



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUIMICA**

**NIVELES DE CONTAMINACION POR METALES  
PESADOS EN SUELO AGRÍCOLA DE CARAPONGO,  
LIMA, PERÚ ENERO, 2023**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE QUÍMICO  
FARMACÉUTICO**

**AUTORES:**

**Bach. ZAPATA FLORES, MARIBEL**

<https://orcid.org/0009-0002-4816-5181>

**Bach. MEDINA DIAZ, MARY STEFANY**

<https://orcid.org/0009-0006-8760-9901>

**ASESOR:**

**Mg. VELARDE APAZA, LESLIE DIANA**

<https://orcid.org/0000-0001-6031-6355>

**LIMA - PERÚ**

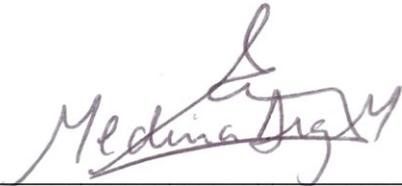
**2024**

## AUTORIZACIÓN Y DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, Medina Díaz, Mary Stefany, con DNI 47107820, en mi condición de autor(a) de la tesis NIVELES DE CONTAMINACION POR METALES PESADOS EN SUELO AGRÍCOLA DE CARAPONGO, LIMA, PERÚ ENERO, 2023 presentada para optar el Título Profesional de "Químico Farmacéutico", **AUTORIZO** a la Universidad María Auxiliadora (UMA) para reproducir y publicar de manera permanente e indefinida en su repositorio institucional, bajo la modalidad de acceso abierto, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento.

Asimismo, **DECLARO BAJO JURAMENTO**<sup>1</sup> que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud de 21 % y que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregado la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

En señal de conformidad con lo autorizado y declarado, firmo el presente documento a los 07 días del mes de febrero del año 2024.



---

Medina Díaz, Mary Stefany  
47107820



---

Leslie Diana Velarde Apaza  
72476825

---

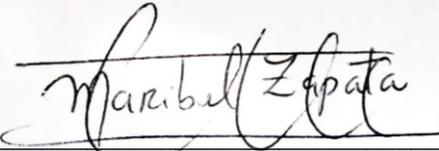
<sup>1</sup> Se emite la presente declaración en virtud de lo dispuesto en el artículo 8°, numeral 8.2, tercer párrafo, del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI, aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD, modificado por Resolución de Consejo Directivo N° 174-2019-SUNEDU/CD y Resolución de Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD.

## AUTORIZACIÓN Y DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, Zapata Flores, Maribel , con DNI 42499423, en mi condición de autor(a) de la tesis NIVELES DE CONTAMINACION POR METALES PESADOS EN SUELO AGRÍCOLA DE CARAPONGO, LIMA, PERÚ ENERO, 2023 presentada para optar el Título Profesional de “Químico Farmacéutico”, **AUTORIZO** a la Universidad María Auxiliadora (UMA) para reproducir y publicar de manera permanente e indefinida en su repositorio institucional, bajo la modalidad de acceso abierto, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento.

Asimismo, **DECLARO BAJO JURAMENTO**<sup>1</sup> que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud de 21 % y que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregado la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

En señal de conformidad con lo autorizado y declarado, firmo el presente documento a los 07 días del mes de febrero del año 2024.



Zapata Flores, Maribel  
42499423



Leslie Diana Velarde Apaza  
72476825

<sup>1</sup> Se emite la presente declaración en virtud de lo dispuesto en el artículo 8°, numeral 8.2, tercer párrafo, del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI, aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD, modificado por Resolución de Consejo Directivo N° 174-2019-SUNEDU/CD y Resolución de Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD.

# APlagio Tesis contaminacion de metales pesados TURNITIN

## INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.uma.edu.pe">repositorio.uma.edu.pe</a> Fuente de Internet	12%
2	<a href="http://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante	1%
6	<a href="http://repositorio.uigv.edu.pe">repositorio.uigv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repositorio.uta.edu.ec">repositorio.uta.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

## **DEDICATORIA:**

A mi madre María Díaz por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ella, y este es uno de los más grandes sueños que cumplimos en común. Me formaste con buenos valores, me diste lo mejor de ti y me enseñaste a ser persistente en todos mis objetivos, me enseñaste a que, si caía, me levantaba y con mucha más fuerza para seguir adelante. Gracias por todo Mamá.

A mi gran amor Mathias, gracias por ser ese motor y motivo que me empuja a ser mejor persona y profesional cada día, por ti saco fuerzas de donde sea, para continuar en la lucha.

A mi esposo John Castillo, gracias por tu apoyo constante, por ser mi cómplice y consejero de vida, sobre todo en la etapa universitaria, siempre estuviste conmigo en las buenas y malas desde el día que nos conocimos.

**Mary Medina**

A mi familia, que confió en mi persona durante mis estudios y que, gracias a su ayuda disposición y paciencia, me alentaron a seguir adelante en todo momento, dándome fuerzas y ánimos para afrontar cualquier reto y lograr mis objetivos.

**Maribel Zapata**

## **AGRADECIMIENTO:**

A Dios por habernos guiado en este largo camino universitario. A nuestros padres que siempre confiaron en nosotras y nos dieron esas facilidades para seguir nuestro camino sin obstáculos, sin ellos no lo habiéramos logrado.

A nuestra asesora la Mg. Leslie Velarde Apaza, por su gran instrucción, cooperación, contribución y asesoría, que nos permitieron llevar a cabo esta investigación.

A la Universidad María Auxiliadora, nuestra familia, por su apoyo invaluable, que permitieron llevar a cabo nuestras metas.

## INDICE GENERAL

	<b>Páginas</b>
<b>Resumen</b>	VIII
<b>Abstract</b>	IX
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	9
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	15
2.1 Enfoque y diseño de la investigación	15
2.2 Población, muestra y muestreo	15
2.3 Variables de investigación	17
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
2.5 Proceso de recolección de datos	18
2.6 Métodos de análisis estadístico	19
2.7 Aspectos éticos	20
<b>III. RESULTADOS</b>	21
<b>IV. DISCUSIÓN</b>	27
4.1 Discusión de resultados	27
4.2 Conclusiones	30
4.3 Recomendaciones	32
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	33
<b>ANEXOS</b>	36

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla N° 1. Valores de Pb, Cd y Cu en muestras de suelo agrícola.	21
Tabla N°2. Valores de Pb en comparación con los LMP - D.S. N° 011-2017-MINAM	23
Tabla N° 3. Valores de Cd en comparación con los LMP - D.S. N° 011-2017-MINAM	24
Tabla N° 4. Valores de Cu en comparación con los LMP - D.S. N° 004-2017-MINAM	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de los puntos de los muestreos en la venida Cajamarquilla zona de Carapongo - Lima.	22
Figura 2. Valores del plomo en muestras de suelo agrícola de la zona de Carapongo - Lima.	23
Figura 3. Valores de cadmio en muestras de suelo agrícola de la zona de Carapongo - Lima.	24
Figura 4. Valores del cobre en muestras de suelo agrícola de la zona de Carapongo - Lima.	25

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Operacionalización de la variable o variables.	36
Anexo B: Instrumento de recolección de datos.	37
Anexo C: Ubicación del suelo agrícola	38
Anexo D: Evidencias de trabajo de campo.	39
Anexo E: Evidencias de la entrega de las muestras al laboratorio “Servicios Analíticos Generales SAC”.	41
Anexo F: Certificate Of Accreditation al laboratorio “Servicios Analíticos Generales SAC”.	42
Anexo G: Anexo del Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM.	43
Anexo H: Informe de ensayo emitido a los doce días después de las entregas de muestras por el laboratorio “Servicios Analíticos Generales SAC”	44
Anexo I: Informe de ensayo emitido a los doce días después de las entregas de muestras por el laboratorio “Servicios Analíticos Generales SAC”	49
Anexo J: Número de muestras por área para el Muestreo de identificación	50

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar de los niveles de contaminación por metales pesados en suelo agrícola de Carapongo, Lima en el periodo Marzo-2023. Con la finalidad de evaluar el riesgo a la salud humana por exposición a metales pesados (Plomo, Cadmio y Cobre).

**Material y Método:** Utilizando un enfoque cuantitativo, el muestreo se realizó en marzo de 2023 de acuerdo con las Guía de muestreo de suelos, según el Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM y el análisis fue por Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente - ICP-MS.

**Resultados:** Según pruebas aleatorias, el contenido de plomo, cadmio y cobre en los suelos agrícolas superó los límites máximos permitidos establecidos por todas las normas de calidad del suelo; además, también se calculó el valor medio de cada parámetro del estudio. siendo el promedio de concentración para Plomo fue 157.83 mg/kg, para Cadmio fue 6.86 mg/kg y para Cobre 93.22 mg/kg.

**Conclusión:** Las concentraciones de los metales pesados superan en los valores que indican el Decreto Supremo N°. 011-2017-MINAM teniendo un impacto negativo real sobre ellos y por ende sobre los ciclos biológicos.

**Palabras clave:** metales pesados, contaminación, calidad de suelo, plomo, cadmio y cobre (Fuente: DeCs BIREME).

## ABSTRACT

**Objective:** Determine the levels of contamination by heavy metals in agricultural soil in Carapongo, Lima in the period March-2023. In order to evaluate the risk to human health due to exposure to heavy metals (Lead, Cadmium and Copper).

**Material and Method:** Using a quantitative approach, sampling was carried out in March 2023 in accordance with the Soil Sampling Guide, according to Supreme Decree No. 011-2017-MINAM and the analysis was by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry - ICP-MS.

**Results:** According to random tests, the content of lead, cadmium and copper in agricultural soils exceeded the maximum allowable limits established by all soil quality standards; In addition, the mean value of each study parameter was also calculated. The average concentration for Lead was 157.83 mg/kg, for Cadmium it was 6.86 mg/kg and for Copper 93.22 mg/kg.

**Conclusion:** The concentrations of heavy metals exceed the values indicated in Supreme Decree No. 011-2017-MINAM having a real negative impact on them and therefore on biological cycles.

**Keywords:** heavy metals, pollution, soil quality, lead, cadmium and copper (Source: MeSH NLM).

## I. INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas (FAO) estableció la expresión “contaminación del suelo” lo cual se describe a la existencia en el suelo de un elemento químico o una sustancia química que se puede encontrar fuera de sitio y/o presente en una concentración elevado según los valores establecidos, que tiene como consecuencia la alteración sobre cualquier organismo al que no está destinado (1).

