

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL**

**DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS (Hg, Pb) EN
SUELO CONTAMINADO DEL BOTADERO LAS PIRIAS
DE LA PROVINCIA DE JAÉN - CAJAMARCA, 2024**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
FORESTAL Y AMBIENTAL**

Autoras: Bach. Nuñez Sandoval Yubeli Ayda.

Bach. Rojas Saavedra Lesly Lisbeth.

Asesor: Ing. Mg. Segundo Alipio Cruz Hoyos

**Línea de investigación: Tecnología para la gestión sostenible del territorio y los
recursos naturales**

JAÉN – PERÚ

2025

Yubeli A. Núñez Sandoval; Lesly L. Rojas Saavedra

DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS (Hg, Pb) EN SUELO CONTAMINADO DEL BOTADERO LAS PIRIAS DE LA PROVINC...

 Quick Submit Quick Submit Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:old::1:3241448223

Fecha de entrega

6 may 2025, 11:08 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

6 may 2025, 11:17 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

L-LESLY_ROJAS_SAAVEDRA-INFORME_FINAL_-_Yubeli_Nu_ez_Sandoval.pdf

Tamaño de archivo

3.4 MB

46 Páginas

7674 Palabras

41.317 Caracteres

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

9% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Small Matches (less than 15 words)

Top Sources

- 8%  Internet sources
- 4%  Publications
- 7%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an Indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

 Dr. Alexander Huamán Mera
 Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-
SUNEDU/CD

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 15 de MAYO del año 2025, siendo las 11:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : DR. JUAN MANUEL GARDY ROMÁN
Secretario : MG. MARIA MARLENE TORRES CRUZ
Vocal : DR. LUPO VARGAS PONCE, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- () Trabajo de Investigación
(☒) Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS (Hg, Pb) EN
SUELO CONTAMINADO DEL BOTADERO LAS PIRLAS DE LA
PROVINCIA DE JAÉN - CAJAMARCA - 2024



Presentado por estudiante/egresado o Bachiller Núñez Sandoval Yubeli Ayda de la
Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(☒) Aprobar () Desaprobar (☒) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (<u>15</u>) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

ANEXO N°06:

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO
DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)**

Yo, **Yubeli Ayda Nuñez Sandoval**, egresado de la carrera Profesional de **Ingeniería Forestal y Ambiental** de la Facultad de **Ingeniería Forestal y Ambiental** de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI **71197885**.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

“DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS (Hg, Pb) EN SUELO CONTAMINADO DEL BOTADERO LAS PIRIAS DE LA PROVINCIA DE JAÉN - CAJAMARCA, 2024”.

Asesorado por **Segundo Alipio Cruz Hoyos**.

El mismo que presento bajo la modalidad de requisito para optar; el Título Profesional/Grado Académico de **Ingeniero Forestal y Ambiental**.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Jaén, 12 de junio de 2025.



Bach. Yubeli Ayda Núñez Sandoval

“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

ANEXO N°06:

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO
DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)**

Yo, **Lesly Lisbeth Rojas Saavedra**, egresado de la carrera Profesional de **Ingeniería Forestal y Ambiental** de la Facultad de **Ingeniería Forestal y Ambiental** de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI **74287982**.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

“DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS (Hg, Pb) EN SUELO CONTAMINADO DEL BOTADERO LAS PIRIAS DE LA PROVINCIA DE JAÉN - CAJAMARCA, 2024”.

Asesorado por **Segundo Alipio Cruz Hoyos**.

El mismo que presento bajo la modalidad de requisito para optar; el Título Profesional/Grado Académico de **Ingeniero Forestal y Ambiental**.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Jaén, 12 de junio de 2025.



Bach. Lesly Lisbeth Rojas Saavedra

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN	07
II. MATERIAL Y MÉTODOS	10
2.1 Población, muestra y muestreo	10
2.1.1 Población	10
2.1.2 Muestra.....	12
2.1.3 Muestreo	12
2.1.4 Materiales	13
2.2 Metodología.....	13
2.2.1 Método.....	14
III. RESULTADOS	20
IV. DISCUSIÓN.....	28
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
AGRADECIMIENTO	34
DEDICATORIA	35
ANEXOS	36

ÍNDICE DE TABLAS

	<i>Pág.</i>
Tabla 1 <i>Puntos de extracción de muestras</i>	12
Tabla 2 <i>Clasificación de pH de suelos</i>	15
Tabla 3 <i>Calidad del suelo por su conductividad eléctrica</i>	16
Tabla 4 <i>D. S. N° 011-2017-MINAM</i>	19
Tabla 5 <i>pH de las muestras del suelo del Botadero Las Pirias</i>	20
Tabla 6 <i>Conductividad eléctrica de las muestras del Botadero Las Pirias</i>	21
Tabla 7 <i>Análisis de mercurio en el suelo del Botadero Las Pirias</i>	22
Tabla 8 <i>Análisis de plomo en el suelo del Botadero Las Pirias</i>	23
Tabla 9 <i>Resumen estadístico para el valor de las muestras</i>	24
Tabla 10 <i>Resumen de coeficientes estadísticos</i>	26
Tabla 11 <i>Análisis de varianza</i>	26
Tabla 12 <i>Caracterización del suelo del Botadero Las Pirias</i>	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 Botadero del distrito Las Pirias	10
Figura 2 Plano topográfico de la zona de investigación en el botadero Las Pirias.....	11
Figura 3 Muestras de suelo recolectadas en el Botadero Las Pirias	13
Figura 4 Agitación de las muestras de suelo disueltas.....	14
Figura 5 Análisis del pH del suelo del Botadero Las Pirias.....	15
Figura 6 Análisis de la conductividad eléctrica del suelo del Botadero Las Pirias.....	16
Figura 7 Calibración de la ignición de las muestras.....	17
Figura 8 Análisis concluido de los metales pesados.....	18
Figura 9 Tendencia de la acidez del suelo del Botadero Las Pirias.....	21
Figura 10 Tendencia de la concentración de Pb en el Botadero Las Pirias	23
Figura 11 Gráfica del modelo ajustado	25
Figura 12 Resultados del análisis de Hg y Pb muestra 1.....	37
Figura 13 Resultados del análisis de Hg y Pb muestra 2.....	38
Figura 14 Resultados del análisis de Hg y Pb muestra 3.....	39
Figura 15 Resultados del análisis de Hg y Pb muestra 4.....	40
Figura 16 Resultados del análisis de Hg y Pb muestra 5.....	41
Figura 17 Resultados del análisis de Hg y Pb muestra 6.....	42
Figura 18 Resultados del análisis de Hg y Pb muestra 7.....	43
Figura 19 Resultados del análisis de Hg y Pb muestra 8.....	44
Figura 20 Resultados del análisis de Hg y Pb muestra 9.....	45

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar la presencia de Hg y Pb, además de la conductividad eléctrica y pH del suelo del botadero Las Pirias, de forma que se clasifique el tipo de suelo en relación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) expresados en el D. S. N° 011-2017-MINAM. Los resultados arrojaron una conductividad eléctrica promedio de 4.78 mS/cm, lo que indicó una conductividad baja. El pH promedio fue de 5.53, clasificándose como un suelo fuertemente ácido. Respecto a la presencia de metales pesados, se detectó una concentración inferior a 0.05 ppm de mercurio en todas las muestras analizadas, indicando una presencia escasa. Sin embargo, se registró contaminación por plomo con un promedio de 53.22 ppm, con valores que oscilan entre 29.17 ppm y 137.97 ppm. De acuerdo con la normativa ambiental el suelo analizado correspondió a la categoría de suelo agrícola. El Pb se halló por debajo del LMP de 70 ppm, mientras que el Hg es insignificante. La alta acidez y baja conductividad eléctrica afectan su uso agrícola. En conclusión, el suelo estudiado requiere evaluaciones adicionales para determinar su impacto ambiental y posibles estrategias de mitigación en caso de uso agrícola o rehabilitación del terreno.

Palabras claves: Metales pesados, botadero doméstico, impacto ambiental.

ABSTRACT

The objective of the investigation was to determine the presence of Hg and Pb, in addition to the electrical conductivity and pH of the soil at the Las Pirias landfill, in order to classify the soil type in relation to the Environmental Quality Standards (ECA) expressed in Supreme Decree N° 011-2017-MINAM. The results showed an average electrical conductivity of 4.78 mS/cm, indicating low conductivity. The average pH was 5.53, classifying the soil as strongly acidic. Regarding the presence of heavy metals, a concentration of less than 0.05 ppm of mercury was detected in all the samples analyzed, indicating a low presence. However, lead contamination was recorded with an average of 53.22 ppm, with values ranging from 29.17 ppm to 137.97 ppm. In accordance with environmental regulations, the soil analyzed corresponded to the agricultural soil category. Pb was found below the MPL of 70 ppm, while Hg was negligible. The soil's high acidity and low electrical conductivity affect its agricultural use. In conclusion, the soil studied requires further assessment to determine its environmental impact and possible mitigation strategies for agricultural use or land reclamation.

Keywords: Heavy metals, domestic landfill, environmental impact.

