), los de Díaz (2017), Suaña, Yacolca (2017) (2017), el de Rumaldo (2019). El de Mogollón et al (2018) que sobrepasa el ECA en suelos urbanos y en suelos comerciales, industriales y extractivos. (10)

Ramírez y Torres presentaron una tesis titulada: «Eficacia de la fitorremediación de suelos contaminados con plomo utilizando *phragmites australis* y enmienda en los pasivos ambientales de paredones- Cajamarca, 2019». El objetivo fue establecer si la fitorremediación y rectificación son eficientes en las concentraciones de plomo. En la metodología se utilizaron un número determinados de dosificaciones y tratamientos para el mejoramiento de tierras con diferentes abonos efectuando el sembrío de *Phragmites australis*. Como resultado se logró empequeñecer las concentraciones de plomo a 2010.60 mg/kg esgrimiendo *Phragmites australis* y enmienda. La investigación concluye que el elemento de bioconcentración arrojó ser inferior a 1, consiguiendo una excluyente planta; y el factor de traslocación es superior a 1, estableciéndose que la planta es hiperacumuladora de metales pesados (11).

Rumaldo presentó una tesis titulada: «Descontaminación de suelos con plomo usando *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza en el Callao». Correspondiendo para el desarrollo de la investigación, trabajar con 72 kg de tierra del parque Ramón Castilla – Callao. Los resultados fueron que empleando los procedimientos se consiguió disminuir las concentraciones de plomo existentes en la tierra franca arcillosa, las concentraciones iniciales fueron de 980 mg/kg, posteriormente a aplicabilidad de los

procedimientos, las porcentualidades de eficacia fitorremediadora fueron: procedimiento con *Urtica urens* y gallinaza al 20 %, la porcentualidad de reducciones fueron fue de 39.45 %. La investigación concluye que alcanzó a establecer purificación de plomo en tierras con *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* de plomo a los cuarenta y cinco días. (12)

2.1.3. Antecedentes locales

Espinoza presentó la tesis titulada: «*Recuperación de suelos contaminados con plomo (ii) a escala piloto, utilizando girasol (*helianthus annuus l.*) con diversos tipos de abono en el distrito de Sicaya*». El objetivo fue recobrar las tierras contaminadas con plomo (II) a gradación piloto usando girasol con varios tipos de abonos en Sicaya. La metodología: Se laboró en una superficie de 3200 m² fraccionados en 4 lotes (técnicas agroecológicas, abono natural, abono comercial y testigo) divididas en cuatro repeticiones sembrándose girasol (*Helianthus annuus*), con el fin de valorar su capacidad fitorremediadora manejando disímiles abonos. Las resultas fueron que las concentraciones iniciales de plomo antes de la investigación fueron de 185.25 ppm, excediendo un 264 % al ECA para tierras dedicados a la agricultura. Al elaborar la investigación con fertilizante denominado superfosfato triple, generando un (71.82 %) Al mismo tiempo, los girasoles con abono comercial centralizaron mayor cuantía de plomo interiormente (25.22 ppm) en contra posición a la porcentualidad de plomo removido (71.82 %) por procedimiento. La investigación concluye que todos los procedimientos poseen efectos eficaces de remoción, que consigue disminuir la concentración de plomo (II) por debajo del nivel del ECA para suelos agrícolas (52.19 ppm); para la segunda resulta es para el fertilizante natural con estiércol de ovino, lográndose una disminución de de plomo (II) respecto al ECA (69.14 ppm) (5).

Castro presentó la tesis titulada: «*Efecto del quelato (EDTA) en la fitorremediación de un suelo contaminado por plomo, con Urtica urens en La Oroya, 2018*». El objetivo fue establecer el efecto del quelato (EDTA) en la fitorremediación de una tierra contaminada por plomo (Pb), con *Urtica urens* en la Oroya. Se aplicó 5 dosis de EDTA en una tierra contaminada con Pb, los procedimientos son: TT1 (control); T2 (0.05); T3 (0.10); T4 (0.15); T5 (0.20) y T6 (0.25) g.kg-1. Para ello se dispusieron un bosquejo de 3 repeticiones, las semillas de *Urtica urens* fueron sembradas en 18 macetas, en situaciones inspeccionadas por 60 días. Las resultas fueron que el elemento de translocación (FT) tuvo su mayúsculo valor de 0.81 con la cantidad de T5 (0.20 g EDTA.kg-1), mostrando que esta es una planta de modo potencial fitoestabilizadora (13).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Enmiendas orgánicas en la remoción de plomo con *Urtica Urens*

2.2.1.1. Movilización de plomo en el suelo

Los metales pesados insertados en las tierras se distribuyen de manera lenta entre los componentes de las etapas sólidas. Esta distribución se particulariza por una vertiginosa inicial retención y ulterior reacción lenta, estribando de las variedades del metal, particularidades de la tierra, grado de tiempo e introducción (14).

2.2.1.2. Aplicaciones biotecnológicas para recuperación de suelos degradados en ambientes mediterráneos: incorporación de enmiendas orgánicas

En condición natural, la tierra despliega a un momento equilibrado en un proceso parsimonioso de formaciones llamado edafogénesis. El suelo en estos contextos de máximas evoluciones se halla medianamente cubierta de vegetaciones, lo que le proporciona una cuantía progresivamente creciente de materia orgánica y nutrientes, ayudando al mantenimiento e incluso a la mejora de su estructura, al mismo tiempo que desempeña un papel protector papel contra la erosión y la degradación. Por tanto, podemos decir que los suelos conservan calidades adecuadas y efectúan correctamente todas sus funciones (15).

El equilibrio que alcanza el territorio consigue observarse alterado por muy disímiles operaciones, entre las que sin duda merecen destacarse las creadas por el hombre. En particular, la agricultura puede (si se utiliza de manera inapropiada o en exceso) dañar significativamente la calidad del suelo, haciendo que alcance un nivel de calidad mucho más bajo que el que mantienen los suelos naturales. En tierras de las cuencas mediterráneas de clima semiárido, las resultas negativas de deficientes gestiones agrícolas pueden poseer en relación a su calidad se perciben empeorados por elementos climáticos propios de la zona, como el sustrato climatológico o litológico. Otro elemento por incidir, que influye en los procedimientos de degradaciones del suelo, son introducciones de determinados contaminantes al suelo, ya sea de modo esporádico o por usanza excesiva de agroquímicos (15).

Resumiendo, podemos decir que tanto la agricultura de carácter intensivo realizado en mayor porción de las tierras de las áreas mediterráneas, como los usos agrícolas de terreno marginal propenso a degradaciones ambientales y poco apto para los cultivos, así como el fenómeno de contaminación del suelo que desgraciadamente son mucho frecuente, están obligando al uso de una técnica inadecuada de manipulación para conservar las producciones, perdiendo la calidad y fertilidades de estas tierras. Como resulta, se encuentran amplias áreas de terrenos que muestran sintomatologías severas de degradaciones revelando reducciones de su cubierta vegetal (15).

2.2.1.3. Teorías relacionadas al tema

a) Bioacumulación

Cuando la especie es adaptable a crecer y desarrollarse en aquella tierra con mucha carga contaminante en metales que son pesados, carga contaminante resultante muy dañina, incluso en aquellas emparentadas de modo adyacente a esta. Estas variedades son consideradas como capaces y aptas de detener el metal del suelo, que subsiguientemente se activaran en sus epitelios (16).

Las acumulaciones de contaminantes se desarrollan en hojas y raíces en sus órganos estomáticos y en la epidermis de la epidermis. Este avance sucede en el anillo dérmico de las raíces jóvenes, donde el transporte de complejos sigue condiciones externas, como las propiedades fisicoquímicas de pH y temperaturas del suelo. Considerándose planta de almacenamiento ya que se adapta, tolera y sobrevive en suelos con altos contenidos de metales, deteniendo metales en el procedimiento. Al atravesar la carga contaminante a la membrana, se distribuye por el epitelio de contaminantes absorbidos desde la raíz se mueven hacia tallo y hojas (17).

b) Plomo

En la corteza terrestre se encuentran los metales naturales, pero hay actividades económicas involucradas en las liberaciones de este metal al medio ambiente como las acciones de carácter industrial, minera y metalúrgica. En el medio ambiente, el plomo se logra hallar en el aire como sustancia en suspensión, en el agua, en el suelo y en el ecosistema en general. Las vías de exposición humana son oral y dérmica. Las retenciones de plomo en el líquido sanguíneo, los dientes y los huesos se puede utilizar para determinar la exposición. Cuando el plomo se adhiere al suelo, puede seguir cuatro vías posibles: fijación en el organismo huésped a través del ciclo del agua, incorporación al comprendido orgánico del suelo y absorción por la fauna y flora de la biota. Retener o transportar agua subterránea o superficial (18).

De otro modo, el plomo al constituir una atadura con el suelo como receptor, varía particularidades debido a resultados químicos, lo que significa disminución de la fecundidad de la tierra generada por la mengua de flora y fauna, y consecuencia biológica como reducciones cualitativas y cuantitativas del incremento exponencial de colectividades bacterianas (19).

2.2.1.4. *Urtica urens*

La ortiga (*Urtica urens*), tiene la siguiente clasificación botánica: (20)

Reino: Vegetal

División: Angiospermas

Clase: Dicotiledononea

Subclase: Archiclamidea

Especie: *Urtica urens*

Género: Urtica

Familia: Urticaceae

Orden: Urticales

Nombres comunes: Cachunquisa yuyo (Aymara), itapallu, Yana kisa (quechua), chura ortiga ardiente, punchi, ortiga negra, pica pica, Atapilla negra.