La contaminación en la actualidad, es un problema de gran importancia a nivel mundial, de los cuales estos contaminantes lo podemos encontrar distribuidos en los distintos continentes, incluso en las superficies más remotas y que son sencillamente transportados de un país a otro (2). Además, Están estrechamente relacionadas, con la manipulación de los recursos naturales, siendo la minería ilegal la principal actividad que la contamina, seguido por la agricultura, la transformación en el desarrollo del industrial y las guerras, lo cual han dejado la alteración de nuestros suelos en todo el mundo. El suelo en la actualidad está siendo utilizado como el principal vertedero de desechos sólidos y líquidos, lo que da como resultado en la acumulación de contaminantes del suelo que en la mayoría de situaciones pueden alcanzar concentraciones realmente alarmantes (3).

En la actualidad nuestro Perú es uno de los países rico en recursos naturales lo cual esta hasta reconocido a nivel de latino américa, pero cuando se trata de buscar riquezas o recurso del suelo, encontramos que nuestro país es una de las más baja de todo América Latina. Por la relación que existe entre hombre-suelo en nuestros suelos la producción de alimentos es muy limitada; por ello, en nuestras provincias y regiones es necesario desarrollar e implementar proyectos y estrategias de gestión integrada para que nuestros suelos agrícolas aumenten su potencial e incremente el valor económico para un mejor desarrollo de las provincias (3).

En la ciudad de Lima se encuentra la zona de Carapongo, esta localidad se ubica entre los distritos de San Juan de Lurigancho y Chosica ambos distritos pertenecientes al departamento de Lima y que en la actualidad aún se encuentran en desarrollo y en donde existen las actividades de empresas tanto como formales e informales con múltiples

actividades empresariales, para lo cual es posible que estén generando un posible daño irreversible a estos territorios natural que según las narraciones de los mismos habitantes del cambio y la alteración del medio ambiente siendo la causa principal las actividades del hombre (4).

El suelo es uno de los principales recursos naturales con gran valor, dado los beneficios que como servicios ecosistémicos ofrece al hombre dentro de los que destaca la conservación de los ecosistemas, la disponibilidad de agua y la mitigación del cambio climático (5). Actividades que vienen siendo afectados especialmente por la actividad del hombre con la inadecuada disposición de residuos, lo que a que, contribuido significativamente a la acumulación de los metales pesados en los suelos que son destinados para el cultivo de vegetales generando una alteración ambiental, ya que los metales pesados no son biodegradables y que son acumulados en los suelos que tienden a reducirse lentamente mediante lixiviación y/o absorción por las plantas (6)

El suelo en la mayoría de los casos puede estar expuesto a degradación por las mismas sustancias nocivas que se pueda encontrar, también por almacenar estas mismas sustancias, lo cual pueden influir negativamente en su composición ocasionado la alteración y la disminución en la producción de los cultivos con posibles alteraciones en la composición de los vegetales o la alteración en los tejidos con posibles riesgos para la salud de los consumidores (2).

Existen metales pesados como: Pb, Cd y Cu lo cual puede presentar un daño irreversible lo cual puede alterar la composición del suelo agrícola debido a su acumulación de estos metales y generar un potencial en la toxicidad y no biodegradabilidad. Está claro que el cuidado de los suelos es primordial para la población, ya que nos proveen de muchos servicios, además son fuente de la mayoría de nuestros alimentos y son un recurso no renovable porque su proceso de formación requiere cientos de años.

De todos los usos que se le da al suelo, la agricultura es la más importante ya que cerca de la tercera parte de la superficie de la tierra se utiliza para ello. Una de las amenazas que disminuyen la calidad de los suelos agrícolas y afectan los cultivos, es la presencia de metales pesados. Estos elementos tienen diversos orígenes; en su mayor parte se acumulan en los suelos como consecuencia de actividades humanas (ej. presencia de

residuos de la minería y aplicación de agroquímicos). Debiendo para esto buscar alternativas que estén orientadas a combatir estos problemas de una manera apropiada cuidando el medio ambiente y la salud del hombre; debiendo utilizar el agua para riego agrícola con bajo nivel de contaminación de metales pesados apoyando de esta forma la agricultura orgánica con mínimos residuos minerales.

Sin embargo, el nivel de acumulación o alteración en el tejido vegetal puede depender de la solubilidad y biodisponibilidad estos procesos que determinan la distribución de los metales en el ecosistema la biodisponibilidad es la fracción del contaminante disponible para las plantas y está sometido a factores como: pH, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico entre otros medidas importantes a considerar al momento de evaluar el nivel de contaminación que se pueda dar (7).

En la actualidad la zona de Carapongo existe áreas destinadas para el uso agrícola en donde cultivan diferentes tipos de vegetales de tallo cortos y que están siendo regadas con el agua que recorre en las acequias; los cuales estas aguas tienen contacto directo con los residuos domésticos y algunas con aguas del alcantarillado sanitario a esto se suma desechos de fábricas clandestinas. Además, son contaminados por vertimientos industriales. Por otra parte, se puede constatar que los agricultores y trabajadores de estos cultivos que tienen tradiciones campestres que siguen sus costumbres, prácticas y creencias en especial la producción agrícola que se ejecuta de forma artesanal en la mayoría de casos sin contar con las medidas de bioseguridad adecuada ni la información adecuada en el uso de productos químicos, ni procesos de riego apropiados, para que estas hortalizas que llegan a ser comercializados en distintos mercados tanto como mayoristas y minoristas, ferias sin tener un control de calidad ni los ambientes adecuados para su transporte hacia estos centros de abasto, demostrando un posible riesgo latente para la salud pública, siendo el motivo principal que dentro de estos vegetales y puede existir la presencia de uno o más metales pesados. Cabe resalta que la apariencia, la calidad y la textura de estos productos son aprobadas en estas actividades comerciales por su apariencia y peso. Sin embargo, el problema principal es al inicio de la producción por los posibles contaminantes provenientes del uso directo de agua de las acequias y existe la posibilidad que los vegetales tengan la capacidad de absorber en sus tejidos trazas de metales pesados los cuales intervienen en los niveles máximos permisibles

según la normatividad vigente. Es así como los vegetales que son cultivadas en el suelo agrícola de Carapongo que se encuentran contaminadas puedan contener en sus tejidos la presencia de metales pesados como: Plomo, Cadmio y Cobre. La ingesta de estos metales pesados en el organismo del hombre pueda dar el inicio de enfermedades para el sistema nervioso, problemas respiratorios hasta desencadenar enfermedades crónicas todo esto se inicia por la falta de control y vigilancia por parte de las entidades encargadas como; DIGESA y la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

**Soto B. (2020)**, Realizo el análisis de las concentraciones de As, Cd, Pb y Hg en suelos y productos agrícolas (plátano y yuca) en áreas abandonadas por minería aurífera, sureste de la Amazonía peruana. (8) **Del Águila E. (2021)**, el presente estudio planteó como título la Determinación de la Contaminación por metales pesados por el uso de agroquímicos en parcelas de arroz, distrito de San Hilarión, aplicando un diseño cuantitativo descriptivo transeccional, teniendo una población de 4000 has, con una muestra de 1 hectárea de arroz, el muestreo aplicado es de identificación (MI). Los resultados mostraron que existen niveles de concentración de metales pesados que influyen sobre la calidad del suelo y el (9). Por otro lado, **Bolívar Y. (2019)** estableció la calidad de las tierras de cultivo contaminadas con plomo (Pb) Mandinga-Huarmi, utilizando la técnica de curación de biosurfactante bio-mejorada, bio-surfactante, determinó que es el uso de microorganismos específicos para aumentar y optimizar la capacidad metabólica de microbios naturales poblaciones en el medio ambiente (10). De la misma forma. Asimismo, **Olortegui S. (2022)**. En su trabajo evalúa los riesgos para la salud humana por la exposición a metales pesados (arsénico, cadmio y plomo) en suelos agrícolas en Lurigáncho-Chosica Carapongo en 2021. Se realizó una campaña de muestreo y se recogieron un total de 10 muestras de suelo agrícola. La superficie del terreno es de aproximadamente 1 hectárea. En el laboratorio del Servicio de Inspección del Perú S.A.C. Se realizó la identificación de metales pesados. Utilizando tecnología analítica ICP-MS. Se encontró que las concentraciones de arsénico, cadmio y plomo en las muestras de suelo agrícola superan los niveles establecidos para suelo agrícola en el D.S. N°. 011-2017/MINAM ECA (11). Además, **Jimenez C. (2022)**, en su Investigación en el uso de agroquímicos en el cultivo de papa y la contaminación del suelo agrícola en

el distrito de chinchero, cusco, siendo su objetivo de investigación el uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide en la contaminación del suelo agrícola, siendo sus resultados, el uso de los agroquímicos en la producción de papa en las dos microcuencas les permitió verificar y confirmar la presencia de los plaguicidas residuales en el suelo agrícola como son organoclorados (12).