I. INTRODUCCIÓN

Los metales han estado presentes con el pasar de los años en diversas actividades que ha realizado el hombre, lamentablemente en los últimos años se ha venido realizando actividades sin una planificación sin propuestas de defensa del medio ambiente, como lo constituyen los botaderos de basura doméstica junto a las comunidades tal como se evidencia en el distrito Las Pirias. Esta desmesura trae como consecuencia que se contamine recursos naturales que están expuestos a la contaminación metálica como el agua, aire y suelo debido a que no se disponen los residuos domésticos sin una buena disposición final Blago (2015). Hoy en día la contaminación de suelos se ha convertido en un problema que acarrea a diario las zonas urbanas, rurales o zonas de explotación de minerales, debido a la misma causa que es la inadecuada disposición de los residuos sólidos sobre todos los residuos peligrosos, puesto que se vienen depositando en las afueras de las zonas urbanas, terrenos abandonados; que con el pasar del tiempo la toxicidad va en aumento Contreras et al. (2023). Las malas prácticas de disposición de residuos sólidos es la responsable de la contaminación de estas áreas, que traen como consecuencia la contaminación de poblaciones aledañas e incluso personas de otro sector a través una contaminación cruzada o difusa, esto se da gracias a la facultad que tienen los metales pesados de bio acumularse en la vegetación, pues estos tienden a acumular metales en sus tejidos, trayendo como consecuencia que sea consumido por los seres humanos y causen graves daños a la salud incluso la muerte (Sanchez-Pinzon, 2010). Es por tal motivo que viendo el riesgo al que pueda estar expuesta la población del distrito Las Pirias se tiene planteando realizar un control de calidad a los suelos del botadero referido. La contaminación metálica y su difusión en el suelo es una problemática recurrente, así lo fundamentó Saha *et al.* (2022) al mencionar que los metales pesados como el Hg y Pb tienden a ser bio acumulados en las plantas, y que como consecuencia de la cadena alimenticia estos se acumulan en otros seres vivos, resultando ser muy peligrosos debido a que su ingesta muchas veces pasa desapercibida para el ser humano y si en embargo al mismo tiempo son nocivos para la salud y el medio

ambiente. Por otra parte, Landrigan *et al.* (2017) sostuvieron que la capacidad que tiene el suelo para regenerarse en lugares contaminados es baja trayendo como consecuencia la lixiviación de los metales pesados sobre el agua subterránea. Es decir, la presencia de los metales pesados por encima de los Límites Máximos Permisibles formulados por la normatividad vigente Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM, que aprobó Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, pueden convertir el recurso suelo en un ambiente tóxico llegando a contaminar organismos y plantas presentes en estos suelos, de esta manera convierten a este recurso edáfico en un ambiente tóxico, sobre todo porque el suelo se ha convertido en una forma subalterna de facilitar el contacto de metales indeseables con los seres humanos, pues es imposible no estar en contacto con las plantas o incluso evitar el contacto de metales con la piel o su ingesta del material particulado a través de las vías respiratorias, lo que acarrea como consecuencia enfermedades o incluso la muerte puesto que, existe metales pesados como el Cd, Hg, Pb, Sb, Bi, Sn, Ti que no tienen función biológica conocida resultando letales para la salud humana (Suciu *et al.*, 2022). Esta realidad es la que se ha considerado para la investigación actual, más aún si se sabe que el suelo es un recurso no renovable puesto que, es difícil y la vez costoso recuperarlo, pues un suelo desarrolla muchas funciones en el ámbito ambiental, social y económico puesto que nos brinda alimentos, almacena minerales, purifica el agua, es habitat de millones de organismos y microorganismos entre otros beneficios que brinda (Landrigan *et al.*, 2017). De una u otra manera esta problemática se vive en el distrito Las Pirias con la contaminación de suelos por metales pesados. Este destino de residuos informal se encuentra a diez minutos del centro del distrito. Se tiene conocimiento por la Municipalidad del distrito que se desecha un aproximado de cinco toneladas de basura, resultado de la convivencia de 2970 habitantes. Y, es que, las actividades realizadas por los seres humanos tienen estrecha relación con la contaminación del suelo con metales pesados (Mahecha *et al.*, 2015) Se sabe que las plantas absorben del suelo todo tipo de sustancias químicas, inclusive esta absorción depende de la especie vegetativa puesto que, existe plantas que pueden acumular iones denominándose hiper acumuladoras (Senthamilselvi *et al.*, 2021). Por otra parte, Mavakala *et al.* (2022) evaluaron la presencia de iones metálicos en superficies edáficas. Para establecer sus criterios utilizaron la normatividad peruana publicada en el Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM. Entre sus resultados concluyeron que, las muestras analizadas presentan tendencias de acumular iones de Pb, As y Cd. Esto generó

una serie preocupación por la acumulación en el organismo. La normatividad vigente hace vigilancia de varios iones, entre ellos los más tóxico como el Hg y Pb. Así mismo, Suciú *et al.* (2022) analizaron muestras de suelo arrocero el cual tomaron como base para modelar la extracción y análisis de iones metálicos en la superficie edáfica. El suelo de este cultivo tiene la tendencia a acumular iones metálicos por tener una práctica fertilizante continua monótona y agresiva en base a sustancias fosfatadas y nitrogenadas (Senthamilselvi *et al.*, 2021). Aplicaron una comparación con la normatividad colombiana 3388 y 3934 para la aplicación de la metodología y el procedimiento de identificación de los iones. Mahecha *et al.* (2015) determinaron las concentraciones de iones metálicos presentes en suelos. Entre sus aportes se encuentra establecer una secuencia de orden los metales, observándose la normatividad EPA americana. Blago (2015) determinaron los niveles de Cd, Cr, Pb y As en tierras mexicanas. Llegaron a determinar en la capa superficial la cantidad más elevada de Cr y Cd, pero al mismo tiempo, estos valores no sobrepasaron los límites permitidos. Esakku *et al.* (2023) cuantificó As, Cd, Cr y Pb en suelos del Municipio de Natividad, para la extracción de estos metales realizó una digestión ácida y para la cuantificación utilizó espectrometría de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente, además realizó la caracterización del suelo para establecer la relación entre los parámetros fisicoquímicos y la concentración de los metales analizados. Llegando a determinar que el As y el Pb son los únicos metales que superan los límites establecidos en la normatividad correspondiente. El rango de concentración de metales pesados en el suelo de Cr, Cu, Ni, Pb y Zn, llegando a determinar que las concentraciones no sobrepasan los límites máximos permisibles por lo que no encontró valores determinantes físico químicos del suelo. Contreras *et al.* (2023) en Huancavelica reportaron concentración de (Pb) 2,50; 3,80; 4,50; 4,00; 4,30 y 4,90 mg/kg, valores menores al Límite Máximo Permisible (LMP) según Estándares de Calidad Ambiental para suelo N° 011-2017-MINAM.

Por consiguiente, para la ejecución de la presente investigación se ha fijado como objetivo general: Determinar la cantidad de Hg (ppm) y Pb (ppm) en suelo contaminado del botadero Las Pirias de la provincia de Jaén. Además, se tuvo los siguientes objetivos específicos: Determinar la conductividad y pH del suelo del botadero Las Pirias, determinar la concentración de Hg y Pb en suelo del botadero Las Pirias y determinar el tipo de suelo evaluado respecto a los ECA-MINSA.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Población, muestra y muestreo

2.1.1 Población:

La investigación se ha realizado sobre el botadero informal Las Pirias, ubicado a diez minutos del casco urbano del distrito y a 1630 msnm dentro de la provincia de Jaén. Este botadero es utilizado como disposición final de residuos sólidos, lo que ha generado un impacto ambiental significativo debido a la acumulación de desechos y la posible presencia de metales pesados como mercurio (Hg) y plomo (Pb). El suelo del botadero, al estar expuesto a diversas fuentes de contaminación, representa un ecosistema afectado por lixiviados y otros residuos que pueden alterar sus propiedades fisicoquímicas y biológicas. Dada la cercanía del área de estudio a la población y la heterogeneidad del suelo, se ha considerado que la Población de la investigación estuvo conformada por la totalidad del sustrato terrestre presente en el botadero, incluyendo las distintas capas superficiales y sub superficiales que pueden contener concentraciones variables de los metales pesados de Hg y Pb en análisis.

Figura 1

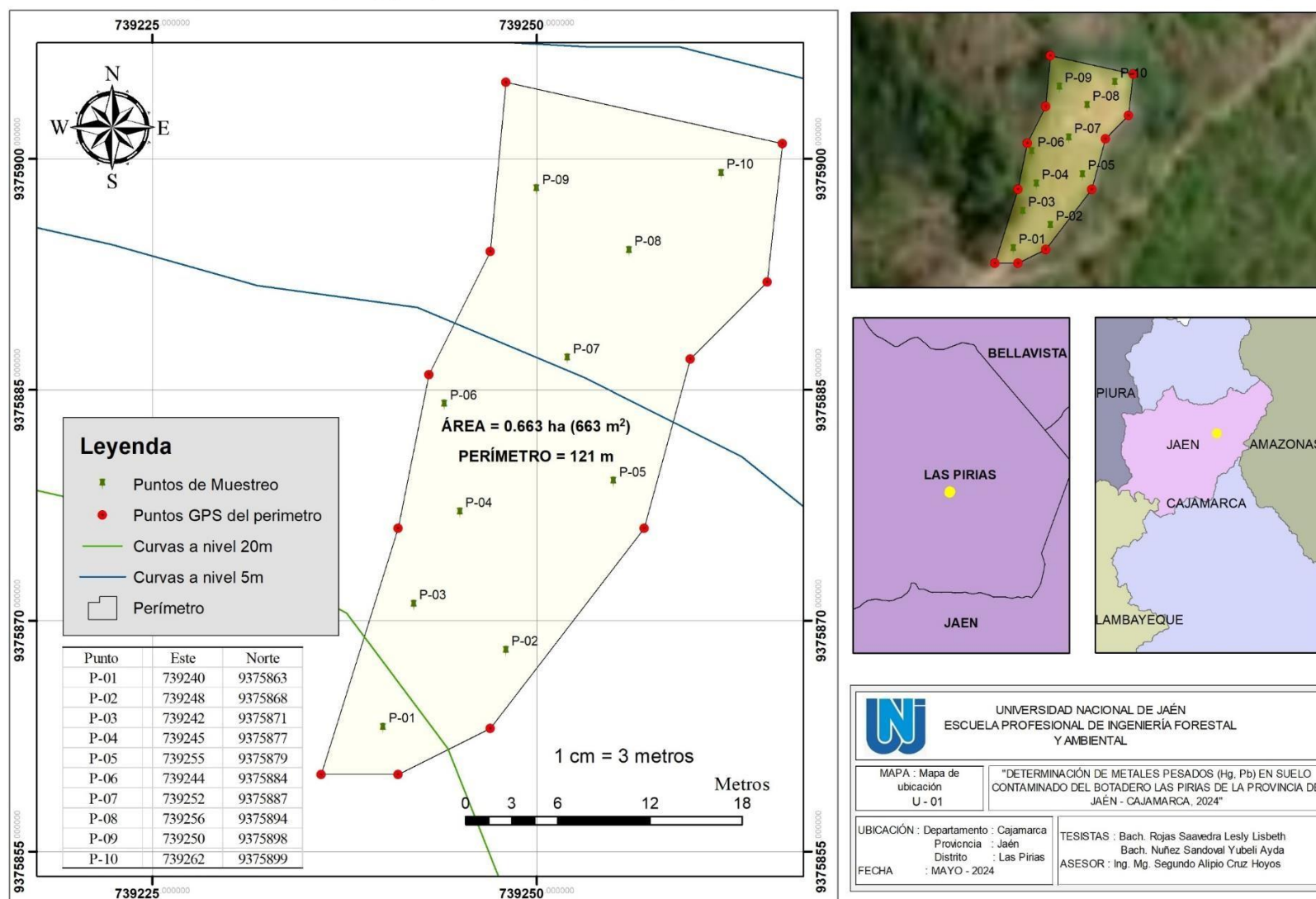
Botadero del distrito Las Pirias



El distrito Las Pirias constituye el 4,5 % del territorio provincial. Presenta un clima templado con lluvias pronunciadas de enero a abril. El distrito está conformado por un centro poblado y 21 caseríos.