Urens L. (Urticáceas) es una variedad vegetal abundantemente repartida en Latinoamérica (Argentina, Uruguay Chile, Brasil Bolivia.), Australia, África, Asia, África y Europa. Es una variedad anual, crece de 10-50 cm de alto que se halla en disímiles prototipos de suelo (ribera de los ríos, bordes de camino, desierto)

Son plantas vivaces, sin látex con tallo estriado suculento provisto de pelo urticante delgado y unicelulares esparcido en ambas caras. Las acciones urticantes se deben a los líquidos contenidos en los pelos que se liberan al arrancarlos. Muestran simples hojas pecioladas, contrapuestas, dentadas, verde oscuro, de cistolitos redondos. Las flores se hallan colocadas sobre racimos largos extendidos en cuyas axilas de hojas han sido insertados, pequeñas, cuantiosas y unidas en glomérulos sésiles-.

2.2.2. Remoción de plomo

Las fuentes de contaminaciones de los suelos son principalmente las aguas contaminadas de las industrias y partículas de aire que se encuentra suspendida.

En el suelo, la concentración habitual sin contaminación está entre 5 – 25 mg/kg. sin embargo, en zonas con contaminación se consiguen una concentración de inclusive 8 g/kg. En itinerarios de entre uno y veinticinco metros de los caminos de tráfico principal, la concentración de plomo en las tierras consigue alcanzar inclusive los 2 000 mg/kg (14).

2.2.2.1. Fuentes de contaminación de plomo

Ubillus refiere que se consigue enumerar las iniciaciones contaminantes del plomo en diferentes orígenes ya sea aire, agua y suelo, poniendo como referencia las clasificaciones químicas tradicionales de la química (19), se clasifica en:

- ✓ Fuentes inorgánicas

✓ Fuentes orgánicas

a) **Fuente inorgánica:** constituidas por las cargas contaminantes. De manera general la fuente de origen inorgánico es: (14)

- Minería: los estados de Méjico y el Perú son los trascendentales países que generan el plomo, esto significa que en los países las actividades mineras son de gran actividad, y se hallan en la cordillera de Los Andes.
- Metalurgia: se obtienen los metales que corresponden, el plomo son metales que son refinados, en grandes proporciones. Este proceso se realiza en la Oroya, emitiendo residuos a la atmósfera de emisiones de óxidos y de azufre , restos sólidos, al mismo tiempo arrojados al río Rímac.
- Industria de acumulación de plomo: en este procedimiento industrializado, se usa como compuesto primordial, el PbO, para el uso en la reproducción de placas
- El área de recubrimiento. es usado y sigue consumiéndose, sales de plomo, sales de plomo y óxidos a fin de conseguir tonos amarillos y blancos
- Municiones de armas: las cápsulas fulminantes poseen como componentes principales el estifnato y dióxido de plomo, estos átomos chicos, se apartaban, por intermedio de los vehículos destinados al recojo de basura.
- Industria del vidrio: emplean aditivos, con la finalidad de que el vidrio posea o muestre determinadas peculiaridades o particularidades, para conseguir ciertas propiedades como dureza y resistencia al calor (19).
- Cosméticos: para su elaboración se hace uso de colorantes pilíferos que contienen componentes activos, y acetato de plomo, una de las fuentes contaminantes se debe a que, en el tiempo que dura los procedimientos de teñidos, una parte de la capacidad, son eliminados por los desagües (19).
- Cañerías: en la actualidad las edificaciones, casas viejas e industrias, tienen red de ductos de plomo, lo que con el uso se convierten en sales de plomo como carbonados y cloruros. (14).

b) **Fuentes orgánicas:** estas fuentes se producen por el plomo y tabaco y cuando derivados de plomo alquilicio hacen cambios, en el cuerpo humano debido al consumo de tabaco (14).

La concentración de plomo en el suelo en el momento de la fundición se ha medido hasta 60.000 mg/kg. A diferencia de suelos urbanos, donde el plomo es mezcla de polvo, partículas atmosféricas y virutas de pintura que contienen plomo depositándose en el suelo. Debido la dificultad de dispersión del plomo, que no se degrada en el suelo, lo que puede convertirse en fuente de exposición en el largo plazo (14).

2.2.2.2. Dimensiones

De acuerdo a Peñaranda (21) las enmiendas orgánicas se pueden descomponer en:

- **Compost**

Resultado en el proceso de oxidación biológica con fermentación aeróbica controlada en la que intervienen varios microorganismos que requieren humedad suficiente y una matriz orgánica heterogénea en composición, tamaño y esencialmente sólida. Pasa por una fase de alta temperatura que eventualmente produce CO₂ (dióxido de carbono), minerales, agua y materia orgánica estabilizada y esterilizada como productos de diversos procesos de transformación, libres de patógenos y semillas no deseadas; Rico en microbiota útil, humus y organismos metabólicos vegetales, activador.

- **Estiércol de lombriz**

El humus de lombriz es considerado un material orgánico que al ser procesado por el hombre resulta la conversión de material orgánico por parte de la lombriz roja de California. Conocida también como vermicompost o humus de lombriz. Esta transformación ocurre cuando la materia orgánica pasa por el tracto digestivo y es mezclada con minerales, compuestos minerales, microorganismos y fermentaciones, provocando la conversión bioquímica en la materia orgánica original, resultando en una hidratación y mineralización más rápida. Luego en el suelo se activa el metabolismo de microbios y plantas gracias a la composición de fitohormonas.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Métodos tipo y nivel de la investigación

3.1.1. Método de investigación

De acuerdo a Tamayo: “el método científico consiste en un método de investigación usado principalmente en la producción de conocimiento en las ciencias. Para ser llamado científico, un método de investigación debe basarse en la empírica y en la medición” (22). Por lo tanto, esta investigación utilizó el método científico.

3.1.2. Tipo de investigación

Fue aplicada pues consistió en implementaciones o sistematizaciones, de experimentos de un tratamiento determinado con estiércol de lombriz y compost. Se puso en práctica el conocimiento adquirido para conocer la realidad de manera sistemática, organizada y rigurosa (23).

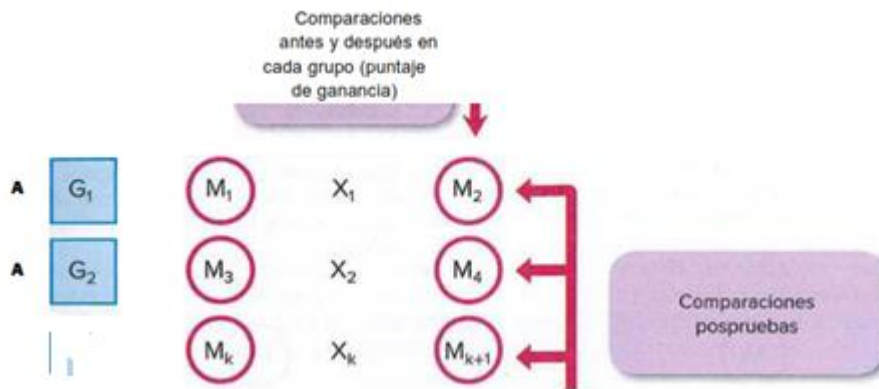
3.1.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo. Según Supo “el nivel es explicativo cuando como su nombre lo dice explica el comportamiento de una variable en función de otra; por ser estudios de causa-efecto” (24).

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue experimental, con siete (07) tratamientos dispuestos de arreglo factorial de 2 x 2, más un tratamiento adicional. Cada uno con dos repeticiones.

Ver el siguiente esquema:



Donde:

G_1 = Estiércol de lombriz

G_2 = Compost

X_1b = EL (25% m/m)

X_1b_2 = EL(50% m/m)

X_1b_3 = EL(75% m/m)

X_2b_1 = C (25% m/m)

X_2b_1 = C (50% m/m)

X_2b_1 = C (75% m/m)

M_1 = Dosificación₁

M_2 = Dosificación₂

M_3 = Dosificación₃

M_4 = Dosificación₄

M_5 = Dosificación₅

M_6 = Dosificación₆

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

De acuerdo a Kerlinger (25) “la población objeto de estudio es definida como el universo de la investigación sobre la cual se pretende generalizar los resultados. En este caso son los registros de contaminación de suelos durante el experimento en 800 m² de suelos de Sicaya – Huancayo.

El metro total del terreno de estudio es de 800 m².

3.3.2. Muestra

La parcela de suelo agrícola es de 800 m², se tomó un total de muestra de 64 kg de suelo agrícola contaminado con plomo, se tomó 8 puntos de muestreo indicado por la guía para muestreo de suelos del MINAM, para áreas menores a 1000 m².

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

La técnica fue la observación para evaluar la fitorremediación del plomo para la remoción de un suelo agrícola contaminado por esta sustancia, en base a un diseño experimental, donde estuvo monitoreada con las dimensiones de las variables estudiadas.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Se utilizaron los materiales que siguen:

- **Materiales para recolección de la muestra de suelo**

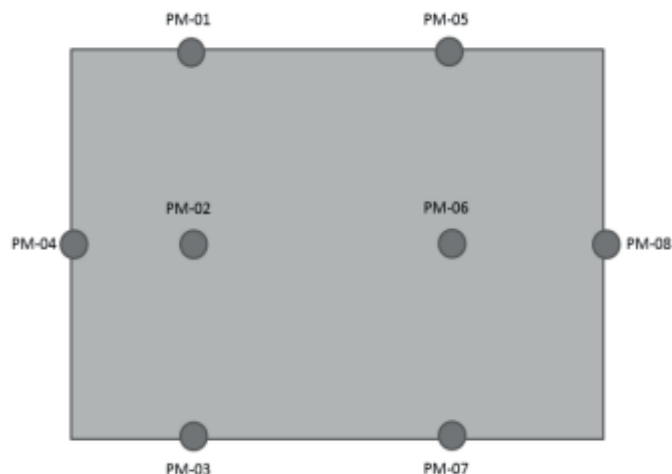
- ✓ Lampa
- ✓ Pico
- ✓ Bolsas polietileno
- ✓ Plumones indelebles
- ✓ Cernidos de malla N° 2 mm
- ✓ Guantes quirúrgicos
- ✓ Bolsas para el recojo del muestreo de suelo
- ✓ Stickers

- **Materiales para la siembra**

- ✓ Macetas
- ✓ Balanza
- ✓ Plumones tinta indeleble
- ✓ Bolsas
- ✓ Stickers

3.4.3. Recolección de muestra de suelo

Para la recolección se hizo uso de la guía del D. S. N°002-2013- MINAM, se delimito el área donde se realizó 8 calicatas con una profundidad de 30 cm.