**En el ámbito internacional Loredo Portales. (2022).** En su investigación en México evidencio, se suelen adicionar pesticidas para eliminar las plagas que merman la producción agrícola. Sin embargo, todas estas sustancias que se aplican frecuentemente en los suelos- suelen contener pequeñas cantidades (algunos miligramos por cada kilogramo) de Cd, flúor (F), Hg, Pb, As, níquel (Ni) y zinc (Zn), entre otros. Esto es muy importante, ya que México ocupa el segundo lugar entre los países que usan aguas residuales para el riego de suelos agrícolas y la aplicación de fertilizantes y pesticidas se encuentra pobremente regulada, pues en algunos países el uso de ciertos plaguicidas que aún se emplean en México se encuentran restringidos. (13). Además, **Rivas J. (2021).** estableció los impactos ambientales generados por el sector agrícola y la administración de insumos agroquímicos en el departamento del Casanare – Colombia en un periodo del 2015-2020, lo cual manifestó la falta de implementación de medidas de protección ambiental poniéndolo en una posición vulnerable a los habitantes de la zona (14). Por otro lado, **Fernández B. (2022).** Señalo que los Andes juegan un papel importante en la provisión de los servicios ecosistémicos, sin embargo, la mayor amenaza que hoy enfrenta es la contaminación del suelo por metales pesados, los cuales constituyen un riesgo por la interacción del hombre y el medio ambiente, en este entender se hace necesario fomentar investigaciones en la región montañosa en actividades que contravengan al desarrollo sostenible de la región. La metodología implicó la extracción de cuatro muestras de suelo obtenidas en zona colindante a la quebrada Paxe. lugar de vertimiento de los residuos mineros; se evaluó la concentración total de Arsénico, Bario, Cadmio, Cobre, Cromo, Plomo, Níquel (15). También **Muyulema (2019)** en su estudio evalúa la contaminación por metales pesados en suelos de la Reserva Ecológica Manglares Cayapas Mataje (REMACAM), en Ecuador mediante la aplicación de índices de polución, basándose en concentraciones analizadas de suelo propias de la reserva y valores de concentraciones de fondo (16). **Yáñez F. (2019).** Evaluó en su tesis,

Implicaciones ambientales y sociales del uso y manejo de agroquímicos en la producción de maíz suave en la Provincia de Bolívar. para lo cual emplearon metodologías de tipo cualitativo y cuantitativo aplicaron encuestas a los productores y finalmente se realizaron entrevistas a actores clave vinculados a la producción de maíz lo cual concluye que el uso de agroquímicos y principalmente plaguicidas es parte del entorno de producción de maíz y que son considerados como indispensables para los procesos productivos. A pesar de su peligrosidad de los plaguicidas (17).

Esta investigación a nivel teórico se justifica sobre el hecho de aportar información de utilidad teniendo en cuenta los antecedentes e investigaciones similares que se realizaron en diferentes países, para permitir comparar con nuestra investigación.

La justificación a nivel práctico se fundamenta en la búsqueda de solución a un problema que afecta a los productores agropecuarios y a la sociedad por la contaminación de la tierra cultivable de Lima (Carapongo) por las sustancias nocivas (metales pesados) al medio ambiente y a la salud del ser humano.

A nivel metodológico, En la actualidad la demanda de alimentos orgánicos se está incrementado, pero debido a que estos dentro de su producción cumplen ciertas normas de calidad en cuanto al uso de sustancias nocivas (metales pesados) a la salud del medio ambiente y la del ser humano, para lo cual se requiere la búsqueda de técnicas apropiadas para la calidad del agua para regar que no dañen el ecosistema ni la salud del ser humano.

El objetivo del presente estudio fue determinar los niveles de contaminación de metales pesados de Pb, Cd y Cu en el suelo agrícola de la zona de Carapongo, Lima, marzo de 2023.

## II.MATERIALES Y METODOS

### 2.1 Enfoque y diseño de la investigación.

El enfoque principal es de tipo descriptivo también conocido como investigación diagnóstica. Este tipo de diseño permite medir la magnitud del problema para determinar la concentración de metales pesados en las muestras analizadas, tales como: plomo, cadmio y cobre; el diseño de nuestro estudio no es experimental; porque implica la inclusión de cambios en el medio natural. Visualizarlos para luego identificarlos en una sola medición y compararlos con valores ya determinados según la normativa vigente (18).

### 2.2 Población.

La población de estudio está conformada por muestras del suelo agrícola de Carapongo en la provincia de Lima que se encuentran alrededor de las viviendas, tienen un aproximado de 300 mt<sup>2</sup> a 500 mt<sup>2</sup>; se eligió dicha área de interés debido a la presencia de desechos domésticos y de fábricas clandestinas. Además, se contó con la autorización del agricultor para el ingreso y proceder a la recolección de las muestras de estudio.

- **Muestra De Estudio:**

Las obtenciones de las muestras del suelo agrícola se realizaron con las siguientes acciones:

- Se tomaron muestras de suelo agrícola antes del cultivo y se marcaron en cuatro zonas influenciadas por el riego del agua proveniente de las acequias.
- Se realizaron observaciones directas en determinadas zonas de terreno agrícola.
- Las recolecciones de las muestras se realizaron según el proceso de recolección establecidas por el Ministerio del Ambiente en su Guía para el

muestreo de Suelos agrícola, establecida en el marco del Decreto Supremo. N°-002-2013-MINAM.

- Para la determinación de número de muestras que se eligió como parte de estudio a analizar estuvo establecida por criterio analítico, para lo cual se tomara en cuenta la distribución de los lotes de las viviendas lo cual fueron nuestra área de potencial interés.
- Estas muestras fueron recolectadas en bolsas de plásticos estériles con cierre hermético siguiendo las indicaciones de protocolos nacionales de monitoreo garantizando la conservación de las muestras a analizar.
- Se procedió a poner en caja térmica de tecnopor y fueron protegido de la luz sobre y de la temperatura la cual fue controlada en un rango de 2 – 8 °C hasta el transporte en óptimas condiciones hasta el laboratorio.

- **Muestreo:**

- La etapa de la obtención de las muestras comprendió en la observación directa a lo largo del suelo agrícola las cuales nos facilitó examinar el fenómeno de estudio, observando el aspecto y sus características y está compuesta por seis muestras, la identificación de las muestras se utilizó una ficha de registro, se realizaron tomas fotográficas del lugar un mejor registro e identificación de las muestras, posteriormente el laboratorio nos facilitó la ficha de recolección y materiales necesarios para evitar confusión y errores al momento de la identificación y codificación.
- La Guía de muestreo para suelos agrícolas fue establecido según la tabla de muestro del Anexo “K” lo cual representa los números de muestras en relación al tamaño del suelo a estudiar y para las hectáreas que tienen la capacidad de 0.1 Ha de suelo agrícola, se tomaron en cuenta, como mínimo de 4 a 6 puntos de muestreo. Siendo 6 la cantidad de muestras razonable y aceptable para el área a analizar y estuvieron con un peso aproximado de 300 gr.

### **Identificación de las muestras**

Para facilitar la identificación y evitar confusiones de las muestras de estudios, las bolsas tuvieron un rotulo establecido por el mismo laboratorio para una mejor identificados con los siguientes enunciados:

- Número de muestra.
- Código de identificación de muestra.
- Fecha y hora de la recolección.
- Nombre del responsable de la toma de la muestra.
- La recolección de las muestras para el suelo agrícola se realizará en bolsas estériles para garantizar la estabilidad de las muestras.

### **2.3 Variables de investigación:**

El presente estudio se demuestra los “Niveles de contaminación por metales pesados en suelo agrícola de Carapongo en Lima en el período enero - 2023” siendo la variable principal y según su naturaleza, la variable, es cuantitativa y el nivel de medida es de razón.

**Definición conceptual:** será el nivel de metales pesados que se acumulan en el suelo agrícola y como consecuencia al uso del riego de agua contaminada por los desechos domésticos e industriales, llegando a convertirse en un problema de alteración ambiental y de ser unos de los posibles causantes en las alteraciones en la salud humana (19).

**Definición operacional:** Será una sucesión de métodos analíticos orientados en analizar el nivel de contaminación por metales pesados en suelo agrícola El método analítico seleccionado para el análisis de Plomo, Cadmio y Cobre en suelo agrícola es ICP-MS (Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente) en el laboratorio SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES SAC (20).

### **Dimensiones:**

- Concentración de Pb en suelo agrícola según los niveles establecidos por la normativa vigente (D.S. N° 011-2017-MINAM) para Perú, cuyo límite máximo de 70 mg/kg.
- Concentración de Cd en suelo agrícola según los niveles establecidos por la normativa vigente (D.S. N° 011-2017-MINAM) para Perú, cuyo límite máximo de en el suelo 1.4 mg/kg.
- Concentración de Cu suelo agrícola según los niveles establecidos por la normativa vigente (004-2017-MINAM) para Perú, cuyo límite máximo de en el suelo 38.4 mg/kg

### **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica que fue aplicado en la investigación fue la observación directa, el método es descriptivo tipo estructurada, no participante, para lo cual se contó con los servicios del laboratorio **SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES SAC.** Contando con las acreditaciones del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, el cual nos brindó los servicios para la identificación y cuantificación para los análisis y los resultados, lo cual se aplicó el método de análisis de Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente - ICP-MS.

### **2.5 Plan de recolección de datos.**

- Para la recolección de las muestras se tomaron mucho en cuenta D.S. N° 011-2017-MINAM de la Guía de Muestreo de Suelos.
- Se prepararon las bolsas para el muestreo y se recolectaron las muestras del suelo agrícola, siguiendo los procedimientos para la conservación, etiquetado, embalaje y transporte de muestras.
- Las muestras del suelo agrícola fueron rotuladas, luego se colocaron en un cooler con refrigerantes.

- Para el traslado de las muestras al laboratorio fue necesario conservar las muestras en un rango de temperatura de 2 – 8 °C, hasta su llegada al laboratorio con un control de temperatura manteniendo un rango de 4 a 8 °C. lo cual se utilizaron un Termohigrómetro calibrado para un mejor control en la temperatura.
- Todas las muestras debidamente rotuladas fueron recepcionadas por el laboratorio para lo cual nos entregaron un cargo como señal de conformidad.
- El laboratorio **SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES SAC**, ya recepcionadas las muestras fueron colocadas en cámaras frigoríficas para conservar las muestras que posteriormente pasaron para los análisis correspondientes.
- El laboratorio utilizará el método ICP-MS (espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente) para determinar metales pesados como: plomo, cadmio y cobre en suelos agrícolas. es un método de análisis elemental e isotópico de compuestos inorgánicos capaz de identificar, analizar y cuantificar la mayoría de los elementos químicos de la tabla periódica en una serie lineal de 8 órdenes de magnitud (ng/l - mg/l). la capacidad de identificar elementos en análisis de elementos múltiples, proporcionando la composición de la muestra que se analiza. También puede cuantificar la composición de isótopos y monitorear estudios de estabilidad de isótopos.
- Los resultados fueron entregados a los 5 días después de la recepción de las muestras y para la entrega de los resultados nos entregaron un informe en borrador en formatos de PDF con la finalidad de verificar y validar los datos una vez que se dio la confirmación nos envían el informe oficial con la validación de los encargados y las áreas correspondientes.