Figura 2 Plano topográfico de la zona de investigación en el botadero Las Piras

DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS (Hg, Pb) EN SUELO CONTAMINADO DEL BOTADERO LAS PIRIAS DE LA PROVINCIA DE JAÉN - CAJAMARCA, 2024



2.1.2 Muestra

La toma de muestra de suelo para la investigación estuvo conformada por diez porciones de suelo extraídas del Botadero Las Pirias, ubicado en la provincia de Jaén, cada muestra de suelo fue de 500 gramos. Se seleccionaron puntos estratégicos dentro del área del Botadero, considerando que existieron zonas con diferentes niveles de exposición a residuos sólidos y lixiviados, con el objetivo de obtener una representación adecuada de la contaminación por metales pesados (Hg y Pb). Las muestras de suelo extraídas fueron recolectadas a distintas profundidades (superficial y sub superficial) para evaluar la posible movilidad de los contaminantes en el perfil del suelo. La selección de cada punto de extracción se fundamentó en criterios ambientales y técnicos, priorizando áreas con evidente acumulación de residuos, cercanía a fuentes de contaminación potencial, y su relación con la topografía (Wang *et al.*, 2022).

Tabla 1

Puntos de extracción de muestras

Puntos de muestreo	UTM		Altitud msnm
	Este	Norte	
P1	739240	9375863	1620
P2	739248	9375868	1633
P3	739242	9375871	1628
P4	739245	9375877	1625
P5	739255	9375879	1630
P6	739244	9375884	1629
P7	739252	9375887	1627
P8	739256	9375894	1628
P9	739250	9375898	1631
P10	739262	9375899	1632

Fuente: Tesistas.

2.1.3 Muestreo

El procedimiento de muestreo se efectuó siguiendo el protocolo estandarizado descrito por Suciú *et al.* (2022), con el propósito de asegurar que las muestras recolectadas fueran representativas del área de estudio y cumplieran con los estándares de calidad requeridos para los análisis posteriores. Para ello, se implementó un diseño de muestreo sistemático y dirigido, que permitió una distribución equitativa de los puntos de recolección a lo largo de todo el botadero Las Pirias. En la selección de estos puntos se consideraron criterios relevantes como la concentración y tipo de residuos sólidos presentes, la

posible escorrentía de lixiviados, la heterogeneidad del suelo, y otras características geomorfológicas del terreno que pudieran influir en la distribución de los contaminantes. La extracción de las muestras de suelo se realizó utilizando herramientas manuales, principalmente barreta y pala, las cuales fueron debidamente limpiadas y desinfectadas antes de su uso en cada punto, a fin de evitar la contaminación cruzada entre muestras. Se extrajeron muestras compuestas de la capa superficial (20 cm de profundidad), combinando varios sub-muestreos por cada punto para obtener una muestra más homogénea y representativa. Una vez recolectadas, las muestras de suelo fueron depositadas en bolsas de polietileno de alta resistencia, previamente rotuladas con información clave como el código del punto de muestreo, fecha y hora de recolección (21 octubre 2025; 3:00 pm), profundidad y observaciones específicas del sitio. Posteriormente, las muestras fueron almacenadas en condiciones adecuadas para su preservación y transportadas a los laboratorios de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A) y la Universidad Nacional de Jaén, donde se realizarían los análisis físico-químicos y de metales pesados correspondientes.

Figura 3

Muestras de suelo recolectadas en el Botadero Las Pirias



2.1.4 Materiales

Espectrofotómetro de absorción atómica con accesorio de generación de vapor frío (CV-AAS), bomba de aire o gas argón, ácido nítrico (HNO_3) concentrado, ácido sulfúrico (H_2SO_4), permanganato de potasio (KMnO_4) al 5 %, cloruro de hidroxilamina ($\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$), cloruro de estaño (II) (SnCl_2) al 10 %, solución estándar de mercurio (Hg^{2+}), Electrodo de platino o de grafito pirolítico para Pb. balanza analítica de alta precisión, micro inyector automático o manual para la introducción de las muestras en

el horno de grafito, ácido nítrico (HNO_3) concentrado, ácido perclórico (HClO_4), solución estándar de plomo (Pb^{2+}) y modificadores de matriz (fosfato de amonio ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) y magnesio [$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$]).

2.2 Metodología

Se aplicó una metodología experimental. En el laboratorio de la Universidad Nacional de Jaén, se determinaron la acides y conductividad el suelo del Botadero Las Pirias.

2.2.1 Método

Procedimiento:

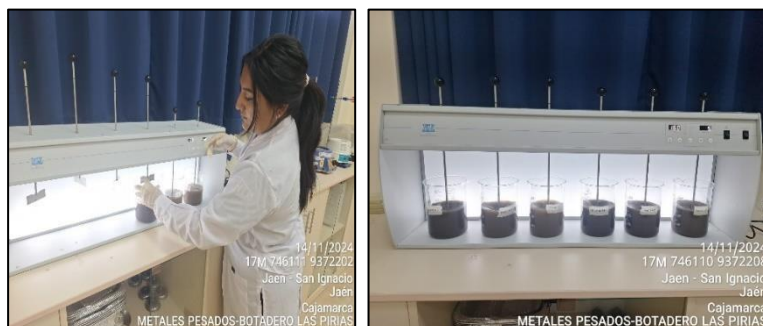
Análisis del pH del suelo

Se utilizaron los siguientes materiales:

- pH-metro calibrado y seis vasos de precipitados de 100 mL.
- Balanza analítica (± 0.01 g).
- Soluciones buffer (pH 4.01, 7.00 y 10.00) para calibración.

Figura 4

Agitación de las muestras de suelo disueltas



Preparación de la muestra:

- Se procedió a secar el suelo de forma natural en el medio ambiente y luego se tamizó con una malla de 2 mm para eliminar partículas gruesas, luego, se pesó 20 g de suelo seco por cada muestra de análisis, así cada muestra de suelo se depositó dentro de un vaso de precipitados y se agregó 25 mL de agua destilada (relación suelo : agua 1 : 2.5), esta operación se realizó con cada una de las muestras. Los vasos conteniendo el suelo se sometió a una agitación aprovechando el test de jarras y la agitación que produjo.

Medición del pH:

- Se agitó la mezcla por 5 minutos dentro del test de jarras para equilibrar los iones en solución; luego, se dejó reposar la mezcla agitada por 10 minutos.

- Se realizó la calibración del pH-metro con soluciones buffer de 4.01, 7.00 y 10.00
- Se introdujo el electrodo en la solución sin tocar el fondo del vaso.
- Se tomó lectura del valor del pH y su registro en el block de notas.

Figura 5

Análisis del pH del suelo del Botadero Las Pirias



Tabla 2

Clasificación de pH de suelos.

Rango del pH	Clasificación
< 4.60	Extremadamente ácido
4.60 – 5.19	Muy fuertemente ácido
5.20 – 5.59	Fuertemente ácido
5.60 – 6.19	Medianamente ácido
6.20 – 6.59	Ligeramente ácido
6.60 – 6.79	Muy ligeramente ácido
6.80 – 7.19	Neutralidad
7.20 – 7.39	Muy ligeramente alcalino
7.40 – 7.79	Ligeramente alcalino
7.80 – 8.39	Medianamente alcalino
8.40– 8.79	Fuertemente alcalino
> 9.40	Extremadamente alcalino

Fuente: Mavakala *et al.* (2022).

Análisis de la conductividad eléctrica del suelo:

Se utilizaron los siguientes materiales:

- Conductímetro calibrado.
- Célula de conductividad (electrodo de grafito).
- Balanza analítica.
- Agua destilada.

- Solución estándar de KCl (0.01 M) para calibración.
- Vaso de precipitados de 100 mL.

Preparación de la suspensión de suelo:

- Pesar 20 g de suelo seco y colocarlo en un vaso de precipitados.
- Agregar 25 mL de agua destilada (relación suelo : agua 1 : 2).
- Agitar la mezcla durante 30 minutos con agitador magnético o varilla de vidrio.

Medición de la conductividad eléctrica:

- Calibrar el conductímetro con una solución estándar de KCl 0.01 M ($CE \approx 1413 \mu S/cm$).
- Introducir la célula de conductividad en la suspensión de suelo sin tocar el fondo.
- Esperar hasta que la lectura se estabilice y registrar el valor en $\mu S/cm$ o mS/cm .

Figura 6

Análisis de la conductividad eléctrica del suelo del Botadero Las Pirias



La conductividad eléctrica dio valores sobre la salinidad del suelo, esta variable puede indicar la ausencia de sales o pérdida de sales por razones de lixiviado (Wang *et al.*, 2022). Esta variable puede ser de ayuda para orientar el posible uso de suelo. como referencia a los valores se muestran criterios en la siguiente tabla.

Tabla 3

Calidad del suelo por su conductividad eléctrica.

Clasificación	Conductividad eléctrica (mS/m)
Alta	> 200
Media	50 - 200
Baja	< 50

Fuente: Sanchez-Pinzon, (2010)

Método para determinar mercurio: Hg

Preparación de las muestras:

- Se tomó una cantidad representativa de suelo seco y se pulveriza para homogeneizarla. Se pesó aproximadamente 0.5 g – 1 g de muestra en un matraz de digestión. Se añadió una mezcla de ácido nítrico (HNO_3) y ácido sulfúrico (H_2SO_4) para la digestión ácida. La digestión se realizó en un bloque digestor o en un sistema de microondas a temperaturas controladas que descompuso la materia orgánica y liberó el mercurio en su forma iónica.