**Figura 1: Localización de puntos de muestreo.
Tomada de la Guía para el muestreo de suelo**

Después de realizadas las 8 calicatas estas se mezclaron y se retiraron restos de materiales como piedras, hojas, y pastos, luego se procedió a cernir los 64 kg de muestra de suelo contaminado por plomo, para evitar algunas impurezas más, después se ejecutó la técnica del cuarteo y luego se obtuvo una muestra de 1 kg para mandar a analizar a la Universidad Agraria la Molina (UNALM), las muestras restantes se colocaron en sacos para luego ser colocados en maceteros de PVC.



**Figura 2. Método del cuarteo.
Tomada de la Guía para el muestreo de suelos**

3.4.4. Proceso experimental

- ✓ Tamizaje del suelo en Sicaya (aproximadamente 64 kg), tamiz de 2 mm de diámetro promedio de malla y secado al aire libre.
- ✓ Se colocó en macetas de PVC, 2 kg identificando a cada tratamiento a realizarse.
- ✓ Se agregó agua para lograr humedad en los maceteros.
- ✓ Se añadió las dosis de compost a cada uno de los maceteros y de igual manera con el estiércol de lombriz.
- ✓ Después sembramos 5 semillas de ortiga por cada macetero como el compost y el estiércol de lombriz.

- ✓ Después de 15 días de la siembra el número de ortigas fue homogenizada por tratamiento, dejando por cada unidad, tres plantas, siendo las débiles retiradas.
- ✓ Fue 65 días, los que correspondieron a este experimento verificando cuidadosamente el crecimiento de la ortiga, realizando el riego oportuno, pues es necesario que las plantas crezcan.
- ✓ Finalizando el período anterior se verificaron las muestras de la planta (ortiga) de cada tratamiento, y se colocó en una bolsa de papel Kraft y se mandó a analizar.
- ✓ Finalizando el periodo experimental se mandó a analizar las muestras de correspondía a cada experimento, siendo enviado para el análisis de contenido de plomo al laboratorio

3.5. Metodología de la experimentación

3.5.1. Ubicación geográfica

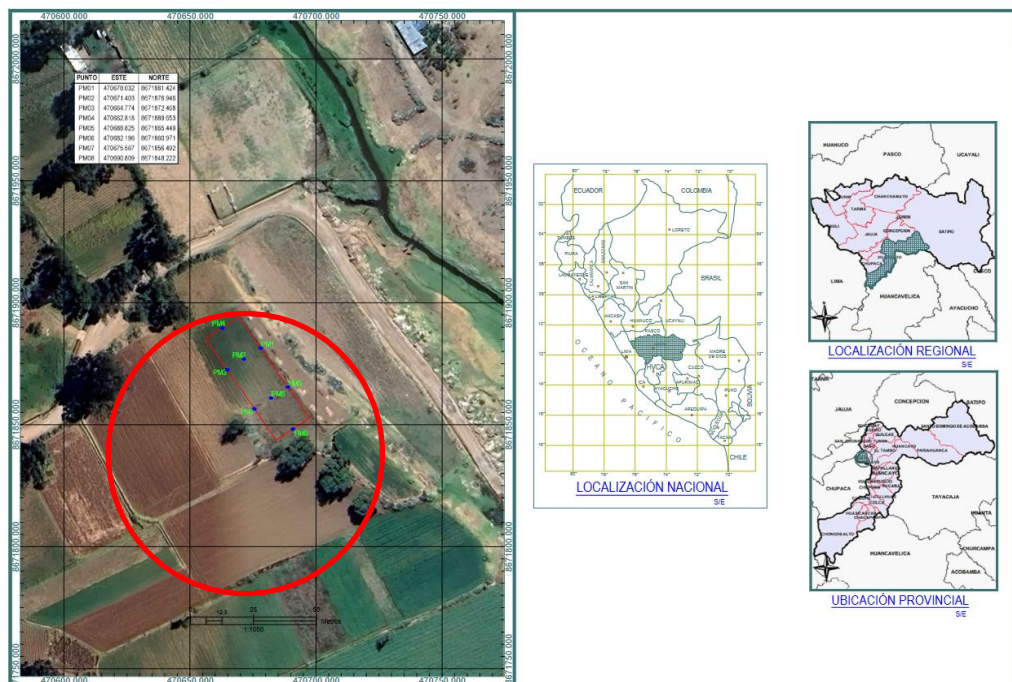


Figura 3. Ubicación geográfica de los suelos de Sicaya

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del objetivo específico 1

El objetivo específico 1 fue determinar el efecto de la aplicación de compost en la remoción de plomo con *Urtica urens*, en un suelo agrícola contaminado.

4.1.1. Resultados descriptivos

Tabla 1. Resultados aplicación de compost en la remoción de plomo

		Estadísticos			
		Testigo	5%	10%	15%
N	Válido	3	3	3	3
	Perdidos	0	0	0	0
Media		322,11	289,51	261,72	281,69
Asimetría		1,361	-0,933	0,770	1,489
Error estándar de asimetría		1,225	1,225	1,225	1,225

**Aplicación de compost en la remoción de plomo
(Media)**

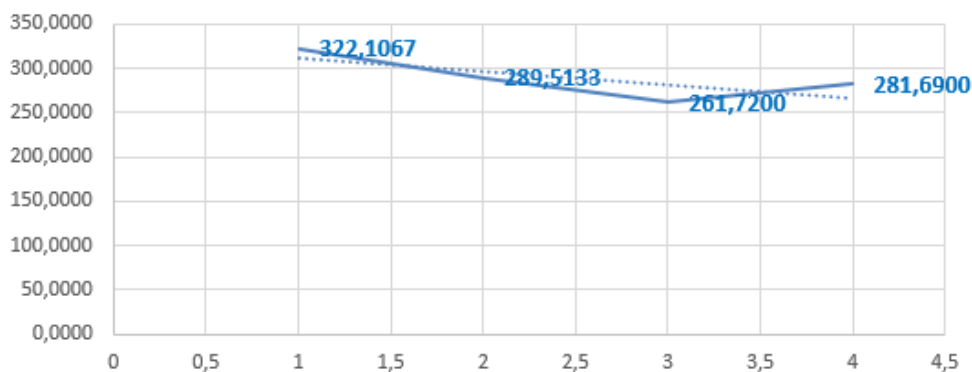


Figura 4. Aplicación de compost en la remoción de plomo (media)

Interpretación:

La tabla 1 muestra los resultados de la aplicación del compost en relación al testigo que tiene una media de 322.11, al 5 % tuvo una media de 289.5 (menor en 32.6 puntos al testigo), y una asimetría de -0.933 que muestra una distribución inclinada hacia la derecha al 10 % la media fue de 261.72 (menor en 60.39 puntos al testigo) y una asimetría de 0.770 que muestra una distribución inclinada hacia la izquierda, y al 15 % la media fue 281.69 (menor en 40.4 puntos al testigo) y una asimetría de 1.489 que muestra una distribución inclinada hacia la izquierda.

De esta observación se deduce que la adición al 10 % alcanza un nivel de remoción elevado con compost, que logra reducir las concentraciones de plomo, en comparación a los otros tratamientos.

Tabla 2. Resultados de la aplicación de compost en la remoción de plomo en las hojas

		Estadísticos			
		Testigo	5%	10%	15%
N	Válido	3	3	3	3
	Perdidos	0	0	0	0
Media		108,33	134,86	168,20	123,17
Asimetría		105,31	129,65	165,50	119,98
Error estándar de asimetría		110,39	139,48	170,81	126,90

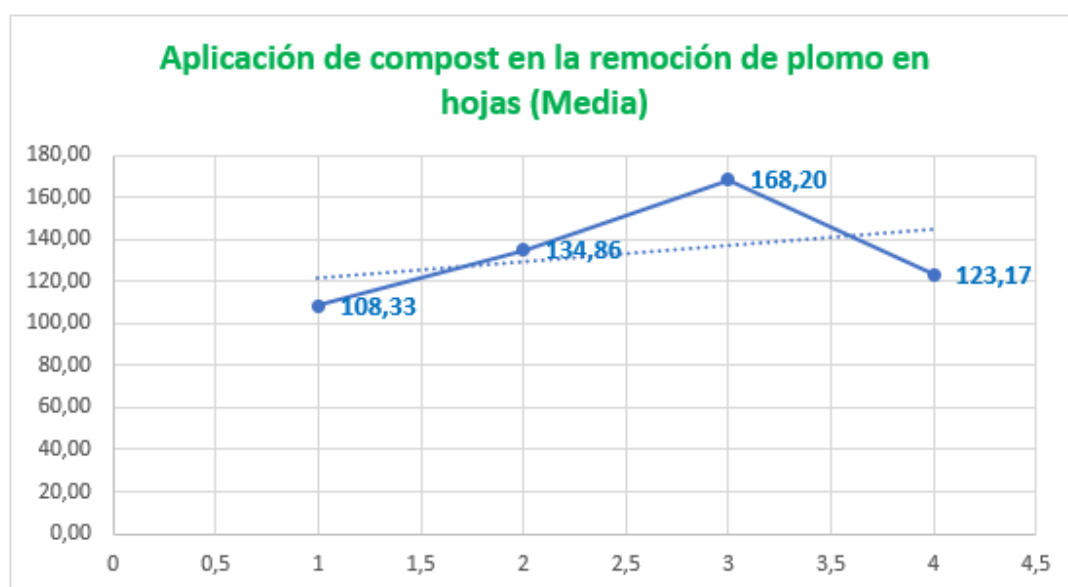


Figura 5. Aplicación de compost en la remoción de plomo en hojas (media)

Interpretación:

La tabla 2 indica las resultas de la aplicación del compost en relación al testigo que tiene una media de 108.33; al 5 % tuvo una media de 134.86 (+26.53 puntos mayor al testigo), y una asimetría de 0.747 que indica una distribución sesgada a la izquierda al 10 % la media fue de 168.20 (+59.87 puntos mayor al testigo) y una asimetría de 0.507 que muestra una distribución inclinada hacia la izquierda, y al 15 % una media de 123.17 (+14.84 puntos mayor al testigo) y una asimetría de 0.317 que indica una distribución sesgada hacia la izquierda.