## **2.6 Métodos de análisis estadístico.**

Los registros que se obtuvieron de la recolección de muestras fueron plasmados en el programa Microsoft Excel y para facilitar el análisis e identificación y fueron plasmados en tablas de frecuencia y gráficos de barras y los resultados son presentados en tablas y gráficos descriptivo los cuales nos permite identificar el objetivo del análisis de estudio.

## 2.7 Aspectos éticos.

Esta tesis de investigación, se desarrollará de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Principio de autonomía:** permitir que los participantes tomen las decisiones correctas debe ser respetado y promovido como objeto de investigación, porque reduce riesgos y aumenta beneficios, porque no se, pretende cambiar o crear una situación, sino observar y describir cosas que existen (21).
- **Principio de beneficencia:** Este principio se refiere a no dañar a otros, no beneficiar a otros, prevenir algún daño, prevenir algún daño o no beneficiar a otros. (22).
- **Principio de no maleficencia:** Este principio significa no hacer daño y ser responsable de reducir el riesgo de daño o daño (23).
- **Principio de justicia:** Este principio se refiere a su plan operativo en la ética de la investigación, no hay discriminación en la investigación y merece igual atención y respeto (24).

### III. RESULTADOS

Según los resultados brindado por el laboratorio **SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES SAC** los cuales fueron los responsables en el proceso de los análisis e identificación de los valores de metales pesados tales como: Plomo Cadmio y Cobre en el suelo agrícola de la zona de Carapongo.

Los resultados del análisis se comparan con los estándares LMP para Suelo agrícola según el – Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM para evaluar la calidad del suelo. Se considera la concentración de cada metal por separado y también en relación con otros parámetros del suelo. Además, Es importante destacar que la técnica utilizada es análisis de Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente - ICP-MS una de las más modernas para obtener resultados confiables y representativos tal como se observa en la siguiente tabla N° 1.

**Tabla 1**

*Valores de Pb, Cd y Cu en muestras de suelo agrícola*

Procedencia	Muestra	Código	Pb. mg/kg	Cd. mg/kg	Cu. mg/kg
		<b>ASA-01</b>	<b>183.13</b>	<b>7.59</b>	<b>106.00</b>
		<b>ASA-02</b>	<b>110.70</b>	<b>5.58</b>	<b>66.40</b>
<b>Carapongo -</b>	<b>SUELO</b>	<b>ASA-03</b>	<b>196.33</b>	<b>8.22</b>	<b>112.40</b>
<b>Lima</b>	<b>AGRICOLA</b>	<b>ASA-04</b>	<b>134.53</b>	<b>5.74</b>	<b>82.50</b>
		<b>ASA-05</b>	<b>190.06</b>	<b>8.06</b>	<b>109.60</b>
		<b>ASA-06</b>	<b>132.22</b>	<b>5.94</b>	<b>82.40</b>

*Nota.* Fuente: Resultados Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Nº de Muestra	Latitud	Longitud	Altitud	
6	S 11°59'53.6798 4"	W 76°54'25.7562"	344 m.s.n.m	<a href="https://maps.google.com/?q=-11.9982444,-76.9071545">https://maps.google.com/?q=-11.9982444,-76.9071545</a>

Calle: Avenida Cajamarquilla
Código postal, Ciudad: 15461 Lurigancho-Chosica
Estado: Municipalidad Metropolitana de Lima
País: Perú

**Figura 1**

*Mapa de los puntos de los muestreos en la avenida Cajamarquilla zona de Carapongolima*



Nota. Fuente: Elaboración propia.

a) En el caso de la evaluación del Plomo (Pb), se tiene que en todos los puntos de muestreo se encuentra con un nivel superior, es decir mostraron un nivel mas alto a 70 mg/Kg. Según DecretoSupremo N°.011-2017-MINAM.

Continuación en la tabla N° 2. Se detalla la comparación con los LMP y en la figura N°2.

**Tabla 2**

*Valores de Pb en comparación con los LMP - D.S. N° 011-2017-MINAM*

Procedencia	Muestra	Código	Pb. mg/kg	LMP para Suelo agrícola
				Pb. Mg/kg - D.S. N° 011-2017-MINAM
Carapongo - Lima	SUELO AGRICOLA	<b>ASA-01</b>	<b>183.13</b>	70
		<b>ASA-02</b>	<b>110.70</b>	70
		<b>ASA-03</b>	<b>196.33</b>	70
		<b>ASA-04</b>	<b>134.53</b>	70
		<b>ASA-05</b>	<b>190.06</b>	70
		<b>ASA-06</b>	<b>132.22</b>	70

**Figura 2**

*Valores del Pb en muestras de suelo agrícola de la zona de Carapongo*

*Nota.* Fuente: Elaboración propia.



Nota. Fuente: Resultados Servicios Analíticos Generales S.A.C.

b) En el caso del Cadmio (Cd), se encontro que su nivel era mas alto en todos los puntos de muestreo, es decir presentan un nivel mayor a 1.4 mg/Kg. (D.S. N° 011-2017-MINAM) para Perú.

Continuación en la tabla N° 3. Se detalla la comparación con los LMP.

**Tabla 3.**

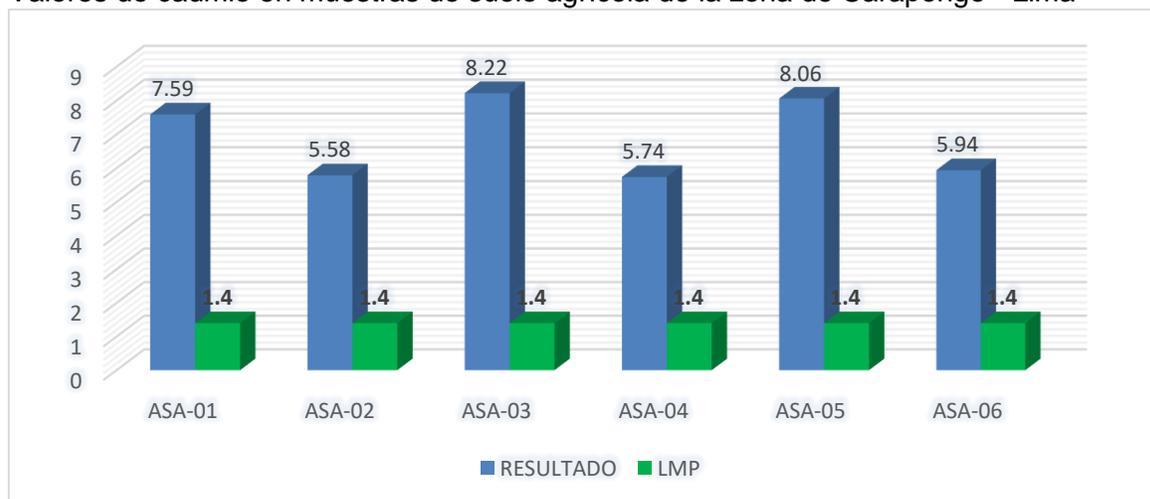
Valores de Cd en comparación con los LMP - D.S. N° 011-2017-MINAM

Procedencia	Muestra	Código	Cd. mg/kg	LMP para Suelo agrícola
				Cd. Mg/kg - D.S. N° 011-2017-MINAM
Carapongo - Lima	SUELO AGRICOLA	<b>ASA-01</b>	7.59	1.40
		<b>ASA-02</b>	5.58	1.40
		<b>ASA-03</b>	8.22	1.40
		<b>ASA-04</b>	5.74	1.40
		<b>ASA-05</b>	8.06	1.40
		<b>ASA-06</b>	5.94	1.40

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

**Figura 3**

Valores de cadmio en muestras de suelo agrícola de la zona de Carapongo - Lima



**Nota.** Fuente: Resultados Servicios Analíticos Generales S.A.C.

c) En el caso del Cobre (Cu), se encontraron que se tiene que en todos los puntos de muestreo se encuentra con un nivel superior, es decir presentan un nivel mayor a 38.4 mg/Kg. (D.S. N° 011-2017-MINAM) para Perú.

Continuación en la tabla N° 4. Se detalla la comparación con los LMP.

**Tabla 4**

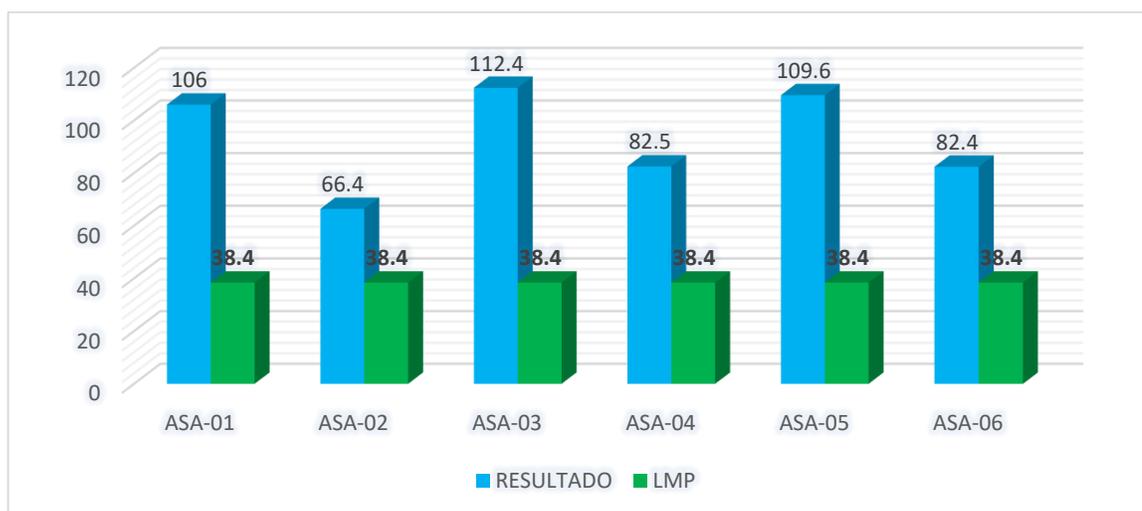
Valores de Cu en comparación con los LMP - D.S. N° 004-2017-MINAM

Procedencia	Muestra	Código	Cu. mg/kg	LMP para Suelo agrícola
				Cu. Mg/kg - D.S. N° 004-2017-MINAM
Carapongo - Lima	SUELO AGRICOLA	<b>ASA-01</b>	106.00	38.4
		<b>ASA-02</b>	66.40	38.4
		<b>ASA-03</b>	112.40	38.4
		<b>ASA-04</b>	82.50	38.4
		<b>ASA-05</b>	109.60	38.4
		<b>ASA-06</b>	82.40	38.4

*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

**Figura 4**

Valores del cobre en muestras de suelo agrícola de la zona de Carapongo - Lima



*Nota.* Fuente: Resultados Servicios Analíticos Generales S.A.C.