Oxidación y reducción del mercurio:

- Se añade permanganato de potasio (KMnO_4) a la muestra digerida para oxidar completamente el mercurio a su estado Hg^{2+} . Se neutralizó el exceso de permanganato con cloruro de hidroxilamina. Luego, se agregó cloruro de estaño (SnCl_2) para reducir Hg^{2+} a Hg^0 , generando vapores de mercurio.

Detección por espectrofotometría:

- Los vapores de mercurio se transportaron con argón hacia la celda de absorción del espectrofotómetro de absorción atómica. Se midió la absorción a una longitud de onda de 253.7 nm, específica para el mercurio. Se comparó la absorbancia de la muestra con la curva de calibración obtenida con soluciones estándar de mercurio.

Figura 7

Calibración de la ignición de las muestras



Método para determinar plomo: Pb

Preparación de las muestras:

- Se secó la muestra de suelo a 105 °C para eliminar humedad. Se molió y tamizó para obtener un material homogéneo. Luego, se pesó aproximadamente 0.5 g – 1 g de muestra en un matraz de digestión.

Digestión ácida:

- Se adicionó una mezcla de (HNO₃ y HClO₄ en una proporción de 3:1 para la descomposición del suelo. Luego, la digestión se realizó en un bloque digestor elevando gradualmente la temperatura hasta 180-200 °C. Se dejó enfriar y se filtró la solución obtenida. Posteriormente, se aforó a un volumen definido con agua desionizada.

Medición en el espectrofotómetro de absorción atómica con horno de grafito

- Se calibró el equipo con estándares de plomo en un rango adecuado. Luego, se inyectó 20-50 µL de la muestra en el horno de grafito. Se programó la rampa de temperatura para las etapas de secado, calcinación y atomización. Se midió la absorción a 283.3 nm, longitud de onda específica para el plomo, y finalmente, se comparó la absorbancia de la muestra con la curva de calibración para determinar la concentración de Pb en la muestra.

Figura 8

Análisis concluido de los metales pesados



Para conocer la categoría del suelo utilizado por el botadero Las Pirias, se utilizó la normatividad D.S. N° 011-2017-MINAM, que regula un suelo agrícola, residencial, parques, industrial o extractivo; para según la concentración de Hg y Pb hallada en el análisis de suelo se pueda definir la categoría de suelo contaminado.

Tipo de suelo evaluado respecto a los ECA-MINSA.

Tabla 4

D. S. N° 011-2017-MINAM

Parámetro ppm o mg/kg	Uso del suelo		
	Suelo agrícola(*)	Suelo residencial, parques(*)	Suelo comercial, industrial y extractivo(*)
<i>Hidrocarburos aromáticos volátiles</i>			
Benceno	0.03	0.03	0.03
Tolueno	0.37	0.37	0.37
Etil benceno	0.082	0.082	0.082
Xileno	11	11	11
<i>Hidrocarburos poli aromáticos</i>			
Benzo pireno	0.1	0.6	0.7
<i>Compuestos órgano clorados</i>			
Bifenilos policlorados	0.5	1.3	33
Tetracloroetileno	0.1	0.2	0.5
Tricloroetileno	0.01	0.01	0.01
<i>Inorgánicos</i>			
Arsénico	50	50	140
Bario total	750	500	2000
Cadmio	1.4	10	22
Cromo VI	No aplica	400	1000
Mercurio	6.6	6.6	24
Plomo	70	140	800
Cianuro libre	0.9	0.9	8

(*)Suelo agrícola: Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas.

Suelo residencial/parques: Suelo ocupado por la población para construir sus viviendas, incluyendo áreas verdes y espacios destinados a actividades de recreación y de esparcimiento.

Suelo comercial: Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla está relacionada con operaciones comerciales y de servicios.

Suelo industrial/extractivo: Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, hidrocarburos, entre otros) y/o, la elaboración, transformación o construcción de bienes.

III. RESULTADOS

Determinar la conductividad y pH del suelo del botadero Las Pirias

Tabla 5

pH de las muestras del suelo del Botadero Las Pirias

N° de muestra	Peso de muestra (gr)	pH
P1	20	5.72
P2	20	5.51
P3	20	5.81
P4	20	5.22
P5	20	5.63
P6	20	5.72
P7	20	5.31
P8	20	5.12
P9	20	5.73
P10	20	5.53
pH promedio		5.53

Fuente: Tesistas.

Interpretación:

La normatividad peruana vigente no describe restricciones para la acidez del suelo, por consiguiente, para la identificación de una problemática relacionada a la acidez, se requirió de la escala de Mavakala *et al.* (2022) para conocer los niveles de la acidez de los suelos, que los clasificó como: Muy ligeramente ácido: 6.60 – 6.79; ligeramente ácido: 6.20 – 6.59; medianamente ácido: 5.60 – 6.19; **fuertemente ácido: 5.20 – 5.59** y muy fuertemente ácido: 4.60 – 5.19. de forma que por la referencia descrita se puede concluir que el suelo del Botadero Las Pirias que tuvo un valor de pH igual a 5.53 tiene un nivel: **Fuertemente ácido.**

Figura 9

Tendencia de la acidez del suelo del Botadero Las Pirias

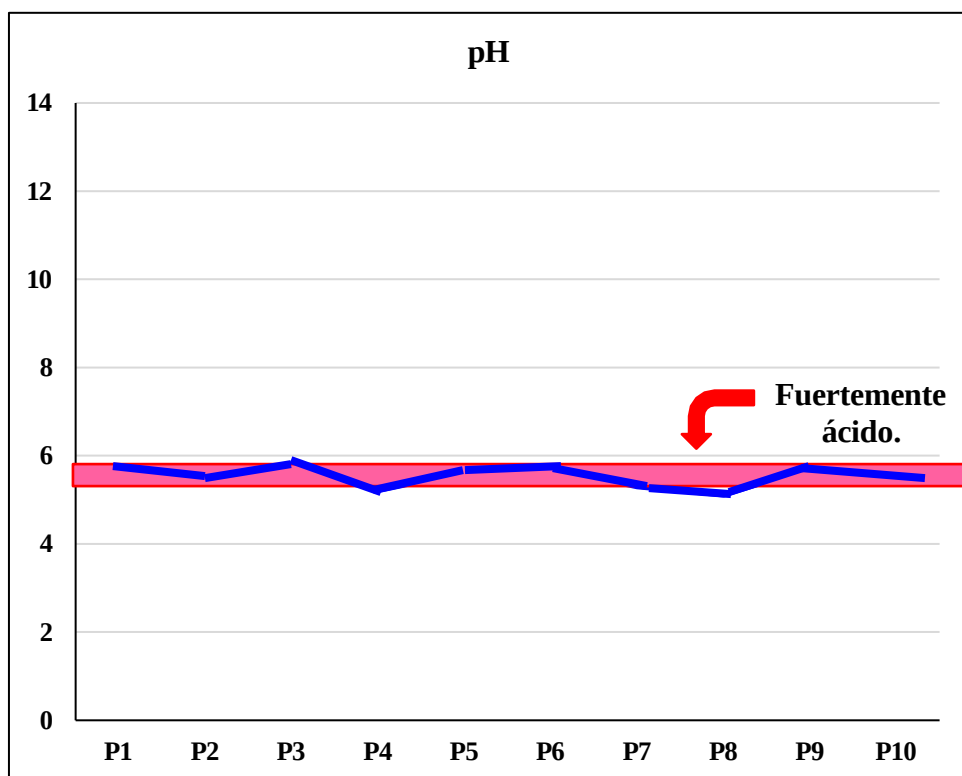


Tabla 6

Conductividad eléctrica de las muestras del suelo del Botadero Las Pirias

Nº de muestra	Peso de muestra (gr)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Conductividad eléctrica (mS/cm)
P1	20	2387	2.38
P2	20	5358	5.35
P3	20	4614	4.61
P4	20	6298	6.29
P5	20	5637	5.63
P6	20	2812	2.81
P7	20	3384	3.38
P8	20	4850	4.85
P9	20	6712	6.71
P10	20	5823	5.82
Conductividad eléctrica media		4787.5 µS/cm	4.78 mS/cm

Fuente: Tesistas.

Interpretación:

El suelo del Botadero Las Pirias que tuvo un valor promedio de conductividad eléctrica igual a 4787.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (4,78 mS/cm). Este valor correspondió a una bajísima carga de materia orgánica y baja presencia de sales solubles, esta condición es explicada por dos hechos: Un ineficiente servicio de recojo de residuos orgánicos en el distrito Las Pirias, sumado a la sequía de gran impacto en la mayor parte del país.