De esta observación se deduce que a dosis del 10 % se tiene la mayor acumulación de plomo en las hojas de *Urtica urens*.

Tabla 3. Valores iniciales y finales después de aplicar las enmiendas orgánicas en la remoción de plomo

PARAMETRO	Valor Inicial	Valor Final	ECA- Suelo	Comparación ECA
Plomo Total	332.47 ppm	261.72 - Compost	70	70.75
Plomo biodisponible	332.47 ppm	292.01 - Humuz	70	40.46

Interpretación: 3

32.47 ppm - este valor indica que la concentración inicial de plomo en el suelo era significativamente superior al ECA de suelo de 70 ppm, pero obteniendo un valor final con el tratamiento de compost de 261.72 ppm, que disminuyó al 70.75ppm del plomo inicial. De la misma manera, en el tratamiento de humus de lombriz con un valor inicial 332.47 ppm, obteniendo un valor final de 292.01 ppm, que disminuyo al 40.46 ppm del plomo en el suelo.

Comparación con el Eca

El estándar de calidad ambiental para suelo (ECA) para plomo en Perú es de 70 ppm. Sin embargo, en este proyecto de investigación supera los 70 ppm, pero logra disminuir el plomo en el suelo respecto a su valor inicial.

4.1.2. Resultados inferenciales

a) Prueba de normalidad

H_0 = La variable compost tiene distribución normal

$$p < 0.005$$

H_i = La variable compost no tiene distribución normal

$$p > 0.005$$

Prueba de normalidad: Shapiro – Wilk (muestra menor de 50)

Interpretación

Shapiro Wilk muestra una significancia ($p=0.146 > 0.05$) para la variable compost en la remoción de plomo en suelo y una significancia ($p= 0.003 < 0.05$) para la variable compost en la remoción de plomo en hoja.

Conclusión

Para la aplicación de compost en suelo ($p > 0.05$) se probará la hipótesis con ANOVA y para la aplicación de compost en la remoción de plomo en las hojas ($p= 0.003 < 0.05$) se probará la hipótesis con el estadígrafo H de Kruskal-Wallis.

b) Prueba de hipótesis para aplicación de compost con *Urtica urens* en suelo agrícola contaminado

H_0 = La aplicación de compost no tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens*, en un suelo agrícola contaminado.

$$p > 0.005$$

Tabla 4. Prueba de normalidad

	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Compost	0,190	12	,200*	0,897	12	0,146
Compost Hojas	0,294	12	0,005	0,758	12	0,003

H_i = La aplicación de compost tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens*, en un suelo agrícola contaminado.

$$p < 0.005$$

Tabla 5. Estadígrafo de prueba: ANOVA (variable paramétrica)

ANOVA					
Compost	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5681,142	3	1893,714	239,466	0,000
Dentro de grupos	63,265	8	7,908		
Total	5744,407	11			

La significancia ($p=0.000<0.05$) indica que la diferencia entre grupo (testigo, 5 %, 10 % y 15 % es significativo)

- **Decisión estadística**

Rechazando la hipótesis nula y aceptándose de la investigación que dice: La aplicación de compost tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens*, en un suelo agrícola contaminado. ($p=0.000<0.05$)

c) Prueba de hipótesis para aplicación de compost en la remoción de plomo con *Urtica urens*, en las hojas.

H_0 = La aplicación de compost no tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens*, en las hojas

$$p>0.005$$

H_1 = La aplicación de compost tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens*, en las hojas.

$$p<0.005$$

Tabla 6. Estadígrafo de Prueba: H de Kruskal-Wallis (variable no paramétrica)

Estadísticos de prueba	
H de Kruskal-Wallis	9,974
gl	3
Sig. asintótica	0,019

La significancia ($p=0.019<0.05$) indica que la diferencia entre grupo (testigo, 5 %, 10 % y 15 % es significativo).

- **Decisión estadística**

Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la de investigación que refiere: la aplicación de compost tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens*, en las hojas. ($p=0.019 < 0.05$)

4.2. Resultados del objetivo específico 2

El objetivo específico 2 fue determinar el efecto de la aplicación de estiércol de lombriz en la remoción de plomo en un suelo agrícola contaminado.

4.2.1. Resultados descriptivos

Tabla 7. Resultados aplicación de estiércol de lombriz en la remoción de plomo

		Estadísticos			
		Testigo3	5%	10%	15%
N	Válido	3	3	3	3
	Perdidos	0	0	0	0
Media		322,11	312,87	292,02	305,77
Asimetría		1,361	,747	,507	,317
Error estándar de asimetría		1,225	1,225	1,225	1,225

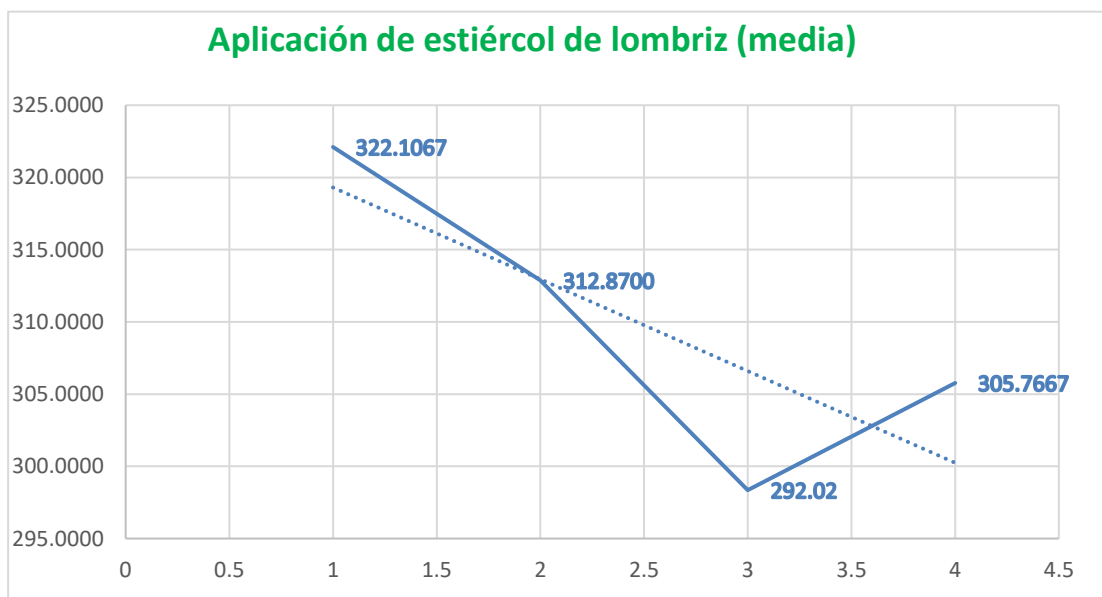


Figura 6. Aplicación de estiércol de lombriz (media)

Interpretación:

La tabla 4 indica las resultados de la aplicación del estiércol de lombriz en relación al testigo que tiene una media de 322.11; al 5 % tuvo una media de 312.87 (-9.24 puntos al testigo), y una asimetría de 0.747 que muestra una distribución inclinada hacia la izquierda al 10 % la media fue de 298.35 (-30.09 puntos al testigo) y una asimetría de 0.507 que muestra una

distribución inclinada hacia la izquierda, y al 15 % la media fue 305.77(-16.34 puntos al testigo) y una asimetría de 0.317 que muestra una distribución inclinada hacia la izquierda.

De esta observación se deduce que la adición al 10 % alcanza un nivel de remoción elevado con estiércol de lombriz que logra reducir las concentraciones de plomo, en comparación a los otros tratamientos

Tabla 8. Resultados de la aplicación de estiércol de lombriz en la remoción de plomo en las hojas

		Estadísticos			
		Testigo	5%	10%	15%
N	Válido	3	3	3	3
	Perdidos	0	0	0	0
Media		108,33	155,21	160,17	148,74
Asimetría		-1,467	0,000	-0,544	-1,100
Error estándar de asimetría		1,225	1,225	1,225	1,225

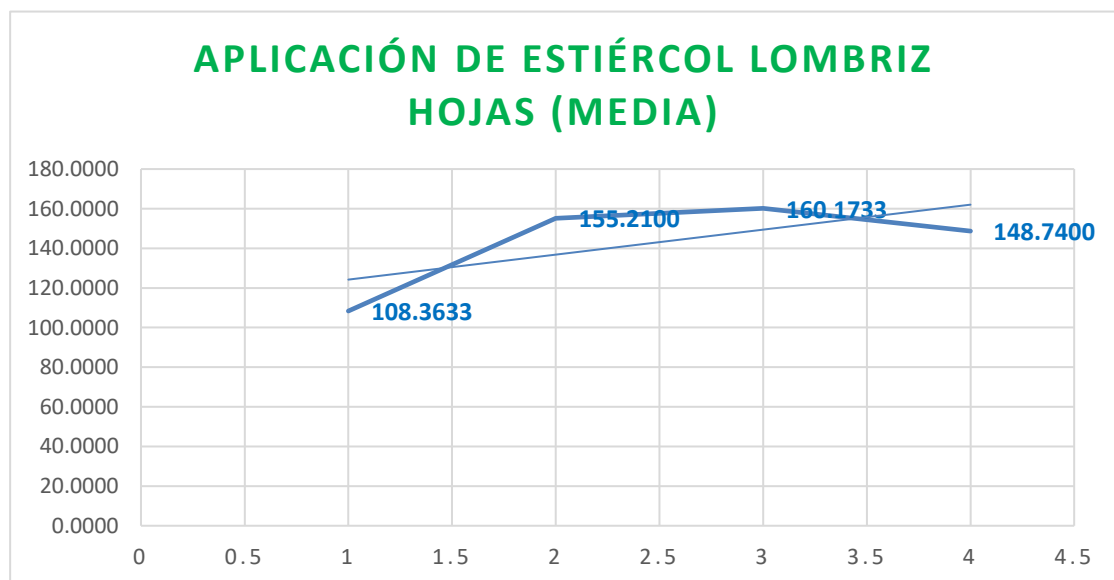


Figura 7. Aplicación de estiércol lombriz hojas (media)

Interpretación:

La tabla 4 indica las resultados de la aplicación del estiércol de lombriz en relación al testigo que tiene una media de 108.33; al 5 % tuvo una media de 151.21 (+46.88 puntos al testigo), y una asimetría de 0.00 que indica una distribución sin sesgo al 10% la media fue de 160.17 (+51.84 puntos al testigo) y una asimetría de -0.544 que indica una distribución sesgada hacia la derecha, y al 15 % una media de 148.74 (+ 40.41 puntos al testigo) y una asimetría de -1.100 que indica una distribución sesgada hacia la derecha.