- Estos resultados resaltan la necesidad de implementar medidas de prevención y control de la contaminación en el ámbito agrícola. Es esencial adoptar prácticas agrícolas sostenibles, como la agricultura orgánica, el manejo adecuado de residuos y la reducción del uso de productos químicos tóxicos. Asimismo, se deben establecer regulaciones más estrictas y programas de monitoreo continuo para garantizar la calidad del suelo y proteger la salud pública.
  
- El plomo es un metal pesado tóxico que puede ingresar al suelo a través de diversas fuentes, como la industria, la minería, la pintura con plomo en edificios antiguos, el uso de pesticidas y fertilizantes contaminados, y la deposición atmosférica de emisiones industriales y automovilísticas pesadas.  
Cuando el suelo agrícola está contaminado con plomo, existe la posibilidad de que los cultivos absorban el plomo a través de las raíces y lo acumulen en sus tejidos. Asimismo, cuando el suelo agrícola está contaminado por cadmio representa un riesgo para la salud humana, ya que el cadmio es un carcinógeno conocido y también puede afectar negativamente los riñones y otros órganos.
  
- Cuando el suelo agrícola está contaminado por cobre, pueden surgir varios problemas, incluyendo:
  - Toxicidad para las plantas: Concentraciones elevadas de cobre en el suelo pueden inhibir el crecimiento de las plantas y afectar negativamente su desarrollo. El cobre puede interferir con la absorción de otros nutrientes esenciales, lo que puede llevar a deficiencias nutricionales y reducción del rendimiento de los cultivos.
  
- Esto plantea preocupaciones sobre la seguridad alimentaria y la exposición humana a metales pesados a través de la ingesta de alimentos contaminados. Además, estos metales pueden moverse a través del suelo y contaminar las aguas subterráneas y los ecosistemas circundantes.

## IV. DISCUSIÓN

### 4.1 DISCUSIÓN DE RESULTADO

- El presente trabajo de investigación fue realizado en marzo 2023 con el fin de conferir información sobre los niveles de Pb, Cd y Cu en el suelo agrícola de la zona de Carapongo, el cual se encuentra rodeado de viviendas y empresas lo cual presenta la exposición a los mencionados metales pesado. Estos resultados permiten relacionar la principal fuente de exposición a los metales pesados en el cultivo de vegetales y la relación con la población en general. Los agricultores y los consumidores de estos vegetales están expuesto a la exposición, también se han demostrado los posibles efectos adversos que están expuesto los consumidores con la alta exposición a estos metales.
- El método elegido para realizar la investigación e identificar los resultados se basó según la guía para el Muestreo de Suelos agrícolas elaborada en el marco del D.S. N° 011-2017-MINAM de la Guía de Muestreo de Suelos (primera versión del ECA suelos). Según lo indicado, las muestras fueron recolectadas el 14 de marzo del 2023 haciendo uso de un pico y pala. Se recolectaron 6 muestras de 300 gr en cada del suelo agrícola siendo un número óptimo para el área de análisis según la tabla N° 1. Guía de muestreo de suelo del Ministerio del Ambiente del 2014. Luego las muestras fueron colocadas en bolsas plásticas Ziploc selladas y rotuladas para su identificación, lo cual fueron transportados en una caja de tecnopor con refrigerante hasta la llegada al laboratorio SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES SAC. El cual cuenta con las acreditaciones del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, para la determinación cuantitativa de concentraciones de plomo, cadmio y cobre mediante espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS). Estos resultados permiten identificar riesgos toxicológicos en suelos agrícolas con base en el método recomendado por la OPS/OMS para los países de América Latina (adaptación del método de la ATSDR).

- La tabla N° 2 muestra que las concentraciones de Plomo obtenidos son muy altos e inaceptables porque no se encuentran dentro de los estándares internacionales de calidad ambiental para suelo agrícola propuesto según Decreto Supremo N°.011-2017-MINAM que sugiere una cifra inferior a 70 mg/Kg para un suelo agrícola no contaminado. Asimismo, las 6 muestras obtenidas sobrepasan los límites máximos permisibles, Sin embargo, las concentraciones de plomo recogidas en el suelo agrícola de la zona de Carapongo en Lima – Perú fueron mayores a las encontradas por Olortegui D. (2022) suelo agrícola con metales pesados (arsénico, cadmio y plomo) en Carapongo, Lurigancho – Chosica (11). También las concentraciones fueron superiores a las encontradas por Muyulema y Soto, los cuales recomiendan realizar estudios sobre los efectos en los productos agrícolas producidos en la zona de estudio, con énfasis en la inocuidad, ya que son comercializados y consumidos en las zonas metropolitanas de Huancayo y Lima y pueden afectar la salud de la población.
- De tal manera en la tabla N° 3, se observa que todas las muestras de Cadmio son muy altos e inaceptables porque no se encuentran dentro de los estándares internacionales de calidad ambiental para suelo agrícola propuesto según Decreto Supremo N°.011-2017-MINAM que sugiere una cifra inferior a 1.4 mg/Kg para un suelo agrícola no contaminado Asimismo, las 6 muestras obtenidas sobrepasan los límites máximos permisibles, Sin embargo, las concentraciones de Cadmio recogidas en el suelo agrícola de la zona de Carapongo en Lima – Perú fueron mayores a las encontradas por Muyulema en Ecuador.
- A su vez, la tabla N° 4 las concentraciones de Cobre halladas fueron superiores a los que la EPA lo que produciría a largo plazo, serios trastornos gastrointestinales, daño hepático, problemas neurológicos, problemas renales e incluso hasta anemia (25).

- El presente trabajo de investigación ha arrojado resultados que reafirman la existencia de contaminación en el suelo agrícola de la zona de Carapongo - Lima. A través del método ICP-MS (espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente) con este tipo de técnica en mediciones, se ha demostrado la presencia de sustancias contaminantes, como metales pesados, en niveles que exceden los límites máximos permisibles establecidos por las normativas ambientales - D.S. N° 011-2017-MINAM. Cabe resaltar que estos resultados indican que la actividad agrícola está expuesta a la contaminación del suelo, lo cual puede tener consecuencias negativas para la calidad de los cultivos, la salud humana y la sostenibilidad del ecosistema. La contaminación del suelo agrícola puede provenir de diversas fuentes, como el uso de pesticidas y fertilizantes químicos, el vertido de residuos domésticos e industriales, entre otros factores.

## 4.2 CONCLUSIONES.

- En conclusión, Se determinaron los niveles de Pb, Cd y Cu en el suelo agrícola de la zona de Carapongo, Lima, marzo-2023. Superan los estándares internacionales de calidad ambiental para suelo propuesto según la Guía para el muestreo de Suelos agrícola, establecida en el marco del Decreto Supremo. N°-002-2013-MINAM.
- Se confirmó la presencia de plomo en 6 muestras obtenidas con niveles de plomo muy altos e inaceptablemente altos, ya que no cumplen con los estándares internacionales de calidad ambiental para suelos agrícolas, que indican que los suelos agrícolas no contaminados tienen niveles de plomo inferiores a 70 mg/kg. Asimismo, la muestra N°3. Teniendo la concentración más alta de 196.33mg/kg, la cual se establece que la exposición al plomo puede afectar especialmente a los niños pequeños, cuyo sistema nervioso está en desarrollo, y a las mujeres embarazadas. Puede causar daños neurológicos permanentes, retrasos en el desarrollo, disminución del coeficiente intelectual, problemas de aprendizaje, comportamiento agresivo o hiperactivo, y daño renal.
- Se definió que las concentraciones de Cadmio obtenidas en el suelo agrícola de la zona de Carapongo, superan los estándares internacionales de calidad ambiental lo cual que sugiere una cifra inferior a 1.40 mg/Kg. Asimismo, la muestra N°3. Teniendo la concentración más alta de 8.22 mg/kg. Y que la ingesta oral de vegetales humana aceptable es de (0.005 mg/kg/día o 0.35 mg/día en adultos), que a largo plazo conllevaría un riesgo cancerígeno a nivel renal, debido a su acumulación en el túbulo renal por la exposición a este metal pesado.
- Se apreció que las concentraciones de Cobre halladas de los seis puntos fueron superiores a los estándares internacionales de calidad ambiental para suelo agrícola lo cual que sugiere una cifra inferior a 38.4 mg/Kg. Asimismo, la muestra N°3. Teniendo la concentración más alta de 112.40 mg/kg. Además, la intoxicación

por cobre, también conocida como cupriasis o cuproemia, ocurre cuando hay una acumulación excesiva de cobre en el cuerpo, ya sea debido a una ingestión excesiva; La exposición prolongada a niveles altos de cobre pueden afectar diversos sistemas del cuerpo, siendo las más frecuentes los problemas neurológicos, como cambios de personalidad, temblores y problemas hepáticos.

- Finalmente, se pudo determinar e identificar la presencia de metales pesados en el suelo agrícola lo cual puede tener efectos negativos en los cultivos, reduciendo su calidad y rendimiento. Además, estos metales pesados pueden filtrarse hacia las aguas subterráneas y cuerpos de agua, contaminando aún más el medio ambiente y poniendo en peligro la vida acuática.