Determinar la concentración de Hg y Pb en suelo del botadero Las Pirias.**Tabla 7**

Análisis de mercurio en el suelo del Botadero Las Pirias

N° de muestra	Peso de muestra (gr)	Mercurio Hg ppm
P1	100	< 0.005
P2	100	< 0.005
P3	100	< 0.005
P4	100	< 0.005
P5	100	< 0.005
P6	100	< 0.005
P7	100	< 0.005
P8	100	< 0.005
P9	100	< 0.005
Concentración promedio		< 0.005 ppm

Fuente: Laboratorio UNTRM-A

Interpretación:

De los resultados del análisis del suelo del Botadero se concluyó que no existe contaminación por el metal mercurio, puesto que la concentración es insignificante al ser < 0.005 ppm;

Tabla 8

Análisis de plomo en el suelo del Botadero Las Pirias

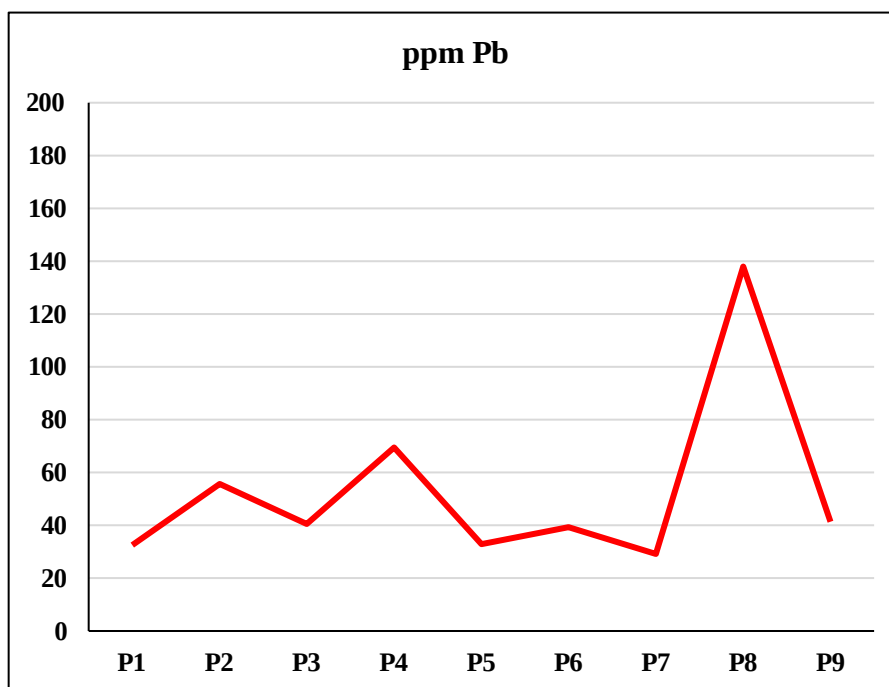
N° de muestra	Peso de muestra (gr)	Plomo (Pb) ppm
P1	100	32.52
P2	100	55.71
P3	100	40.50
P4	100	69.53
P5	100	32.94
P6	100	39.32
P7	100	29.17
P8	100	137.97
P9	100	41.39
Concentración promedio		53.22 ppm

Fuente: Laboratorio UNTRM-A

Interpretación: Los resultados reporta la presencia del metal pesado plomo en el suelo del botadero Las Pirias, cantidad inferior al límite permitido en la normatividad D. S. N° 011-2017-MINAM.

Figura 10

Tendencia de la concentración de plomo en el suelo del Botadero Las Pirias



Interpretación:

De los resultados del análisis del suelo del Botadero se concluyó que la contaminación por plomo es del orden de 53.22 ppm en promedio. Sin embargo, el punto de muestreo 8 arrojó una concentración de plomo de 137.97 ppm. A pesar del alto valor registrado aún para un suelo dedicado para residencia o parques, se halló por debajo del límite máximo permisible que es de 140 ppm.

Análisis estadístico:

El análisis se realizó para el plomo cuyos resultados mostraron significancia estadística (mínimo: 29.17 ppm y máximo: 137.97 ppm). Este análisis estadístico no se realizó para el mercurio por cuanto su concentración no fue significativamente estadística (mínimo: < 0.005 ppm y máximo: < 0.005 ppm).

Tabla 9

Resumen estadístico para el valor de las muestras

Recuento	10
Promedio	5.0
Desviación estándar	2.73861
Coefficiente de variación	54.7723%
Mínimo	1.0
Máximo	9.0
Rango	8.0
Sesgo estandarizado	0
Curtosis estandarizada	-0.734847

Análisis:

De la información estadística se concluye que los datos tomados en las muestras se encuentran dentro del sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales son utilizadas para determinar la normalidad de los datos. En este caso, los valores de la Curtosis estandarizada no se encuentran fuera del rango -2 a +2, lo que significa desviaciones dentro de la normalidad. Es decir, los datos tuvieron una distribución normal.

Prueba de Hipótesis para los resultados de las muestras, tomando como referencia al plomo.

Media muestral = 5.0

Mediana muestral = 5.0

Desviación estándar de la muestra = 2.73861

Prueba t

Hipótesis Nula: Las muestras no presentan concentración de plomo.

media = 0

Hipótesis Alternativa: Al menos una muestra presenta una concentración de plomo.

media $\neq$ 0

Estadístico t = 5.47723

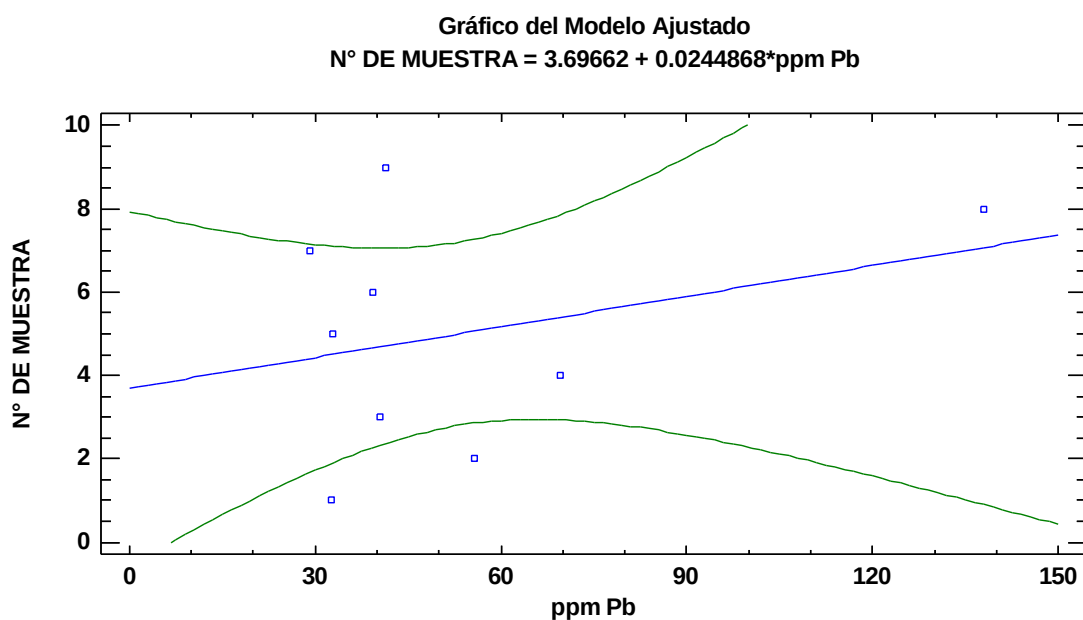
Valor-P = 0.000589388

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

Por consiguiente, las muestras de suelo si presentan contaminación de plomo.

Figura 11

Gráfica del modelo ajustado



Regresión Simple - N° de muestra vs. ppm Pb

Variable dependiente: N° de muestra

Variable independiente: ppm Pb

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Tabla 10*Resumen de coeficientes estadísticos*

Parámetro	Estimado mínimos cuadrados	Error Estándar	t estadístico	Valor-P
Intercepto	3.69662	1.79244	2.06234	0.0781
Pendiente	0.0244868	0.0287979	0.850297	0.4233

Fuente: Software estadístico.

Tabla 11*Análisis del ANOVA*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor - P
Modelo	5.61703	1	5.61703	0.72	0.4233
Residuo	54.383	7	7.769		
Total (Corr.)	60.0	8			

Fuente: Software estadístico.

Coeficiente de correlación = 0.305969

R-cuadrada = 9.36171 %

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = -3.58662 %

Error estándar del est. = 2.78729

Error absoluto medio = 2.1425

Estadístico Durbin-Watson = 0.406592 (P=0.0011)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0.515333

La ecuación del modelo ajustado es

Nº de muestra = 3.69662 + 0.0244868*ppm Pb

Determinar el tipo de suelo evaluado respecto a los ECA-MINSA.

Con los resultados obtenidos en los laboratorios tanto de la Universidad Nacional de Jaén y la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza se determinó el tipo de suelo, respecto a la acidez del suelo, la conductividad eléctrica del suelo, la concentración de mercurio y plomo presente en el suelo muestreado.

Tabla 12

Caracterización del suelo del Botadero Las Pirias

Parámetro Evaluado	Análisis laboratorio	Rango / límite	Clasificación
Acidez del suelo	pH = 5.53	5.20 – 5.59	Fuertemente ácido
Conductividad eléctrica	$\mu = 4.78$ mS/cm	< 50	Baja
Concentración de mercurio	< 0.05	6.6*	Sin contaminación
Concentración de plomo	53.22 ppm	70*	Agrícola

* D. S. N° 011-2017-MINAM

Por lo encontrado en los resultados, se puede afirmar que el suelo del Botadero Las Pirias pertenece al tipo agrícola y presenta contaminación por metales pesados como el mercurio y plomo. Que la contaminación del plomo se halló por debajo del Límite Máximo Permisible que la normativa vigente D. S. N° 011-2017-MINAM estableció, en tanto, que sobre la concentración de mercurio Hg solo se halló trazas muy menores a < 0.05 ppm Hg.

Que respecto a la acidez el suelo, este tiene una acidez fuerte resultado de la descomposición de la materia orgánica y una conductividad eléctrica en baja calidad debido a la prolongada sequía en esta parte del país, lo cual no disolvió las sales presentes en los residuos sólidos.