De esta observación se deduce que a dosis del 10% se tiene la mayor recolección de plomo en las hojas de *Urtica urens*.

4.1.2. Resultados inferenciales

a) Prueba de normalidad

H_0 = La variable aplicación de estiércol de lombriz tiene distribución normal

$$p < 0.005$$

H_i = La variable aplicación de estiércol de lombriz no tiene distribución normal

$$p > 0.005$$

Prueba de Normalidad: Shapiro – Wilk (Muestra menor de 50)

Tabla 9. Prueba de normalidad

	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Estiércol Lombriz	0,300	12	0,004	0,728	12	0,002
Estiércol Lombriz Hoja	0,294	12	0,005	0,758	12	0,003

Interpretación

Shapiro Wilk muestra una significancia ($p=0.146 > 0.05$) para la variable aplicación de estiércol de lombriz en la remoción de plomo en suelo y una significancia ($p= 0.003 < 0.05$) para la variable Compost en la remoción de plomo en Hoja.

Conclusión:

Para la aplicación de estiércol de lombriz en suelo ($p=0.02<0.05$) y para la aplicación de compost en la remoción de plomo en las hojas ($p= 0.003<0.05$), por lo tanto, se probarán la hipótesis con el estadígrafo H de Kruskal-Wallis.

b) Prueba de hipótesis para aplicación de estiércol de lombriz en remoción de plomo con *Urtica urens* en suelo agrícola contaminado

H_0 = La aplicación de estiércol de lombriz NO tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens*, en un suelo agrícola contaminado.

$$p>0.005$$

H_i = La aplicación de estiércol de lombriz tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens*, en un suelo agrícola contaminado.

$$p<0.005$$

Estadígrafo de Prueba: H de Kruskal-Wallis (Variable no paramétrica)

Tabla 10. Prueba de hipótesis de aplicación de estiércol de lombriz

Estadísticos de prueba	
H de Kruskal-Wallis	4,436
gl	3
Sig. asintótica	0,021

La significancia ($p=0.021<0.05$) indica que la diferencia entre grupo (Testigo, 5%, 10% y 15% es significativo)

• Decisión estadística

Rechazando la hipótesis nula y aceptándose de la investigación que dice: la aplicación de estiércol de lombriz tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens*, en un suelo agrícola contaminado. ($p=0.021<0.05$)

c) Prueba de hipótesis para aplicación de estiércol de lombriz en remoción de plomo con *Urtica urens* en las hojas

H_0 = La aplicación de estiércol de lombriz NO tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens*, en las hojas

$$p>0.005$$

H_i = La aplicación de estiércol de lombriz tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens*, en las hojas.

$$p<0.005$$

Tabla 11. Estadígrafo de prueba: H de Kruskal-Wallis (variable no paramétrica)

Estadísticos de prueba	
H de Kruskal-Wallis	9,974
gl	3
Sig. asintótica	0,019

La significancia ($p=0.019<0.05$) indica que la diferencia entre grupo (testigo, 5 %, 10 % y 15 % es significativo).

- **Decisión estadística**

Se rechaza la hipótesis nula y se acepta alterna que dice: la aplicación de estiércol de lombriz tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens*, en las hojas. ($p=0.019<0.05$)

4.3. Prueba de la hipótesis general

H_0 = La aplicación de enmiendas orgánicas no tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens* en un suelo contaminado.

$$p>0.005$$

H_i = La aplicación de enmiendas orgánicas tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens* en un suelo contaminado.

$$p<0.005$$

Tabla 12. Significancia del efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas en la remoción de plomo con *Urtica urens* en un suelo contaminado

Enmiendas	P valor	Conclusión
Aplicación de compost	($p=0.019<0.05$)	El efecto es significativo
Aplicación de estiércol de lombriz	($p=0.021<0.05$)	El efecto es significativo

- **Decisión estadística**

Se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis de estudio que señala que la aplicación de enmiendas orgánicas tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens* en un suelo contaminado ($p<0.005$)

4.4. Discusión de resultados

Las resultados del objetivo general revelan que la aplicación de enmiendas orgánicas no tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens* en un suelo contaminado. ($p < 0.005$). En la primera enmienda con aplicación de compost el efecto fue significativo ($p = 0.019 < 0.05$) y en la segunda enmienda con aplicación de estiércol de lombriz fue significativo ($p = 0.021 < 0.05$)

En este sentido, una investigación similar fue la de Ibarra, quien refiere que en Colombia, el arquetipo de tierras y las particularidades de los ecosistemas ya contaminados son basamentos para determinar maniobras de biorremediación de plomo; se debe considerar que actualmente hay poca normatividad legal que sistematice los niveles de Pb, lo que manifiesta los motivos por los cuales en la actualidad hay pocos estudios relacionados a la contaminación por Pb (8).

También el estudio de Espinoza tiene resultados similares porque todos los procedimientos poseen efectos eficaces de remoción, que consiguen disminuir la concentración de plomo (II) por debajo del nivel del ECA para suelos agrícolas (52.19 ppm); para la segunda resulta es para el fertilizante natural con estiércol de ovino, lográndose una disminución de plomo (II) respecto al ECA (69.14 ppm) (5).

Una investigación que difiere de este estudio fue el de Lozada, donde para la remoción de metales pesados, en general, hicieron uso de la fitorremediación que muestra el potencial conveniente por la baja influencia económica y ambiental que llevan sus implementaciones, se halla el efecto de carácter ambiental, como es el caso en sitios en el que se hallan industrias mineras que extraen principalmente plata y otro donde se utiliza una gran cantidad de mercurio que aporta el 85 % de derramamientos de mercurio al suelo y agua, con respecto al resto de los territorios de la nación (7).

Por su lado, la teoría refiere que las fuentes de contaminaciones de los suelos son esencialmente partícula de aire suspendida y agua contaminada por las industrias y la concentración habitual en el suelo no contaminado está entre 5 – 25 mg/kg. En zonas con contaminación se consiguen hallar en el suelo concentración de inclusive 8 g/kg. En itinerarios de 1 hasta 25 metros de los caminos de tráfico principal, la concentración de plomo en las tierras consigue alcanzar inclusive los 2 000 mg/kg. (14). En este estudio los resultados muestran un resultado mejor a una adición de 10 % con un promedio de 261.72 que se considera un suelo no contaminado con plomo.

Los resultados del objetivo específico 1 muestran que la aplicación de compost tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens* en un suelo contaminado

($p=0.000<0.05$). La aplicación de compost en la remoción de plomo en relación al testigo que tiene una media de 322.11 para una adición al 10 % alcanza un nivel de remoción elevado con compost, que logra reducir las concentraciones de plomo, en comparación a los otros tratamientos (-60.39) y por ello una mayor acumulación de plomo en las hojas de *Urtica urens* (+59.87 puntos mayor al testigo) siendo también la diferencia significativa ($p=0.019<0.05$).

Una investigación con resultados parecidas o semejantes fue el de Montiel, donde los procedimientos con aplicabilidad de compost mostraron mayor peso de frutos cotejado con T0, en el que T1 mostró discrepancias significativas ($p<0,05$) para la variable. El T1 mostró una correlación C/N <15 que estaría en condiciones de beneficiar la mineralización en la tierra y una disponibilidad de N mayor para fases prematuras del cultivo (6).

También de manera similar, el estudio de Rumaldo alcanzó a establecer la purificación de plomo en tierras con *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* abonada con gallinaza en el Callao, donde se obtuvo la mejor reducción de las concentraciones de plomo con el procedimiento de *Fuertesimalva echinata* y gallinaza al 20% a los cuarenta y cinco días (12).

De manera diferente, Castro utilizó la fitorremediación de un suelo contaminado por plomo con *Urtica urens* en La Oroya, mostrando los resultados que el elemento de translocación (FT) tuvo su mayúsculo valor de 0.81 con la cantidad de T5 (0.20 g EDTA.kg-1), mostrando que esta es una planta de modo potencial fitoestabilizadora (13).

Por otro lado, la teoría de acuerdo a Peñaranda, la enmienda del compost es el resultado de un procedimiento biooxidativo de fermentación aerobia y controlado, interviniendo diferentes microorganismos, humedades adecuadas además de tener en su composición sustratos orgánicos heterogéneos y homogéneos en relación a su tamaño, pasando por una etapa termófila, siendo el producto final la transformación, así también de semillas adventicias; que es rica en presencia microbiana útil, además de sustancias húmicas y bioactivadores del metabolismo vegetal, así como minerales y materia orgánica higienizada y estabilizada, libre de patógenos, agua y dióxido de carbono (CO₂). Para esta investigación la enmienda del compost para la remoción de plomo en un suelo contaminado Donde aplicación de compost en la remoción de plomo con la aplicación del compost en relación al testigo que tiene una media de 322.11 para una adición al 10% alcanza una remoción elevada con compost, logrando reducir concentraciones de plomo, en comparación a los otros tratamientos (-60.39) y por ello una mayor acumulación de plomo en las hojas de *Urtica urens*. (+59.87 puntos mayor al testigo) siendo también la diferencia significativa ($p=0.019<0.05$) (21).