### **4.3 RECOMENDACIONES**

- A partir de los resultados, es necesario ampliar otros estudios para cubrir otras áreas para difundir el mensaje y concienciar a la gente sobre cómo les afectan los diferentes tipos de emisiones de plomo, cadmio y cobre en el suelo, el agua o el aire.
- Se requiere generar más investigaciones que apliquen otros métodos, tanto como toxicológicos con el fin de identificar y establecer dosis real de metales pesados que puedan generar efectos adversos que afecten a la población y poder estudiar las interacciones de los diversos contaminantes que puedan encontrarse en cada zona de estudio.
- Ampliar el alcance de la investigación y analizar los niveles de concentración de metales pesados en los vegetales es una medida importante para evaluar la seguridad alimentaria y la exposición humana a estos contaminantes. Dado que las verduras son una fuente común de nutrientes en la dieta humana, es muy importante comprender la presencia de metales pesados en estos alimentos y sus posibles efectos sobre la salud.
- Finalmente, es importante considerar el origen de los metales pesados encontrados en el suelo agrícola. Se puede realizar un análisis de trazabilidad para identificar las posibles fuentes de contaminación, como la calidad del agua de riego, el uso de fertilizantes o enmiendas del suelo, la contaminación atmosférica o la proximidad a fuentes industriales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Natalia R. MMDP. La contaminación del suelo: una realidad oculta. Roma, FAO[Internet].2019[05 de Mayo 2022]: Available: <https://charlasdeseguridad.com.ar/2015/09/descargas-en-pdf-la-contaminacion-del-suelo-una-realidad-oculta>
2. Salud Organización Mundial de la Salud. Residuos de plaguicidas en los alimentos. [Internet].; 15 de septiembre 2022 [22 agosto 2022]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>.
3. Diaz W. Estrategia de gestión integrada de suelos contaminados en el Perú: Revista del Instituto de Investigación UNMSM [Internet]. 15 de diciembre 2016[05 de mayo 2022], 19(38). Available: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/13575>
4. Casas L. La zona de Carapongo como expresión física de una entidad política, durante el período de los Reinos y Señoríos Tardíos: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Tesis [Internet]. 2017 [05 de Junio 2022], Available: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/df9f1eda-ed02-4b19-b4e1-b0adad43a69e>.
5. Burbano H. El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria: Revista de Ciencias agrícolas [internet].Agosto 10 de 2016 [05 de Junio 2022]; 33(2). Available: [http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-01352016000200011](http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-01352016000200011)
6. Puga S, Sosa M, Lebque T, Quinta A. Contaminación por metales pesados en suelo provocada por la Industria Minera: Ecología Aplicada [Internet].16 de Agosto 2006 [06 de junio 2022];5(1-2): Available: [www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s1726-22162006000100020](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1726-22162006000100020).
7. Silva S, Correa F. Análisis de la contaminación del suelo: Revisión normativa y posibilidades de regulación Económica: Sementere Económico[internet]. 2009[20 de junio 2022]; 12(23): Available: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0120-63462009000100002&lng=es#:~:text=Este%20art%C3%ADculo%20tiene%20como%20objetivo%20central%20hacer%20un,torno%20al%20control%20de%20la%20contaminaci%C3%B3n%20del%20suelo](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-63462009000100002&lng=es#:~:text=Este%20art%C3%ADculo%20tiene%20como%20objetivo%20central%20hacer%20un,torno%20al%20control%20de%20la%20contaminaci%C3%B3n%20del%20suelo).
8. Soto M, Rodriguez L, Olivera M, Arostegui V, Colina C, Garete J. Riesgos para la salud por metales pesados en productos agrícolas cultivados en áreas abandonadas por la minería aurífera en la Amazonía peruana: Scientia Agropecuaria[Internet].Marzo 2020[27 de junio 2022]; 11(1). Available: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-99172020000100049](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172020000100049).

9. Cutimango M. Contaminación de los suelos agrícolas producido por el insecticida furadan 4F en el distrito de Paucartambo – Cerro de Pasco: Tesis [Internet]. 2017 [03 de Julio 2022]. Available: <https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/1665>.
10. Bolivar Y, De Paz A. Reducción de plomo en suelo agrícola mediante el método de bioaumentación de biosurfactantes en biopilas - Hacienda Mandinga Huarmey. Repositorio Digital Institucional de la Universidad Cesar Vallejo.: Tesis de grado [internet].2019 [04 de Julio 2022]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/47312>.
11. Olortegui D. Evaluación de riesgos a la salud por exposición a suelo agrícola con metales pesados (arsénico, cadmio y plomo) en Carapongo, Lurigancho - Chosica: [Internet]. 2022 [30 de Julio 2022]. Available:<https://hdl.handle.net/20.500.14138/5597>.
12. Jiménez C. Uso de agroquímicos en el cultivo de papa y la contaminación del suelo agrícola en el distrito de Chinchero, Cusco, Perú: Tesis [internet]. 24 de julio 2022[15 de Agosto 2023]. Available: <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/6390>.
13. Loyde L, Gonzales B, Cruz A, Loredó R. Suelos Agrícolas y metales pesados, una relación tóxica que se puede remediar Ambato - Mexico: Epistemus[Internet]. 2022[30 de agosto 2022]; 16(33). Available: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s2007-81962022000200093](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s2007-81962022000200093).
14. Rivas J, Patiño G. Impactos Ambientales del Sector Agrícola y los Agroquímicos en Casanare en el Periodo 2015 – 2020: Tesis [Internet].05 de Octubre 2021 [01 de Setiembre 2022]. Available: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/42559>.
15. Fernandez B, Mullisaca E, Huanchi L. Nivel de contaminación del suelo con arsénico y metales pesados en Tiquillac: Revista de Investigaciones Altoandinas [Internet]. 16 de Mayo 2022 [15 de Octubre 2022], 24 (02). Available: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2313-29572022000200131](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572022000200131).
16. Muyulema J, Canga S, Pucha P, Espinoza C. Evaluación de la contaminación por metales pesados en selos de la Reserva Ecológica de Manglares Cayapas Mataje Ecuador: Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica [Internet]. Diciembre 2019 [20 de Octubre 2022]; 7(41). Available: <https://www.scielo.org.mx/pdf/riiit/v7n41/2007-9753-riiit-7-41-40.pdf>.
17. Yáñez F. Implicaciones ambientales y sociales del uso y manejo de agroquímicos en la producción de maíz suave en la Provincia de Bolívar.: Flacso Ecuador

- [Internet]. Tesis de Maestría. Julio 2019[25 de Octubre 2022]. Available: <http://hdl.handle.net/10469/15759>.
18. Hernández R, Baptista P. Metodología de la Investigación [Internet]. 2019[30 de Octubre 2022]. Available: <http://repositorio.ucsh.cl/bitstream/handle/ucsh/2792/metodologia-de-la-investigacion.pdf?sequence=1>.
  19. Malik D.S, Maurya P. Heavy metal concentration in water, sediment, and tissues of fish species (*Heteropneustis fossilis* and *Puntius ticto*) from Kali River, India: Toxicological & Environmental Chemistry. 2015[30 de octubre 2022]. Available: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02772248.2015.1015296>.
  20. Fahad N. Assessment of the levels of some heavy metals in water in Alahsa Oasis farms, Saudi Arabia, with analysis by atomic absorption spectrophotometry: Revista Árabe de Química [internet]. 03 septiembre 2011[01 de noviembre 2022]; 8(02): 240-245. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535211002310>.
  21. Universidad Internacional de Valencia. Principio de autonomía, uno de los más importantes de la bioética [internet]. 11 de julio 2021 [05 de noviembre 2022]. Available: <https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/principio-de-autonomia-uno-de-los-mas-importantes-de-la-bioetica>.
  22. J.Siurana. Los principios de la bioética y el surgimiento de una bioética intercultural: Veritas [internet]. 2010 [05 de noviembre 2022]. Available: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-92732010000100006>
  23. Arias S, Peñaranda F. La investigación éticamente reflexionada. El Escenario para la salud pública desde la ciencia [internet]. 2015[15 de noviembre 2022]; 33(3). Available: <https://dialnet.unirioja.es/metricas/documentos/ARTREV/5214012>.
  24. Mendoza A. La relación médico paciente: consideraciones bioéticas: Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia[Internet]. 2017[10 de noviembre del 2022]; 63(4). Available: [www.scielo.org.pe/pdf/rgo/v63n4/a07v63n4.pdf](http://www.scielo.org.pe/pdf/rgo/v63n4/a07v63n4.pdf).
  25. Natalia R. MMDP. La contaminación del suelo: una realidad oculta. Roma, FAO[Internet].2019[05 de Mayo 2022]: Available: <https://charlasdeseguridad.com.ar/2015/09/descargas-en-pdf-la-contaminacion-del-suelo-una-realidad-oculta>

## **ANEXOS**

**Anexo A:** Operacionalización de la variable o variables.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Naturaleza	variables	Dimensiones	VALOR FINAL
<p>Nivel de contaminación por metales pesados en el suelo agrícola de la zona de Carapongo período Enero-2023.</p>	<p>Son los niveles de metales pesados que se acumulan en los suelos agrícolas a través del agua de riego contaminada con desechos domésticos e industriales los que se convierten en un factor de degradación ambiental y potencialmente tienen efectos nocivos para la salud humana.</p>	<p>Se trató de una serie de procesos analíticos diseñados para determinar el nivel de contaminación por metales en suelos agrícolas. El método analítico elegido para el análisis de plomo, cadmio y cobre en suelos agrícolas fue el laboratorio ICP-MS (Espectrometría de Masas de Plasma Acoplado Inductivamente) SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES SAC.</p>	<p>Cuantitativa</p>	<p>Niveles de contaminación por metales pesados en suelo agrícola</p>	<p>Concentración de Pb en suelo según los Estándares de Calidad ambiental (ECAS 2017) para Perú, cuyo límite máximo de 70 <b>mg/kg</b></p> <p>Concentración de Cd en suelo según los Estándares de Calidad ambiental (ECAS 2017) para Perú, cuyo límite máximo de en el suelo 1.4 <b>mg/kg</b></p> <p>Concentración de Cu en suelo según los Estándares de Calidad ambiental (ECAS 2017) para Perú, cuyo límite máximo de en el suelo 38.4 <b>mg/kg</b></p>	<p>Concentraciones de metales superiores o inferiores a las especificadas en la normativa del Ministerio de Medio Ambiente Directrices para el muestreo de suelos preparadas por D.S. N° 002-2013- MINAM, con base en Estándares internacionales de la EPA y la ATSDR.</p>

Anexo B: Instrumento de recolección de datos.

REGISTRO DE CAMPO



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FR-005  
Versión: 07  
F.E: 12/2022

Páginas.....de.....