IV. DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación permitió conocer el tipo de suelo y los riesgos de contaminación que afronta el suelo del Botadero Las Pirias en la provincia de Jaén. Los criterios de evaluación estuvieron en función de dos criterios que tuvieron relación con el tipo de contaminación del suelo, esto fue evaluar la concentración del mercurio y plomo en el suelo del Botadero referido debido a que este lugar es el destino final de los residuos sólidos de la población que reside en el distrito Las Pirias. El criterio de evaluación fue el marco normativo D. S. N° 011-2017-MINAM que fijó los límites máximos permisibles. El análisis químico de la capa de suelo arrojó una escasa concentración de mercurio en el suelo; en cambio, la concentración del plomo fue de 53.22 ppm, ambos valores por debajo de la normativa referida que fijó los límites en 6.6 y 70 ppm respectivamente. Sin embargo, en uno de las muestras se halló 137.97 ppm Pb lo que indica que posible presencia de focos de contaminación localizada. Inclusive Mahecha *et al.* (2015) sostuvo que la acumulación de plomo en suelos urbanos y peri urbanos se debió principalmente por la acumulación de residuos industriales y domiciliarios. Datos que coinciden con Blago (2015) cuando determinó que los niveles de Cd, Cr, Pb y As de la capa superficial en tierras mexicanas tuvo valores para el plomo que no sobrepasaron los límites permitidos, no obstante que la cantidad más elevada de Cr y Cd, pero al mismo tiempo tampoco se excedieron del límite permitido. Por otra parte, Esakku *et al.* (2023) evaluaron la presencia de iones metálicos en superficies edáficas. Para su interpretación utilizaron el mismo marco normativo: Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM. Entre sus resultados concluyeron que, las muestras analizadas presentan tendencias de acumular iones de Pb, As y Cd. Esto coincide con Wang *et al.* (2022) que afirmó que estos valores son similares a los reportados por estudios realizados en suelos agrícolas sin exposición significativa a fuentes industriales o mineras, es decir, no se discute la presencia de los metales pesados, sino que se acepta que en la mayoría de los casos por ahora su presencia no vulnera la normatividad vigente. Lo cual no descarta la contaminación del suelo analizado. En otros términos, lo fundamentó Saha *et al.* (2022) al afirmar que la contaminación metálica y su difusión en el suelo es una problemática recurrente pues el Hg y Pb tienden a ser bio acumulados en las plantas, y que como consecuencia de su participación en la cadena alimenticia estos se acumulan en otros seres vivos, resultando ser muy peligrosos debido a que su ingesta muchas veces pasa desapercibida para el ser humano y sin embargo al mismo

tiempo son nocivos para la salud y el medio ambiente. De la misma manera, sostuvieron Suciú *et al.* (2022) cuando afirmaron que es imposible para el ser humano evitar el contacto con las plantas o incluso el contacto de metales con la piel o su ingesta mediante la inhalación del material particulado a través de las vías respiratorias, lo que acarrea como consecuencia enfermedades o incluso la muerte puesto que, existe metales pesados como el Cd, Hg, Pb, Sb, Bi, Sn, Ti que no tienen función biológica conocida resultando letales para la salud humana. Por otra parte, se realizó el análisis de la acidez y la conductividad eléctrica del suelo del Botadero Las Pirias, hallándose acidez elevada (pH: 5.53) y baja conductividad eléctrica ($\mu = 4.78$ mS/cm). La elevada acidez fue resultado de la formación de los ácidos carboxílicos formados por la descomposición de la materia orgánica, lo cual trae como consecuencia impacto en la acidez de suelo (Contreras *et al.*, 2023). Así también los expresó Mavakala *et al.* (2022) respecto al impacto sobre la actividad microbiana con la acidificación del suelo, esto es que a mayor acidez del suelo menor actividad microbiana en el suelo y por ende menor calidad de suelo. Otra componente del problema que ocasionó la acidez en el suelo lo fundamentó Senthamilselvi *et al.* 2021 al afirmar que la alta acidez puede influir en la movilidad de los metales pesados, incrementando su biodisponibilidad y potencial toxicidad, disminuyéndose la disponibilidad de nutrientes esenciales para la vegetación por la modificación de la estructura del suelo. Respecto a la otra variable se registró una baja conductividad por la falta de agua en la región, es decir, la ausencia de lluvias (agua) no permitió la disolución de las sales que contienen los sólidos domésticos. Esta condición según Mahecha *et al.* (2015) limita la capacidad del suelo para transportar iones metálicos, afectando la disponibilidad de los metales pesados para su absorción por la vegetación. Otro análisis lo compartieron Landrigan *et al.* (2017) al afirmar que la baja conductividad eléctrica está relacionada con la disponibilidad de iones en el suelo, como nitratos (NO_3^-), fosfatos (PO_4^{3-}), potasio (K^+), calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}) lo que sugiere poca capacidad de retención y disponibilidad de estos nutrientes, lo que puede afectar el crecimiento vegetal y limitar la productividad agrícola en zonas cercanas al botadero. Y, sostuvo que una pobre conductividad eléctrica impide la inmovilización de los metales pesados. Finalmente, sobre el Hg y Pb se puede afirmar que existe un riesgo potencial para la salud humana y el ecosistema circundante. El plomo es un metal altamente tóxico cuya exposición prolongada a plomo puede causar daños neurológicos y afectar el desarrollo infantil (Suciú *et al.* 2022).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- EL suelo del Botadero Las Pirias arrojó una conductividad eléctrica promedio igual a $\mu = 4.78$ mS/cm que fue el promedio de diez muestras: P₁: 2.38 mS/cm, P₂: 5.35 mS/cm, P₃: 4.61 mS/cm, P₄: 6.29 mS/cm, P₅: 5.63 mS/cm, P₆: 2.81 mS/cm, P₇: 3.38 mS/cm, P₈: 4.85 mS/cm, P₉: 6.71 mS/cm y P₁₀: 5.82 mS/cm. Y, una acidez cuyo promedio fue pH: 5.53 resultado de las mismas muestras anteriores descritas: P₁: 5.72, P₂: 5.51, P₃: 5.81, P₄: 5.22, P₅: 5.63, P₆: 5.72, P₇: 5.31, P₈: 5.12, P₉: 5.73 y P₁₀: 5.53
- EL suelo del Botadero Las Pirias arrojó una escasa concentración < 0.05 ppm de mercurio Hg en las nueve muestras analizadas. En cambio, el suelo arrojó contaminación por el metal plomo en cada una de las nueve muestras: P₁: 32.52 ppm Pb, P₂: 55.71 ppm Pb, P₃: 40.50 ppm Pb, P₄: 69.53 ppm Pb, P₅: 32.94 ppm Pb, P₆: 39.32 ppm Pb, P₇: 29.17 ppm Pb, P₈: 137.97 ppm Pb, P₉: 41.39 ppm Pb. Como resultado promedio se tuvo una concentración de 53.22 ppm Pb.
- Que el suelo del Botadero Las Pirias es del tipo agrícola y presentó contaminación por metales pesados como el mercurio y plomo respecto a la normativa D. S. N° 011-2017-MINAM. Así, el mercurio se determinó presente en trazas, es decir, menor a 0.05 ppm Hg; en cambio, la contaminación del plomo arrojó 53.22 ppm Pb que se encuentra por debajo del Límite Máximo Permisible de acuerdo a la normativa vigente, esto es menor a 70 ppm Pb. Y, respecto a la acidez del suelo se determinó un pH = 5.53 (fuertemente ácido) y una conductividad eléctrica $\mu = 4.78$ mS/cm (conductividad eléctrica baja).

Recomendaciones:

- A las autoridades de la Municipalidad distrital Las Pirias implementar estrategias de biorremediación especialmente, con características hiper acumuladoras de plomo, para de esta manera lograr la reducción de la concentración de plomo en el suelo del Botadero Las Pirias.
- Por parte de las autoridades gubernamentales promover un programa de monitoreo constante para conocer la concentración de los metales pesados, inclusive analizar la acidez y la conductividad eléctrica, pues son estas variables los que pueden modificar la biodisponibilidad de estos elementos.
- A la Universidad Nacional de Jaén, contribuir con investigar técnicas de estabilización química para reducir la movilidad del plomo y otros metales tóxicos en el suelo.
- Se recomienda que, en otros estudios, el análisis de metales pesados se realice al menos dos veces al año, una evaluación en verano y la segunda en los meses de invierno. De forma que pueda analizarse los lixiviados del botadero.
- Se recomienda a la Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza ser mas responsables y cuidadosos en las muestras que le son encomendadas a analizar y evitar cualquier perdida.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blago. (2015). Espectroscopia de Absorción Atómica. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*, 1(10), 1-10.
<https://www.fao.org/3/ah833s/AH833S22.htm>
- Contreras, E. E., Saez, W., Sumarriva, L. A., Chávez, N. L. y Yaulilahua, R. (2023). Concentración de metales pesados plomo y arsénico en el botadero de Mollebamba, Huancavelica. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*. Vol.7. N° 19.
- Esakku, S., Palanivelu, K. and Kurian J. (2003). Assessment of heavy metals in a municipal solid waste dumpsite. *Workshop on Sustainable Landfill Management*. Vol. 3–5 December, Chennai, India, pp.139-145.
- Mahecha, J. D., Trujillo, J. M., y Torres, M. A. (2015). Contenido de metales pesados en suelos agrícolas de la región del Ariari, Departamento del Meta. *SciELO*, 9(1), 1-5. <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v19n1/v19n1a11.pdf>
- Mavakala, B. K., Sivalingam, P., Laffite, A., Mulaji, C. K., Giuliani, G., Mpiana, P. T. & Poté, J. (2022). Evaluation of heavy metal content and potential ecological risks in soil samples from wild solid waste dumpsites in developing country under tropical conditions. *Environmental Challenges*. Volume 7, April, 100461. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100461>
- Landrigan, P.J., Fuller, R., Acosta, N.J.R., Adeyi, O., Arnold, R., Basu, N. (2017). The Lancet Commission on pollution and health. *Lancet* 391, 462–512. Legrand, M., McConnell, J.R., Lestel, L., Preunkert, S., Arienzo, M., Chellman,
- Saha, T. R., Khan, A. R., Kundu, R., Naime, J., Rezaul, K. and Ara, M. S. (2022). Heavy metal contaminations of soil in waste dumping and non-dumping sites in Khulna: Human health risk assessment. *Results in Chemistry*. Volume 4, January, 100434.

- Sanchez-Pinzon, M. S. (2010). *Contaminacion por metales pesados en el botadero de basuras de Moravia en Medellin: transferencia a flora y fauna y evaluacion del potencial fitorremediador de especies nativas e introducidas*. [Tesis para optar el título profesional de doctor en Ciencias Biológicas.] Pontificia Universidad Javeriana. Colombia.
- Senthamilselvi, P., Monika, S., Niranjan, T. V., Nivya, S. & Prabakaran, S. (2021). An experimental analysis on heavy metals in soil by using atomic absorption spectrometer. JETIR June 2021, Volume 8, Issue 6. ISSN-2349-5162.
- Suciu, N.A., Devivo, R., Rizzati, N., Capri, E., (2022). Cd content in phosphate fertilizer: which potential risk for the environment and human health? *Curr. Opin. Environ. Sci. Health* 100392. Tóth, G., Hermann, T., Da
- Wang, L., Zeraatpisheh, M., Wei, Z. & Xu, M. (2022). Heavy metal pollution and risk assessment of farmland soil around abandoned domestic waste dump in Kaifeng City. *Sec. Toxicology, Pollution and the Environment*. Volume 10. August. Front. Environ. Sci. 18 2022
DOI: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.946298>

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y darme la sabiduría, y fuerza para continuar con este proceso de formación profesional y permitir sentirme orgullosa de mí, a mi familia, el pilar fundamental de mi vida. A mis padres: Angel y Lola Aided, por su amor incondicional, su apoyo constante y su fe inquebrantable en mí. A mis hermanos: Edinson y Fernando, por su compañía, comprensión y apoyo. Este logro es también suyo.