Las resultados del objetivo específico 2 muestran que la aplicación de estiércol de lombriz tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens* en un suelo contaminado ($p=0.021<0.05$). Donde la aplicación del estiércol de lombriz en relación al testigo que tiene una media de 322.11 para una adición al 10 % alcanza un nivel de remoción elevado (-30.09) con estiércol de lombriz que logra reducir las concentraciones de plomo en suelo contaminado y por ello una mayor acumulación de plomo en las hojas de *Urtica urens*. (+51.84 puntos mayor al testigo) siendo también la diferencia significativa ($p=0.019<0.05$).

En este caso, no existen estudios previos con la enmienda de estiércol de lombriz, sin embargo, de acuerdo con la teoría de Peñaranda (21) las enmiendas orgánicas se pueden descomponer en el estiércol un material orgánico que ha sido procesado por el hombre, lográndose la transformación de los materiales orgánicos debido a la “lombriz roja de California”. La estametamorfosis de la materia orgánica se produce cuando esta pasa por el tracto digestivo y se mezcla con microorganismos y compuestos minerales, así como fermentaciones, provocando mutaciones bioquímicas en la materia orgánica original, conduciendo a una posterior mineralización en el suelo y al crecimiento acelerado de plantas y microorganismos. El metabolismo se da gracias a las hormonas vegetales que contiene. Habiendo demostrado en estudio que la aplicación del estiércol de lombriz en relación al testigo que tiene una media de 322.11 para una adición al 10 % alcanza un nivel de remoción elevado (-30.09) con estiércol de lombriz logrando reducir concentraciones de plomo, en suelo contaminado y por ello una mayor acumulación de plomo en las hojas de *Urtica urens*. (+51.84 puntos mayor al testigo) siendo también la diferencia significativa ($p=0.019<0.05$).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. Se ha determinado que la aplicación de enmiendas orgánicas no tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens* en un suelo contaminado. ($p < 0.005$). En la primera enmienda con aplicación de compost el efecto fue significativo ($p = 0.019 < 0.05$) y en la segunda enmienda con aplicación de estiércol de lombriz fue significativo ($p = 0.021 < 0.05$).
2. Se ha determinado que la aplicación de compost tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens* en un suelo contaminado ($p = 0.000 < 0.05$). La aplicación de compost en la remoción de plomo, en relación al testigo, tiene una media de 322.11 para una adición al 10 % alcanza un nivel de remoción elevado con compost, lo que logra reducir las concentraciones de plomo en comparación a los otros tratamientos (-60.39) y por ello una mayor acumulación de plomo en las hojas de *Urtica urens* (+59.87 puntos mayor al testigo) siendo también la diferencia significativa ($p = 0.019 < 0.05$).
3. Se ha determinado que la aplicación de estiércol de lombriz en la remoción de plomo tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con *Urtica urens*, en un suelo contaminado ($p = 0.021 < 0.05$). La aplicación del estiércol de lombriz en relación al testigo que tiene una media de 322.11 para una adición al 10 % alcanza un nivel de remoción elevado (-30.09) con estiércol de lombriz que logra reducir las concentraciones de plomo, en suelo contaminado y por ello una mayor

acumulación de plomo en las hojas de *Urtica urens* (+51.84 puntos mayor al testigo) siendo también la diferencia significativa ($p=0.019<0.05$).

5.2. Recomendaciones

1. La fitorremediación es una técnica alternativa para la descontaminación de suelos contaminados, se espera que esta técnica continúe avanzando para que pueda ser utilizada de forma más usual en la limpieza de suelos contaminados, realizando estudio con otras especies vegetales y otros tipos de abono, que permitan calcular el potencial de contaminación y disponibilidad del plomo en el suelo.
2. Se recomienda continuar investigando y evaluando el uso de compost como una estrategia efectiva para la remoción de plomo en suelos contaminados, optimizando las dosis y monitoreando los posibles efectos en la planta y en el medio ambiente, ya que esto permitirá evaluar la eficacia del tratamiento y determinar cuánto se ha logrado la remoción del contaminante del suelo.
3. Se recomienda aplicar la ortiga (*Urtica urens*) en otras investigaciones como una alternativa viable, porque no es fuente de alimento de los seres humanos, animales y tiene un crecimiento en un periodo corto de tiempo, que permite desarrollar estrategias y tomar medidas necesarias para asegurar la eficacia del tratamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FAO. *Evaluación mundial de la contaminación del suelo*. [en línea]. Roma: FAO, 2022 [fecha de consulta: 14 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/cb4827es/cb4827es.pdf>, 2022.
2. ONU. *Evaluación mundial de la contaminación del suelo*. [en línea]. Romas: ONU, 2022 [fecha de consulta: 14 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d7e39e77-e093-4325-ac97-88f3768491fb/content>, 2022.
3. RETEMA. Un informe la FAO alerta sobre la contaminación del suelo. [En línea] 07 de mayo de 2018. [fecha de consulta: 18 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.retema.es/actualidad/un-informe-fao-alerta-sobre-contaminacion-del-suelo>.
4. MINSA. Minsa suscribe convenio de cooperación para reducir la contaminación por plomo en los niños. [En línea] Gob. Perú - 08 de Febrero de 2019. [fecha de consulta: 18 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/25495-minsa-suscribe-convenio-de-cooperacion-para-reducir-la-contaminacion-por-plomo-en-los-ni%C3%B1os>.
5. ESPINOZA, K. Recuperación de suelos contaminados con plomo (ii) a escala piloto, utilizando girasol (*helianthus annuus* L.) con diversos tipos de abono en el distrito de Sicaya. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Huancayo: Universidad Alas Peruanas, 2019, 78 pp.
6. MONTIEL, K. Efecto de la incorporación de enmiendas orgánicas en las propiedades del suelo y en el rendimiento de tomate tipo cherry (*solanum lycopersicum* L. Var. Cerasiforme). Tesis (Título de Ingeniero Agrónomo). Santiago - Chile : Universidad de Chile.
7. LOZADA, A. Fitorremediación como alternativa para la remoción de metales pesados en el recurso suelo en Colombia. Tesis (Título de Ingeniero Agrónomo). Colombia : Universidad de Cundinamarca, 2020, 86 pp.
8. IBARRA, R. Perspectivas para la biorremediación de suelos contaminados con plomo en Colombia. Tesis (Título de Bactriólogo).Colombia: Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, 2022, 61 pp. Setiembre, 2021, 11 (3), 287 - 295.
9. AZABACHE et al. Enmiendas orgánicas y fitorremediación de cadmio y plomo por lechuga (*Lactuca sativa* L.) en un suelo agrícola contaminado. *Agroindustrial Science*,
10. ROJAS, M Y ORTIZ , J. Análisis comparativo entre *urtica urens*, *aloe barbadensis miller* y *helianthus annuus* al fitorremediar suelos contaminados con metales pesados plomo y cadmio - 2022. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Trujillo - Perú : Universidad Privada del Norte, 2022, 107 pp.

11. RAMÍREZ , K Y TORRES , I. Eficacia de la fitorremediación de suelos contaminados con plomo utilizando phragmites australis y enmienda en los pasivos ambientales de paredones- Cajamarca, 2019. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Cajamarca - Perú : Universidad Privada del Norte, 2020, 88 pp.
12. RUMALDO, M. Descontaminación de Suelos con plomo usando *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* Fertilizada con gallinaza en el Callao. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Lima - Perú : Universidad Cesar Vallejo, 2019, 144 pp.
13. CASTRO , E. Efecto del quelato (EDTA) en la fitorremediación de un suelo contaminado por plomo, con *Urtica urens* en La Oroya, 2018. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Huancayo : Universidad Continental, 2018, 105 pp.
14. RUMALDO , M. Descontaminación de suelos con plomo usando *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza en el Callao. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Lima - Perú: Universidad César Vallejo, 2019, 144 pp.
15. GARCÍA, I. Enmiendas orgánicas para suelos basadas en residuos orgánicos. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*. Enero - junio, 2020, 7 (1), 58 - 68.
16. MUNIVE, R., et al. Absorción de plomo y cadmio por girasol de un suelo contaminado y remediado con enmiendas orgánicas en forma de compost y vermicompost.. *Revista Scientia Agropecuaria*. Abril , 2020, 11(2): 177 – 186.
17. MARTELL, N. Acumulación de metales pesados en *Beta Vulgaris L.* y *Lolium Perenne L.* de suelos de Cuemanco. Tesis (Título de Biólogo). México : Universidad Autónoma de México, 2014.
18. OMS. *Chemical safety*. [En línea] [fecha de consulta: 24 de setiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/topic-details/GHO/chemicals>, 2020.
19. UBILLUS, J. Estudio sobre la presencia de plomo en el medio ambiente de Talara Tesis (Título de Ingeniero Químico). Lima: Universidad Mayor de San Marcos, 2003.
20. HERBARI VIRTUAL. Herbari virtual. *Urtica Urens L.* [En línea] 2023. [fecha de consulta: 24 de setiembre de 2023]. Disponible en: <http://herbarivirtual.uib.es/es/general/500/especie/urtica-urens-l->.
21. PEÑARANDA, M. Nutrición foliar, la clave para una nutrición superior. [En línea] 23 de julio de 2017. [fecha de consulta: 24 de setiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.metroflorcolombia.com/nutricion-foliar-la-clave-para-una-nutricion-superior/>.
22. TAMAYO, M. *El proceso de la investigación científica*. México : Limusa Noriega editores. Cujarta edición, 2000.
23. SIERRA B.R. *Técnica de investigación social*. Madrid - España : Editorial Paraninfo, 1985.
24. SUPO, José. *Seminarios de investigación*. Arequipa - Perú : Disponible en <http://red.unal.edu.co/cursos/ciencias/1000012/un3/pdf/seminv-sinopsis.pdf>, 2017.