Cliente: Medina Diaz Mary Contacto: 963888385 E-mail: medimary01@gmail.com Telef.(s) \_\_\_\_\_  
 Lugar: Carapongo Empresa: \_\_\_\_\_ Planta: \_\_\_\_\_ Proyecto: Investigación  
 Carta/Cotización: 2023-02 VM-5-1  MUESTREADO POR SAG  MUESTREADO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO o CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU		ANALISIS DE LABORATORIO												N° Informo: <u>171530-2023</u>		
	FECHA	HORA																CÓDIGO DE LABORATORIO	DATOS ADICIONALES	
ASA-01	14-03-23	11:45	Suelo			/													23031015	
ASA-02	14-03-23	11:51	Suelo			/													23031016	
ASA-03	14-03-23	11:59	Suelo			/													23031017	
ASA-04	14-03-23	12:07	Suelo			/													23031018	
ASA-05	14-03-23	12:15	Suelo			/													23031019	
ASA-06	14-03-23	12:22	Suelo			/													23031020	

SERVICIOS ANALITICOS GENERALES  
**RECIBIDO**  
 14 MAR 2023  
 RECEPCION DE MUESTRAS  
 SAG

Observaciones de Muestreo: \_\_\_\_\_  
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: Zapata Flores, Maribel - Medina Diaz Mary Firma(s): [Signature] Recibido en laboratorio: SU  
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: \_\_\_\_\_ Firma(s): \_\_\_\_\_ Dia/Hora: 14:20

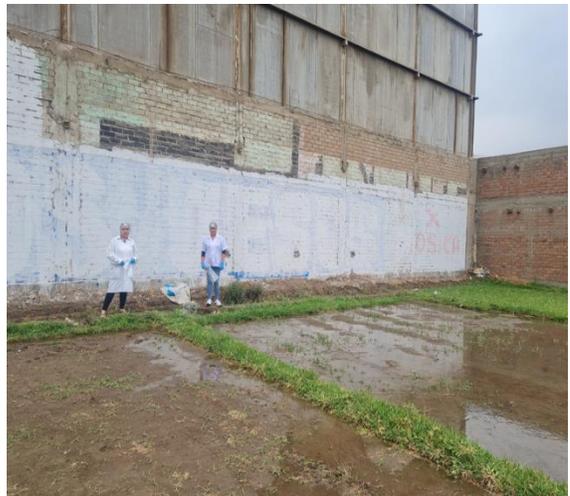
### Anexo C: Ubicación del suelo

Nº de Muestra	Latitud	Longitud	Altitud	
1	S 11°59'53.67984"	W 76°54'25.7562"	344 m.s.n.m	<a href="https://maps.google.com/?q=-11.9982444,-76.9071545">https://maps.google.com/?q=-11.9982444,-76.9071545</a>

Calle: Avenida Cajamarquilla
Código postal, Ciudad: 15461 Lurigancho-Chosica
Estado: Municipalidad Metropolitana de Lima
País: Perú



**Anexo D: Evidencias de trabajo de campo.**





**Anexo E:** Evidencias de la entrega de las muestras al laboratorio “Servicios Analíticos Generales SAC”.



**Anexo F:** Certificate Of Accreditation al laboratorio “Servicios Analíticos Generales SAC”.



## Anexo G: Anexo del Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM.

### ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA SUELO

Parámetros en mg/kg PS <sup>(1)</sup>	Usos del Suelo <sup>(2)</sup>			Métodos de ensayo <sup>(7),(8)</sup>
	Suelo Agrícola <sup>(3)</sup>	Suelo Residencial/ Parques <sup>(4)</sup>	Suelo Comercial <sup>(5)</sup> / Industrial/ Extractivo <sup>(6)</sup>	
<b>ORGÁNICOS</b>				
<b>Hidrocarburos aromáticos volátiles</b>				
Benceno	0,03	0,03	0,03	EPA 8260 <sup>(9)</sup> EPA 8021
Tolueno	0,37	0,37	0,37	EPA 8260 EPA 8021
Etilbenceno	0,082	0,082	0,082	EPA 8260 EPA 8021
Xilenos <sup>(10)</sup>	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
<b>Hidrocarburos poliaromáticos</b>				
Naftaleno	0,1	0,6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
Benzo(a) pireno	0,1	0,7	0,7	EPA 8270
<b>Hidrocarburos de Petróleo</b>				
Fracción de hidrocarburos F1 <sup>(11)</sup> (C6-C10)	200	200	500	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F2 <sup>(12)</sup> (>C10-C28)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F3 <sup>(13)</sup> (>C28-C40)	3000	3000	6000	EPA 8015
<b>Compuestos Organoclorados</b>				
Bifenilos policlorados - PCB <sup>(14)</sup>	0,5	1,3	33	EPA 8082 EPA 8270
Tetracloroetileno	0,1	0,2	0,5	EPA 8260
Tricloroetileno	0,01	0,01	0,01	EPA 8260
<b>INORGÁNICOS</b>				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario total <sup>(15)</sup>	750	500	2 000	EPA 3050 EPA 3051
Cadmio	1,4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Cromo total	**	400	1 000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0,4	0,4	1,4	EPA 3060/ EPA 7199 ó DIN EN 15192 <sup>(16)</sup>
Mercurio	6,6	6,6	24	EPA 7471 EPA 6020 ó 200.8
Plomo	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051
Cianuro Libre	0,9	0,9	8	EPA 9013 SEMWW-AWWA-WEF 4500 CN F o ASTM D7237 y/b ISO 17690.2015

**Anexo H: Informe de ensayo emitido a los doce días después de las entregas de muestras por el laboratorio "Servicios Analíticos Generales SAC"**

**INFORME DE ENSAYO N° 171530-2023  
CON VALOR OFICIAL**

**RAZÓN SOCIAL** : MEDINA DIAZ MARY  
**DOMICILIO LEGAL** : AV. LIMA 658 - VILLA MARÍA DEL TRIUNFO - LIMA  
**SOLICITADO POR** : MEDINA DIAZ MARY  
**REFERENCIA** : INVESTIGACIÓN - ANÁLISIS DE METALES EN SUELO AGRÍCOLA  
**PROCEDENCIA** : CARAPONGO  
**FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS** : 2023-03-14  
**FECHA(S) DE ANÁLISIS** : 2023-03-14 AL 2023-03-21  
**FECHA(S) DE MUESTREO** : 2023-03-14  
**MUESTREADO POR** : EL CLIENTE  
**CONDICIÓN DE LA MUESTRA** : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

**I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:**

Ensayo	Método	LC	Unidades
<b>Metales:</b> Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Berilio, Cadmio, Calcio, Cerio, Cromo, Cobalto, Cobre, Hierro, Plomo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Fósforo, Potasio, Selenio, Plata, Sodio, Estroncio, Talio, Estaño, titanio, Vanadio, Zinc.	EPA 3050-B (1996) / Method 200.7 Rev. 4.4 EMMC Version (1994). Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.	---	mg/kg

L.C.: límite de cuantificación.

.....  
DIRECTOR TÉCNICO DE LABORATORIO  
.....

## INFORME DE ENSAYO N° 171530-2023 CON VALOR OFICIAL

### II. RESULTADOS:

Producto declarado	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Matriz analizada	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Fecha de muestreo	2023-03-14	2023-03-14	2023-03-14	2023-03-14
Hora de inicio de muestreo (h)	11:45	11:51	11:59	12:07
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Código del Cliente	ASA-01	ASA-02	ASA-03	ASA-04
Código del Laboratorio	23031015	23031016	23031017	23031018
ENSAYO ACREDITADO ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)				
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados	
<b>Metales</b>				
Plata (Ag)	0.06	mg/kg	1.74	0.48
Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	16452.2	12621.1
Arsénico (As)	0.17	mg/kg	66.07	34.04
Boro (B)	0.2	mg/kg	4.4	1.8
Bario (Ba)	0.23	mg/kg	241.40	112.19
Berilio (Be)	0.021	mg/kg	0.354	0.323
Calcio (Ca)	2.4	mg/kg	12079.8	9080.0
Cadmio (Cd)	0.03	mg/kg	7.59	5.59
Cerio (Ce)	0.3	mg/kg	33.2	32.0
Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	7.69	5.79
Cromo (Cr)	0.05	mg/kg	13.49	12.77
Cobre (Cu)	0.07	mg/kg	106.0	66.4
Hierro (Fe)	0.24	mg/kg	24209.39	20876.46
Mercurio (Hg)	0.10	mg/kg	<0.10	<0.10
Potasio (K)	3.5	mg/kg	3119.9	1536.1
Litio (Li)	0.3	mg/kg	12.9	9.2
Magnesio (Mg)	3.7	mg/kg	6674.9	4881.3
Manganeso (Mn)	0.08	mg/kg	507.46	318.88
Molibdeno (Mo)	0.14	mg/kg	0.45	0.37
Sodio (Na)	3.9	mg/kg	439.2	292.8
Niquel (Ni)	0.06	mg/kg	6.48	4.70
Fósforo (P)	0.3	mg/kg	4473.0	3124.6
Plomo (Pb)	0.08	mg/kg	183.13	110.70
Antimonio (Sb)	0.22	mg/kg	3.56	3.05
Selenio (Se)	0.4	mg/kg	<0.4	<0.4
Estaño (Sn)	0.10	mg/kg	1.88	2.84
Estroncio (Sr)	0.07	mg/kg	83.22	63.58
Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	501.03	444.86
Talio (Tl)	0.4	mg/kg	<0.4	<0.4
Vanadio (V)	0.05	mg/kg	39.02	38.12
Zinc (Zn)	0.23	mg/kg	902.85	606.44

L.D.M.: límite de detección del método.

Resultados de Suelo reportados en base seca.