Yubeli Ayda Nuñez Sandoval

AGRADECIMIENTO

Este proyecto no habría sido posible sin la ayuda y el apoyo de muchas personas, en primer lugar, mi más sincero agradecimiento al ing. Garay, por su paciencia, sabios consejos y constante motivación. También quiero agradecer a mi jurado de tesis por sus valiosas aportaciones y por el tiempo que dedicaron a la revisión de este trabajo. A mi familia, quienes han sido una rosa sólida en mi vida, brindándome su apoyo incondicional, su comprensión, su confianza y creer en mi incluso cuando yo dudaba, por darme ánimos para no rendirme y seguir firme en este proceso de mi formación profesional.

Yubeli Ayda Nuñez Sandoval

DEDICATORIA

Primeramente, dedico mi proyecto de tesis a mi Dios todopoderoso, por darme vida y la fortaleza necesaria para lograr este objetivo, a mis padres y hermanos que, sin dudar de mis capacidades intelectuales y mis valores como persona, me brindaron su apoyo de manera incondicional.

Lesly Lisbeth Rojas Saavedra

AGRADECIMIENTO

Concedo mi imperecedera gratitud a quienes fueron partícipe con sus conocimientos y enseñanzas brindadas durante el desarrollo y elaboración de este trabajo. A mi asesor el Ing. Mg. Segundo Alipio Cruz Hoyos, por su motivación y apoyo constante. A mi jurado de tesis, por el tiempo y sugerencias brindadas en las revisiones de mi trabajo. A mi familia que siempre me dieron palabras de aliento y motivación, a lo largo de esta etapa.

Lesly Lisbeth Rojas Saavedra

ANEXOS

Anexo: Resultados del análisis de suelo del Botadero las Pirias

Figura 12

Resultados del análisis de Hg y Pb muestra 1

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y AGUAS		UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS		INDESICES	
INFORME DE ENSAYO N°		:		LAB24-AS-3400	
DATOS GENERALES					
SOLICITANTE	:	YUBELI AYDA NUÑEZ SANDOVAL			
TELÉFONO	:	925601006			
E-MAIL	:	yubeli_07@hotmail.com			
DOMICILIO LEGAL	:	JAEN			
RUC / DNI	:	10711978858			
DEPARTAMENTO	:	CAJAMARCA			
PROVINCIA	:	JAEN			
DISTRITO	:	NO ESPECIFICA			
CASERIO O ANEXO	:	NO ESPECIFICA			
CODIGO DE MUESTRA / PARCELA	:	1			
MUESTREADO POR	:	YUBELI AYDA NUÑEZ SANDOVAL			
MATRIZ	:	SUELO AGRICOLA			
PRESENTACIÓN	:	BOLSA PLÁSTICA			
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	:	miércoles, 27 de Noviembre de 2024			
FECHA DE ANÁLISIS	:	viernes, 27 de Diciembre de 2024			
AREA DE DESARROLLO DE LOS ANÁLISIS	:	EEA			
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES EN SUELOS					
PARAMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS					
MERCURIO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Hg	<0.005	<0.005	
PLOMO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Pb	<0.005	32.52	
U.D.=Unidad de Medida. AF=Área de Física. AQ= Área química. AFQ= Área de Análisis Fisicoquímico. CN= Área de Carbono Nitrógeno. EEA= Área de Espectrofotometría de Emisión Atómica					
OBSERVACIONES	SIN OBSERVACIONES				
Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.					
"La información resaltada en negrita y cursiva, es información proporcionada por el cliente, lo cual desliga al laboratorio de toda responsabilidad del muestreo realizado por el cliente".					
Los resultados presentados son validos únicamente para las muestras ensayadas.					
Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG.					
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 TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS LABISAG Mg. LILY DEL PILAR JUAREZ CONTRERAS RESPONSABLE					
Calle Higos Urco N°342-350-356 - Calle Universitaria N°304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú labisag@untrm.edu.pe / labisag@indes-ces.edu.pe					
Código: CCFT-036-II / Versión:02 / F.E.: 04/2024				Chachapoyas, 27 de Diciembre de 2024	
"FIN DEL DOCUMENTO"				Página: 01	

Figura 13

Resultados del análisis de Hg y Pb muestra 2



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y AGUAS

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS



INFORME DE ENSAYO N°		LAB24-AS-3401	
DATOS GENERALES			
SOLICITANTE	:	YUBELI AYDA NUÑEZ SANDOVAL	
TELÉFONO	:	925601006	
E-MAIL	:	yubeli_07@hotmail.com	
DOMICILIO LEGAL	:	JAEN	
RUC / DNI	:	10711978858	
DEPARTAMENTO	:	CAJAMARCA	
PROVINCIA	:	JAEN	
DISTRITO	:	JAEN	
CASERIO O ANEXO	:	NO ESPECIFICA	
CÓDIGO DE MUESTRA / PARCELA	:	2	
MUESTREADO POR	:	YUBELI AYDA NUÑEZ SANDOVAL	
MATRIZ	:	SUELO AGRICOLA	
PRESENTACIÓN	:	BOLSA PLÁSTICA	
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	:	miércoles, 27 de Noviembre de 2024	
FECHA DE ANÁLISIS	:	viernes, 27 de Diciembre de 2024	
ÁREA DE DESARROLLO DE LOS ANÁLISIS	:	EEA	
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES EN SUELOS			
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS			
MERCURIO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Hg	<0,005
PLOMO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Pb	55.71

U.D.= Unidad de Medida. AF=Área de Física. AQ= Área química. AFQ= Área de Análisis Fisicoquímico. CN= Área de Carbono Nitrógeno. EEA= Área de Espectrofotometría de Emisión Atómica

OBSERVACIONES	SIN OBSERVACIONES
Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio. <i>"La información resaltada en negrita y cursiva, es información proporcionada por el cliente, lo cual destina al laboratorio de toda responsabilidad del muestreo realizado por el cliente".</i> Los resultados presentados son validos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG. 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 TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS
LABISAG
Mg. LILY DEL PILAR JUÁREZ CONTRERAS
RESPONSABLE

Calle Higos Urco N°342-350-356 - Calle Universitaria N°304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú
labisag@untrm.edu.pe / labisag@indes-ces.edu.pe

Chachapoyas, 27 de Diciembre de 2024

Código: CCFT-036-II / Versión:02 / F.E.: 04/2024

"FIN DEL DOCUMENTO"

Página: 01

Figura 14

Resultados del análisis de Hg y Pb muestra 3

INFORME DE ENSAYO N°		LAB24-AS-3402	
DATOS GENERALES			
SOLICITANTE	:	YUBELI AYDA NUÑEZ SANDOVAL	
TELÉFONO	:	925601006	
E-MAIL	:	yubeli_07@hotmail.com	
DOMICILIO LEGAL	:	JAEN	
RUC / DNI	:	10711978858	
DEPARTAMENTO	:	CAJAMARCA	
PROVINCIA	:	JAEN	
DISTRITO	:	JAEN	
CASERIO O ANEXO	:	NO ESPECIFICA	
CODIGO DE MUESTRA / PARCELA	:	3	
MUESTREADO POR	:	YUBELI AYDA NUÑEZ SANDOVAL	
MATRIZ	:	SUELO AGRICOLA	
PRESENTACIÓN	:	BOLSA PLÁSTICA	
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	:	miércoles, 27 de Noviembre de 2024	
FECHA DE ANÁLISIS	:	viernes, 27 de Diciembre de 2024	
AREA DE DESARROLLO DE LOS ANALISIS	:	EEA	
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES EN SUELOS			
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS			
MERCURIO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Hg	<0.005
PLOMO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Pb	40.50
U.D.= Unidad de Medida. AF=Área de Física. AQ= Área química. AFQ= Área de Análisis Fisicoquímico. CN= Área de Carbono Nitrógeno. EEA= Área de Espectrofotometría de Emisión Atómica			
OBSERVACIONES		SIN OBSERVACIONES	
Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio. <i>"La información resaltada en negrita y cursiva, es información proporcionada por el cliente, lo cual deslinda al laboratorio de toda responsabilidad del muestreo realizado por el cliente".</i> Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG. 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 TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS LABISAG Mg. LILY DEL PILAR JUÁREZ CONTRERAS RESPONSABLE			
Calle Higos Urco N°342-350-356 - Calle Universitaria N°304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú labisag@untrm.edu.pe / labisag@indes-ces.edu.pe			
CCFT-036-II / Versión:02 / F.E.: 04/2024		Chachapoyas, 27 de Diciembre de 2024	
"FIN DEL DOCUMENTO"		Página: 01	