25. KERLINGER, F.N. *Enfoque conceptual de la investigación del comportamiento*. México : Editorial Interamerican, 2002.

ANEXOS

Anexo 01

Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>Problema General ¿En qué medida la aplicación de enmiendas orgánicas en la remoción de plomo con <i>urtica urens</i> disminuye la contaminación de suelos de Sicaya, Junin 2023?</p> <p>Problemas Específicos ¿Cuál es el efecto de la aplicación de compost en la remoción de plomo en un suelo agrícola contaminado? ¿Cuál es el efecto de la aplicación estiércol de lombriz en la remoción de plomo en un suelo agrícola contaminado?</p>	<p>Objetivo General Determinar el efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas en la remoción de plomo con <i>urtica urens</i> en un suelo contaminado.</p> <p>Objetivos específicos Determinar el efecto de la aplicación de compost en la remoción de plomo con <i>urtica urens</i>, en un suelo agrícola contaminado. Determinar el efecto de la aplicación de estiércol de lombriz en la remoción de plomo en un suelo agrícola contaminado.</p>	<p>Hipótesis general La aplicación de enmiendas orgánicas tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con <i>urtica urens</i> en un suelo contaminado.</p> <p>Hipótesis Específicas La aplicación de compost tiene un efecto significativo en la remoción de plomo con <i>urtica urens</i>, en un suelo agrícola contaminado. La aplicación de estiércol de lombriz tiene un efecto significativo en la remoción de plomo en un suelo agrícola contaminado</p>	<p>Variable independiente Aplicación de enmiendas orgánicas con <i>urtica urens</i>.</p> <p>Dimensiones: Compost Estiércol de lombriz</p> <p>Variable dependiente Remoción de plomo</p>	<p>Método de investigación Utilizó el método científico.</p> <p>Tipo de investigación Fue el aplicado</p> <p>Nivel de Investigación El nivel es explicativo</p> <p>Diseño de la investigación El diseño de la investigación fue experimental, con siete (07) tratamientos, dispuestos de arreglo factorial de 2x2, más un tratamiento adicional. Cada uno con dos repeticiones.</p> <p>Población El metro total del terreno de estudio es de 800m².</p> <p>Muestra Son 8 puntos de muestreo por el método indicado por el Minam para áreas menores a 1000 metros MINAM- MINAGRI.</p> <p>Técnicas La técnica fue la observación, que consiste en consignar datos de registros en base a una serie de ítems acerca de cada una de las dimensiones de las variables estudiadas.</p> <p>Instrumentos de recolección de datos El instrumento de recolección de datos será la <u>ficha observacional</u></p>

Anexo 02
Base de datos SPSS

Para enmienda con compost

Número Muestra		Pb total ppm
Lab	Claves	
040	Muestra 1-I	292,23
041	Muestra 1-II	290,19
042	Muestra 1-III	286,12
043	Muestra 2-I	264,34
044	Muestra 2-II	261,29
045	Muestra 2-III	259,53
046	Muestra 3-I	285,27
047	Muestra 3-II	280,46
048	Muestra 3-III	279,34

Número Muestra		Pb total ppm
Lab	Claves	
359	Muestra 1-I	135,45
360	Muestra 1-II	129,65
361	Muestra 1-III	139,48
362	Muestra 2-I	165,50
363	Muestra 2-II	170,81
364	Muestra 2-III	168,29
365	Muestra 3-I	126,90
366	Muestra 3-II	122,64
367	Muestra 3-III	119,98

Para enmienda con estiércol de lombriz

Número Muestra		Pb total ppm
Lab	Claves	
049	Muestra 4-I	317,46
050	Muestra 4-II	309,01
051	Muestra 4-III	312,14
052	Muestra 5-I	398,06
053	Muestra 5-II	209,46
054	Muestra 5-III	287,53
055	Muestra 6-I	305,46
056	Muestra 6-II	301,59
057	Muestra 6-III	310,25
058	Muestra 7-I	320,25
059	Muestra 7-II	321,26
060	Muestra 7-III	324,89

Número Muestra		Pb total ppm
Lab	Claves	
368	Muestra 4-I	159,20
369	Muestra 4-II	155,21
370	Muestra 4-III	151,22
371	Muestra 5-I	160,49
372	Muestra 5-II	162,58
373	Muestra 5-III	157,45
374	Muestra 6-I	145,50
375	Muestra 6-II	149,51
376	Muestra 6-III	151,21
377	Muestra 7-I	110,39
378	Muestra 7-II	109,39
379	Muestra 7-III	105,31

Anexo 03

Recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN SUELO

SOLICITANTE : LEIDY AVENCIA LOVERA DELGADILLO
PROCEDENCIA : JUNIN/ HUANCAYO/ SICAYA
REFERENCIA : H.R. 81760
BOLETA : 6306
FECHA : 19/01/2024

Lab	Número Muestra	Pb total ppm
	Claves	
040	Muestra 1-I	292.23
041	Muestra 1-II	290.19
042	Muestra 1-III	286.12
043	Muestra 2-I	264.34
044	Muestra 2-II	261.29
045	Muestra 2-III	259.53
046	Muestra 3-I	285.27
047	Muestra 3-II	280.46
048	Muestra 3-III	279.34



Lily Tello Peramás
Dra. Lily Tello Peramás
Jefa del Laboratorio

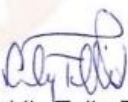


INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN SUELO

SOLICITANTE : LEIDY AVENCIA LOVERA DELGADILLO
PROCEDENCIA : JUNIN/ HUANCAYO/ SICAYA
REFERENCIA : H.R. 81760
BOLETA : 6306
FECHA : 19/01/2024

Número Muestra		Pb total ppm
Lab	Claves	
049	Muestra 4-I	317.46
050	Muestra 4-II	309.01
051	Muestra 4-III	312.14
052	Muestra 5-I	298.06
053	Muestra 5-II	290.46
054	Muestra 5-III	287.53
055	Muestra 6-I	305.46
056	Muestra 6-II	301.59
057	Muestra 6-III	310.25
058	Muestra 7-I	320.17
059	Muestra 7-II	321.26
060	Muestra 7-III	324.89




Dra. Lily Tello Peramás
Jefa del Laboratorio

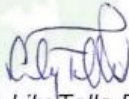


INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN FOLIAR

SOLICITANTE LEIDY AVENCIA LOVERA DELGADILLO
PROCEDENCIA : JUNIN/ HUANCAYO/ SICAYA
MUESTRA HOJAS DE ORTIGA
REFERENCIA H.R. 81761
BOLETA 6306
FECHA 24/01/2024

N. Lab	CLAVE DE CAMPO	Pb ppm
359	Muestra 1-I	135.45
360	Muestra 1-II	129.65
361	Muestra 1-III	139.48
362	Muestra 2-I	165.50
363	Muestra 2-II	170.81
364	Muestra 2-III	168.29
365	Muestra 3-I	126.90
366	Muestra 3-II	122.64
367	Muestra 3-III	119.98




Dra. Lily Tello Peramás
Jefa del Laboratorio

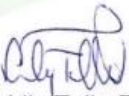


INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN FOLIAR

SOLICITANTE LEIDY AVENCIA LOVERA DELGADILLO
PROCEDENCIA : JUNIN/ HUANCAYO/ SICAYA
MUESTRA HOJAS DE ORTIGA
REFERENCIA H.R. 81761
BOLETA 6306
FECHA 24/01/2024

N. Lab	CLAVE DE CAMPO	Pb ppm
368	Muestra 4-I	159.20
369	Muestra 4-II	155.21
370	Muestra 4-III	151.22
371	Muestra 5-I	160.49
372	Muestra 5-II	162.58
373	Muestra 5-III	157.45
374	Muestra 6-I	145.50
375	Muestra 6-II	149.51
376	Muestra 6-III	151.21
377	Muestra 7-I	110.29
378	Muestra 7-II	109.39
379	Muestra 7-III	105.31




Dra. Lily Tello Peramás
Jefa del Laboratorio

Anexo 04 Informe del ensayo



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200**



INFORME DE ENSAYO N° 102227-23/SU/ LABSAF - SANTA ANA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente Propietario / Productor Dirección del cliente Solicitado por Muestreado por Número de muestra(s) Producto declarado Presentación de las muestras(s) Referencia del muestreo Procedencia de muestra(s) Fecha(s) de muestreo Fecha de recepción de muestra(s) Lugar de ensayo Fecha(s) de análisis Cotización del servicio Fecha de emisión	Leidy Avencia Lovera Delgado Leidy Avencia Lovera Delgado Av. Geranios SIN Pilcomayo Leidy Avencia Lovera Delgado Cliente 01 muestra Suelo Agrícola Bolsas de plástico Reservado por el cliente Sicaya-Huancayo-Junín 2023-10-01 (*) 2023-10-02 Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliaves - LABSAF Santa Ana 2023-10-24 337-23-SA 2023-10-23
--	---

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5
Código de Laboratorio	SU4180-SA-23				
Matriz Analizada	Suelo Agrícola	-	-	-	-
Fecha de Muestreo	2023-10-01	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h)	8:00:00	-	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	Muestra 1	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados		
pH	unid. pH	0,1	7,5	-	-
Conductividad Eléctrica	mS/m	0,1	11,6	-	-
Materia Orgánica	%	0,2	3,7	-	-
Nitrógeno (**)	%	-	0,19	-	-
Fósforo Disponible (**)	mg/Kg	0,5	5,5	-	-
Potasio Disponible (**)	mg/Kg	3,0	78,5	-	-
Acidez intercambiable (H+) (**)	Cmol/Kg	0,2	<LC	-	-
Aluminio intercambiable (**)	Cmol/Kg	0,2	<LC	-	-
Carbonatos (CaCO ₃) (**)	%	0,5	6,1	-	-
Cationes intercambiables, Calcio (Ca) (**)	mg/Kg	-	5014,5	-	-
Cationes intercambiables, Magnesio (Mg) (**)	mg/Kg	-	336,8	-	-
Cationes intercambiables, Sodio (Na) (**)	mg/Kg	-	100,1	-	-
Cationes intercambiables, Potasio (K) (**)	mg/Kg	-	155,4	-	-
Promo, Pb (**)	mg/Kg	-	332,47	-	-
Arena (**)	%	-	40	#N/D	-
Limo (**)	%	-	43	#N/D	-
Arcilla (**)	%	-	16	#N/D	-
Clase Textural (**)	-	-	Franco	#N/D	-



**Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliaves
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017**

Dirección: Carretera Saños Grande - Huashojo km. 8 Santa Ana, El Tambo - Huancayo - Junín

Página 1 de 2
F-46 / Ver.06
www.inia.gob.pe





INTERPRETACIONES DE RESULTADOS DE ANALISIS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN VALOR DE PH

pH	Evaluación	Efectos
< 5.0	Fuertemente ácido	Condiciones muy desfavorables
5.1 - 6.5	Moderadamente ácido	Deficiente asimilación de algunos elementos
6.6 - 7.3	Neutro	Efectos tóxicos mínimos
7.4 - 8.5	Medianamente alcalino	Existencia de carbonato cálcico. Deficiente asimilación de algunos nutrientes
> 8.5	Alcalino	Presencia de carbonato sódico. Poca asimilación de algunos nutrientes

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN EL VALOR DE LA CONDUCTIVIDAD (CE)

CLASIFICACION	CE (mS/m)	Efectos
Normal	< 100	Efecto despreciable de la salinidad. No existe restricción para ningún cultivo, aunque algunos cultivos muy sensibles pueden ser afectados en sus rendimientos.
Muy Ligeramente salino	110 - 200	Los rendimientos de cultivos sensibles pueden verse afectados en sus rendimientos.
Moderadamente salino	210 - 400	Los rendimientos de cultivos pueden verse afectados en sus rendimientos.
Suelo salino	410 - 800	El rendimiento de casi todos los cultivos se ve afectado por esta condición de salinidad.
Fuertemente salino	810 - 1600	Solo los cultivos muy resistentes a la salinidad pueden crecer en estos suelos.
Muy fuertemente salino	> 1600	Prácticamente ningún cultivo convencional puede crecer económicamente en estos suelos.

Nota: 1 dS/m = 100 mS/m

MATERIA ORGANICA

Clasificación	%MO
Muy Bajo	< 0.5
Bajo	0.6 - 1.5
Medio	1.6 - 3.5
Alto	3.6 - 6.0
Muy Alto	> 6.0

NITROGENO

Clasificación	% N
Bajo	< 0.08
Medio	0.09 - 0.18
Alto	0.18 - 0.27
Muy Alto	> 0.27

FÓSFORO OLSEN

Clase	mg kg ⁻¹ de P
Bajo	< 5.5
Medio	5.5 - 11
Alto	> 11

Nota: ppm = mg/kg

FÓSFORO BRAY Y KURTZ 1

Clase	mg kg ⁻¹ de P
Bajo	< 15
Medio	15 - 30
Alto	> 30

Nota: ppm = mg/kg

CARBONATO DE CALCIO

Clase	% CaCO ₃
Muy bajo	< 0.5
Bajo	0.5 - 2.0
Medio	2.1 - 15
Alto	16 - 40
Muy alto	> 40

BASES INTERCAMBIABLES (Ca, Mg, K Cmol/kg)

Clase	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Potasio (K)
	Cmol(+) kg ⁻¹		
Muy Baja	< 2.0	< 0.5	< 0.2
Baja	2.0 - 5.0	0.5 - 1.3	0.2 - 0.3
Medio	5.0 - 10	1.3 - 3.0	0.3 - 0.6
Alta	> 10	> 3.0	> 0.6

Nota: 1 Cmol/kg = meq/100 g

POTASIO

Clasificación	ppm de K
Bajo	< 120
Medio	120 - 240
Alto	240 - 480
Muy alto	> 480

Anexo 05
Evidencias



Fotografía 4.1 Reconocimiento del terreno agrícola, Distrito de Sicaya



Fotografía 4.2 Calicata para muestra de suelo a analizar - Inicial



Fotografía 4.3 Se tamizo con la malla N° 2 mm, la muestra de suelo contaminado.



Fotografía 4.4 Una vez tamizado los 64 kg, se procedió a realizar el método del cuarteo.



Fotografía 4.5 Se procede a realizar el método del cuarteo.



Fotografía 4.5 Una vez realizado el método, se llegó a la mezcla de 1kg y se analizó en el laboratorio.



Fotografía 4.5 Preparación para la plantación de semillas.



Fotografía 4.6 Mezcla de los abonos con el suelo contaminado.



Fotografía 4.7 Se le agrega la dosis de enmiendas.



Fotografía 4.8 Muestra de semillas de ortiga (*Urtica urens*)



Fotografía 4.9 Crecimiento de los 21 experimentos



Fotografía 5.0 Crecimiento de la Urtica urens en el testigo.



Fotografía 5.1 Crecimiento de la *Urtica urens* con sus tres adiciones.



Fotografía 5.2 Crecimiento de la *Urtica urens* con sus tres adiciones.



Fotografía 5.3 Recolección de muestras finales para analizar.



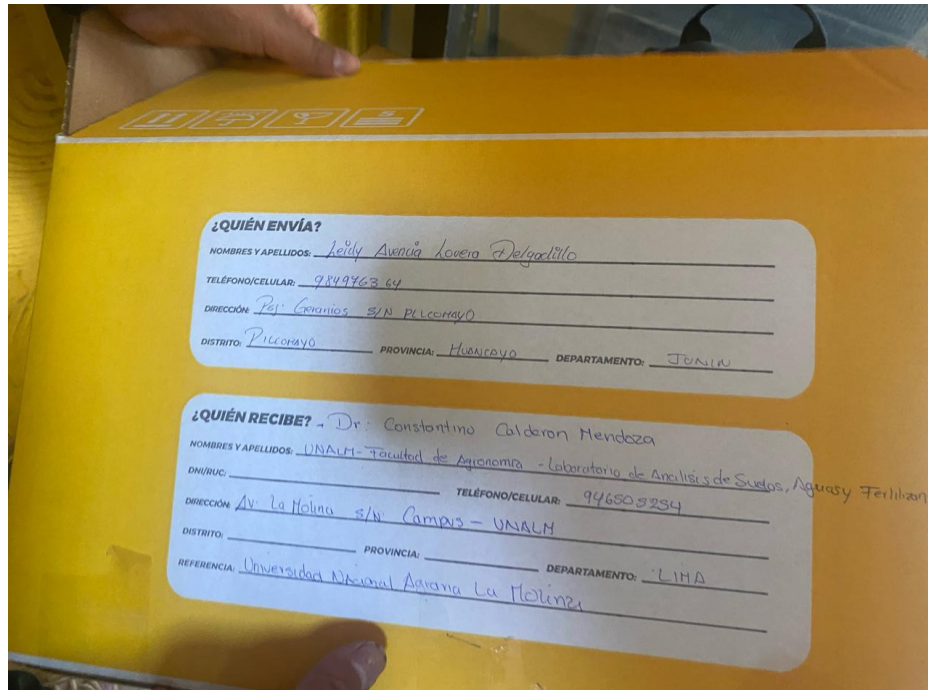
Fotografía 5.4 Muestras listas para mandar a analizar.



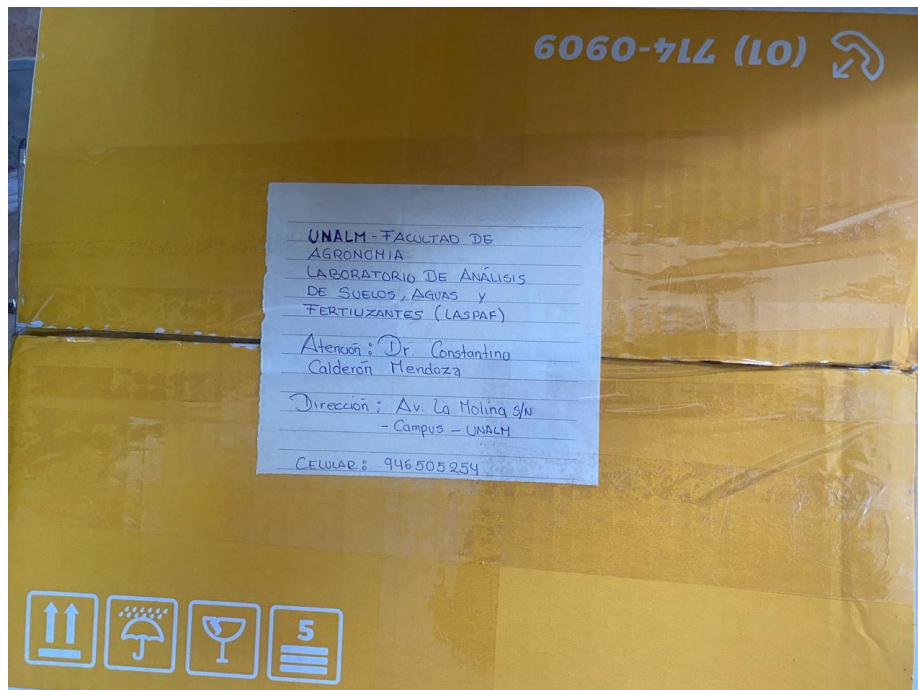
Fotografía 5.5 Empaquetado en papel Kraft



Fotografía 5.6 Envío de muestras de suelos y foliar para analizar en la UNALM.



Fotografía 5.7 Envío de muestras por la agencia Olva Courier, dirigido a la UNALM, para los respectivos análisis.



Fotografía 5.8 Envío final a la UNALM, para los análisis.