Resultados del análisis de Hg y Pb muestra 4

44

Figura 16

Resultados del análisis de Hg y Pb muestra 5

INFORME DE ENSAYO N°		LAB24-AS-3404	
DATOS GENERALES			
SOLICITANTE	:	YUBELI AYDA NUÑEZ SANDOVAL	
TELÉFONO	:	925601006	
E-MAIL	:	yubeli_07@hotmail.com	
DOMICILIO LEGAL	:	JAEN	
RUC / DNI	:	10711978858	
DEPARTAMENTO	:	CAJAMARCA	
PROVINCIA	:	JAEN	
DISTRITO	:	JAEN	
CASERIO O ANEXO	:	NO ESPECIFICA	
CODIGO DE MUESTRA / PARCELA	:	5	
MUESTREADO POR	:	YUBELI AYDA NUÑEZ SANDOVAL	
MATRIZ	:	SUELO AGRICOLA	
PRESENTACIÓN	:	BOLSA PLÁSTICA	
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	:	miércoles, 27 de Noviembre de 2024	
FECHA DE ANÁLISIS	:	viernes, 27 de Diciembre de 2024	
AREA DE DESARROLLO DE LOS ANALISIS	:	EEA	
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES EN SUELOS			
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS			
MERCURIO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Hg	<0.005
PLOMO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Pb	32.94
U.D.= Unidad de Medida. AF= Área de Física. AQ= Área química. AFQ= Área de Análisis Fisicoquímico. CN= Área de Carbono Nitrógeno. EEA= Área de Espectrofotometría de Emisión Atómica			
OBSERVACIONES		SIN OBSERVACIONES	
Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio. <i>"La información resaltada en negrita y cursiva, es información proporcionada por el cliente, lo cual desliga al laboratorio de toda responsabilidad del muestreo realizado por el cliente".</i> Los resultados presentados son validos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG. 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 TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS LABISAG Mg. LILY DEL PILAR JUAREZ CONTRERAS RESPONSABLE			
Calle Higos Urco N°342-350-356 - Calle Universitaria N°304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú labisag@untrm.edu.pe / labisag@indes-ces.edu.pe			
Código: CCFT-036-II / Versión:02 / F.E.: 04/2024		Chachapoyas, 27 de Diciembre de 2024	
"FIN DEL DOCUMENTO"			
		Página: 01	

Figura 17

Resultados del análisis de Hg y Pb muestra 6

INFORME DE ENSAYO N°		LAB24-AS-3405	
DATOS GENERALES			
SOLICITANTE	:	YUBELI AYDA NUÑEZ SANDOVAL	
TELÉFONO	:	925601006	
E-MAIL	:	yubeli_07@hotmail.com	
DOMICILIO LEGAL	:	JAEN	
RUC / DNI	:	10711978858	
DEPARTAMENTO	:	CAJAMARCA	
PROVINCIA	:	JAEN	
DISTRITO	:	JAEN	
CASERIO O ANEXO	:	NO ESPECIFICA	
CODIGO DE MUESTRA / PARCELA	:	6	
MUESTREO POR	:	YUBELI AYDA NUÑEZ SANDOVAL	
MATRIZ	:	SUELO AGRICOLA	
PRESENTACIÓN	:	BOLSA PLÁSTICA	
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	:	miércoles, 27 de Noviembre de 2024	
FECHA DE ANÁLISIS	:	viernes, 27 de Diciembre de 2024	
ÁREA DE DESARROLLO DE LOS ANÁLISIS	:	EEA	
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES EN SUELOS			
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS			
MERCURIO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Hg	<0.005
PLOMO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Pb	39.32
UD= Unidad de Medida. AF=Área de Física. AQ= Área química. AFQ= Área de Análisis Físicoquímico. CN= Área de Carbono Nitrógeno. EEA= Área de Espectrofotometría de Emisión Atómica			
OBSERVACIONES		SIN OBSERVACIONES	
Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.			
"La información resaltada en negrita y <i>cursiva</i> , es información proporcionada por el cliente, lo cual desliza al laboratorio de toda responsabilidad del muestreo realizado por el cliente".			
Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.			
Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG.			
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 TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS LABISAG Mg. LILY DEL PILAR JUÁREZ CONTRERAS RESPONSABLE			
Calle Higos Urco N°342-350-356 - Calle Universitaria N°304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú labisag@untrm.edu.pe / labisag@indes-ces.edu.pe			
CCFT-036-II / Versión:02 / F.E.: 04/2024		Chachapoyas, 27 de Diciembre de 2024	
"FIN DEL DOCUMENTO"		Página: 01	

Figura 18

Resultados del análisis de Hg y Pb muestra 7

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y AGUAS		UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS	
INFORME DE ENSAYO N°		LAB24-AS-3406	
DATOS GENERALES			
SOLICITANTE	:	YUBELI AYDA NUÑEZ SANDOVAL	
TELÉFONO	:	925601006	
E-MAIL	:	yubeli_07@hotmail.com	
DOMICILIO LEGAL	:	JAEN	
RUC / DNI	:	10711978858	
DEPARTAMENTO	:	CAJAMARCA	
PROVINCIA	:	JAEN	
DISTRITO	:	JAEN	
CASERIO O ANEXO	:	NO ESPECIFICA	
CODIGO DE MUESTRA / PARCELA	:	7	
MUESTREO POR	:	YUBELI AYDA NUÑEZ SANDOVAL	
MATRIZ	:	SUELO AGRICOLA	
PRESENTACIÓN	:	BOLSA PLÁSTICA	
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	:	miércoles, 27 de Noviembre de 2024	
FECHA DE ANÁLISIS	:	viernes, 27 de Diciembre de 2024	
ÁREA DE DESARROLLO DE LOS ANÁLISIS	:	EEA	
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES EN SUELOS			
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS			
MERCURIO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Hg	<0.005
PLOMO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Pb	29.17
U.D.= Unidad de Medida. AF= Área de Física. AQ= Área química. AFQ= Área de Análisis Fisicoquímico. CN= Área de Carbono Nitrógeno. EEA= Área de Espectrofotometría de Emisión Atómica			
OBSERVACIONES		SIN OBSERVACIONES	
Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.			
"La información resaltada en negrita y cursiva, es información proporcionada por el cliente, lo cual deslga al labotario de toda responsabilidad del muestreo realizado por el cliente".			
Los resultados presentados son validos únicamente para las muestras ensayadas.			
Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG.			
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 TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS LABISAG Mg. LILY DEL PILAR JUAZ CONTERAS RESPONSABLE			
Calle Higos Urco N°342-350-356 - Calle Universitaria N°304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú			
labisag@untrm.edu.pe / labisag@indes-ces.edu.pe			
Chachapoyas, 27 de Diciembre de 2024			
Página: 01			

Figura 19

Resultados del análisis de Hg y Pb muestra 8



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y AGUAS

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS



INFORME DE ENSAYO N°		LAB24-AS-3407	
DATOS GENERALES			
SOLICITANTE	:	YUBELI AYDA NUÑEZ SANDOVAL	
TELÉFONO	:	925601006	
E-MAIL	:	yubeli_07@hotmail.com	
DOMICILIO LEGAL	:	JAEN	
RUC / DNI	:	10711978858	
DEPARTAMENTO	:	CAJAMARCA	
PROVINCIA	:	JAEN	
DISTRITO	:	JAEN	
CASERIO O ANEXO	:	NO ESPECIFICA	
CODIGO DE MUESTRA / PARCELA	:	8	
MUESTREO POR	:	YUBELI AYDA NUÑEZ SANDOVAL	
MATRIZ	:	SUELO AGRICOLA	
PRESENTACIÓN	:	BOLSA PLÁSTICA	
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	:	miércoles, 27 de Noviembre de 2024	
FECHA DE ANÁLISIS	:	viernes, 27 de Diciembre de 2024	
AREA DE DESARROLLO DE LOS ANALISIS	:	EEA	
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES EN SUELOS			
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS			
MERCURIO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Hg	<0,005
PLOMO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Pb	137.97

U.D.= Unidad de Medida. AF=Área de Física. AQ= Área química. AFQ= Área de Análisis Fisicoquímico. CN= Área de Carbono Nitrógeno. EEA= Área de Espectrofotometría de Emisión Atómica

OBSERVACIONES	SIN OBSERVACIONES
Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio. <i>"La información resaltada en negrita y cursiva, es información proporcionada por el cliente, lo cual deslga al labotario de toda responsabilidad del muestreo realizado por el cliente".</i> Los resultados presentados son validos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG. 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 TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS
LABISAG
Mg. LILY DEL PILAR JUÁREZ CONTRERAS
RESPONSABLE

Calle Higos Urco N°342-350-356 - Calle Universitaria N°304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú
labisag@untrm.edu.pe / labisag@indes-ces.edu.pe

Código: CCFT-036-II / Versión:02 / F.E.: 04/2024

Chachapoyas, 27 de Diciembre de 2024

Página: 01

"FIN DEL DOCUMENTO"

Figura 20

Resultados del análisis de Hg y Pb muestra 9



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y AGUAS
 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS



INFORME DE ENSAYO N°
LAB24-AS-3408

DATOS GENERALES

SOLICITANTE TELEFONO E-MAIL DOMICILIO LEGAL RUC / DNI DEPARTAMENTO PROVINCIA DISTRITO CASERIO O ANEXO CODIGO DE MUESTRA / PARCELA MUESTREADO POR MATRIZ PRESENTACIÓN FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS FECHA DE ANÁLISIS AREA DE DESARROLLO DE LOS ANÁLISIS	YUBELI AYDA NUÑEZ SANDOVAL 925601006 yubeli_07@hotmail.com JAEN 10711978858 CAJAMARCA JAEN JAEN NO ESPECIFICA 9 YUBELI AYDA NUÑEZ SANDOVAL SUELO AGRICOLA BOLSA PLÁSTICA miércoles, 27 de Noviembre de 2024 viernes, 27 de Diciembre de 2024 EEA
---	---

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES EN SUELOS

PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS

MERCURIO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Hg	<0.005	<0.005
PLOMO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Pb	<0.005	41.39

U.D.= Unidad de Medida. AF=Área de Física. AQ= Área química. AFQ= Área de Análisis Fisicoquímico. CN= Área de Carbono Nitrógeno. EEA= Área de Espectrofotometría de Emisión Atómica

OBSERVACIONES
SIN OBSERVACIONES

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

"La información resaltada en **negrita** y *cursiva*, es información proporcionada por el cliente, lo cual deslga al labotario de toda responsabilidad del muestreo realizado por el cliente".

Los resultados presentados son validos únicamente para las muestras ensayadas.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG.

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 TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS
 LABISAG
 Mg. LILY DEL PILAR MONTES CONTRERAS
 RESPONSABLE

Calle Higos Urco N°342-350-356 - Calle Universitaria N°304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú
 labisag@untrm.edu.pe / labisag@indes-ces.edu.pe

go: CCFT-036-II / Versión:02 / F.E.: 04/2024

Chachapoyas, 27 de Diciembre de 2024

"FIN DEL DOCUMENTO"

Página: 01