## INFORME DE ENSAYO N° 171530-2023 CON VALOR OFICIAL

### II. RESULTADOS:

<b>Producto declarado</b>	<b>Suelo</b>		<b>Suelo</b>
<b>Matriz analizada</b>	<b>Suelo</b>		<b>Suelo</b>
<b>Fecha de muestreo</b>	2023-03-14		2023-03-14
<b>Hora de inicio de muestreo (h)</b>	12:15		12:22
<b>Condiciones de la muestra</b>	Conservada		Conservada
<b>Código del Cliente</b>	ASA-05		ASA-06
<b>Código del Laboratorio</b>	23031019		23031020
<b>ENSAYO ACREDITADO ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)</b>			
<b>Ensayo</b>	<b>L.D.M.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultados</b>
<b>Metales</b>			
Plata (Ag)	0.06	mg/kg	1.94 1.03
Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	17022.7 16624.0
Arsénico (As)	0.17	mg/kg	67.78 39.01
Boro (B)	0.2	mg/kg	4.4 3.7
Bario (Ba)	0.23	mg/kg	258.3 110.2
Berilio (Be)	0.021	mg/kg	0.37 0.39
Calcio (Ca)	2.4	mg/kg	12293.0 9737.9
Cadmio (Cd)	0.03	mg/kg	8.06 5.94
Cerio (Ce)	0.3	mg/kg	34.9 33.6
Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	7.69 8.03
Cromo (Cr)	0.05	mg/kg	12.42 8.94
Cobre (Cu)	0.07	mg/kg	109.6 82.4
Hierro (Fe)	0.24	mg/kg	24890 22719
Mercurio (Hg)	0.10	mg/kg	<0.10 <0.10
Potasio (K)	3.5	mg/kg	2566.7 2287.2
Litio (Li)	0.3	mg/kg	13.3 13.9
Magnesio (Mg)	3.7	mg/kg	6816.9 6626.4
Manganeso (Mn)	0.08	mg/kg	514.1 452.6
Molibdeno (Mo)	0.14	mg/kg	0.46 0.35
Sodio (Na)	3.9	mg/kg	441.7 336.8
Niquel (Ni)	0.06	mg/kg	6.25 5.70
Fósforo (P)	0.3	mg/kg	4231.3 3304.1
Plomo (Pb)	0.08	mg/kg	190.06 132.22
Antimonio (Sb)	0.22	mg/kg	3.68 3.09
Selenio (Se)	0.4	mg/kg	<0.4 <0.4
Estaño (Sn)	0.10	mg/kg	2.21 1.21
Estroncio (Sr)	0.07	mg/kg	90.1 69.1
Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	537.1 616.9
Talio (Tl)	0.4	mg/kg	<0.4 <0.4
Vanadio (V)	0.05	mg/kg	38.12 36.90
Zinc (Zn)	0.23	mg/kg	977.0 570.0

L.D.M.: límite de detección del método.

Resultados de Suelo reportados en base seca.

Lima, 21 de Marzo del 2023.

# Anexo I: Informe de ensayo emitido a los doce días después de las entregas de muestras por el laboratorio "Servicios Analíticos Generales SAC"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE - 047



## INFORME DE ENSAYO N° 171530-2023 CON VALOR OFICIAL

**RAZÓN SOCIAL** : ZAPATA FLORES, MARIBEL Y MEDINA DIAZ, MARY  
**DOMICILIO LEGAL** : AV. LIMA 658 - VILLA MARÍA DEL TRIUNFO - LIMA  
**SOLICITADO POR** : ZAPATA FLORES, MARIBEL Y MEDINA DIAZ, MARY  
**REFERENCIA** : INVESTIGACIÓN - ANÁLISIS DE METALES EN SUELO AGRÍCOLA  
**PROCEDENCIA** : CARAPONGO  
**FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS** : 2023-03-14  
**FECHA(S) DE ANÁLISIS** : 2023-03-14 AL 2023-03-21  
**FECHA(S) DE MUESTREO** : 2023-03-14  
**MUESTREO POR** : EL CLIENTE  
**CONDICIÓN DE LA MUESTRA** : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
<b>Metales:</b> Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Berilio, Cadmio, Calcio, Cerio, Cromo, Cobalto, Cobre, Hierro, Plomo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Fósforo, Potasio, Selenio, Plata, Sodio, Estroncio, Talio, Estaño, titanio, Vanadio, Zinc.	EPA 3050-B (1996) / Method 200.7 Rev. 4.4 EMMC Version (1994). Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.	---	mg/kg

L.C.: límite de cuantificación.

*MARILU*  
 ING. TELLO PAUCAR  
 MARILU  
 SERVICIOS ANALITICOS  
 GENERALES SAC  
 Firmado con www.tocapu.pe

DIRECTOR TÉCNICO DE LABORATORIO

EXPERTS  
 WORKING  
 FOR YOU

**OBSERVACIONES:** • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de percibibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima  
 • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 1 de 3



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 171530-2023 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Matriz analizada	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de muestreo	2023-03-14	2023-03-14	2023-03-14	2023-03-14		
Hora de inicio de muestreo (h)	11:45	11:51	11:59	12:07		
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada		
Código del Cliente	ASA-01	ASA-02	ASA-03	ASA-04		
Código del Laboratorio	23031015	23031016	23031017	23031018		
ENSAYO ACREDITADO ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)						
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados			
<b>Metales</b>						
Plata (Ag)	0.06	mg/kg	1.74	0.48	2.01	1.06
Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	16452.2	12621.1	17143.3	16015.1
Arsénico (As)	0.17	mg/kg	66.07	34.04	70.84	39.80
Boro (B)	0.2	mg/kg	4.4	1.8	3.8	2.7
Bario (Ba)	0.23	mg/kg	241.40	112.19	265.00	114.23
Berilio (Be)	0.021	mg/kg	0.354	0.323	0.469	0.295
Calcio (Ca)	2.4	mg/kg	12079.8	9080.0	12308.7	9376.1
Cadmio (Cd)	0.03	mg/kg	7.59	5.59	8.22	5.74
Cerio (Ce)	0.3	mg/kg	33.2	32.0	33.8	34.2
Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	7.69	5.79	8.14	7.14
Cromo (Cr)	0.05	mg/kg	13.49	12.77	12.53	8.73
Cobre (Cu)	0.07	mg/kg	106.0	66.4	112.4	82.5
Hierro (Fe)	0.24	mg/kg	24209.39	20876.46	24709.98	22128.31
Mercurio (Hg)	0.10	mg/kg	<0.10	<0.10	0.16	<0.10
Potasio (K)	3.5	mg/kg	3119.9	1536.1	2316.7	2038.8
Litio (Li)	0.3	mg/kg	12.9	9.2	13.6	12.8
Magnesio (Mg)	3.7	mg/kg	6674.9	4881.3	6835.1	6379.4
Manganeso (Mn)	0.08	mg/kg	507.46	318.88	542.07	433.90
Molibdeno (Mo)	0.14	mg/kg	0.45	0.37	0.68	0.14
Sodio (Na)	3.9	mg/kg	439.2	292.8	399.5	325.5
Niquel (Ni)	0.06	mg/kg	6.48	4.70	6.71	5.39
Fósforo (P)	0.3	mg/kg	4473.0	3124.6	4301.2	3462.6
Plomo (Pb)	0.08	mg/kg	183.13	110.70	196.33	134.53
Antimonio (Sb)	0.22	mg/kg	3.56	3.05	4.21	2.49
Selenio (Se)	0.4	mg/kg	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
Estaño (Sn)	0.10	mg/kg	1.88	2.84	2.22	1.42
Estroncio (Sr)	0.07	mg/kg	83.22	63.58	87.46	71.57
Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	501.03	444.86	529.84	582.08
Talio (Tl)	0.4	mg/kg	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
Vanadio (V)	0.05	mg/kg	39.02	38.12	37.91	36.37
Zinc (Zn)	0.23	mg/kg	902.85	606.44	959.04	604.29

L.D.M.: límite de detección del método.  
Resultados de Suelo reportados en base seca.

Cod. FI 002 / Versión 10 / F.E.: 05/2022

EXPERTS WORKING FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTIFICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es legal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima  
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 2 de 3



INFORME DE ENSAYO N° 171530-2023 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Suelo	Suelo	
Matriz analizada	Suelo	Suelo	
Fecha de muestreo	2023-03-14	2023-03-14	
Hora de inicio de muestreo (h)	12:15	12:22	
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada	
Código del Cliente	ASA-05	ASA-06	
Código del Laboratorio	23031019	23031020	
ENSAYO ACREDITADO ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)			
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados
<b>Metales</b>			
Plata (Ag)	0,06	mg/kg	1,94 1,03
Aluminio (Al)	1,4	mg/kg	17022,7 16624,0
Arsénico (As)	0,17	mg/kg	67,78 39,01
Boro (B)	0,2	mg/kg	4,4 3,7
Bario (Ba)	0,23	mg/kg	258,3 110,2
Berilio (Be)	0,021	mg/kg	0,37 0,39
Calcio (Ca)	2,4	mg/kg	12293,0 9737,9
Cadmio (Cd)	0,03	mg/kg	8,06 5,94
Cerio (Ce)	0,3	mg/kg	34,9 33,6
Cobalto (Co)	0,05	mg/kg	7,69 8,03
Cromo (Cr)	0,05	mg/kg	12,42 8,94
Cobre (Cu)	0,07	mg/kg	109,6 82,4
Hierro (Fe)	0,24	mg/kg	24890 22719
Mercurio (Hg)	0,10	mg/kg	<0,10 <0,10
Potasio (K)	3,5	mg/kg	2566,7 2287,2
Litio (Li)	0,3	mg/kg	13,3 13,9
Magnesio (Mg)	3,7	mg/kg	6816,9 6626,4
Manganeso (Mn)	0,08	mg/kg	514,1 452,6
Molibdeno (Mo)	0,14	mg/kg	0,46 0,35
Sodio (Na)	3,9	mg/kg	441,7 336,8
Niquel (Ni)	0,06	mg/kg	6,25 5,70
Fósforo (P)	0,3	mg/kg	4231,3 3304,1
Plomo (Pb)	0,08	mg/kg	190,06 132,22
Antimonio (Sb)	0,22	mg/kg	3,68 3,09
Selenio (Se)	0,4	mg/kg	<0,4 <0,4
Estaño (Sn)	0,10	mg/kg	2,21 1,21
Estroncio (Sr)	0,07	mg/kg	90,1 69,1
Titanio (Ti)	0,03	mg/kg	537,1 616,9
Talio (Tl)	0,4	mg/kg	<0,4 <0,4
Vanadio (V)	0,05	mg/kg	38,12 36,90
Zinc (Zn)	0,23	mg/kg	977,0 570,0

L.D.M.: límite de detección del método.  
Resultados de Suelo reportados en base seca.

Lima, 21 de Marzo del 2023.

Cod. FI 002 / Versión 10 / FE.: 05/2022

EXPERTS WORKING FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima  
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 3 de 3

**Anexo J: Número de muestras por área para el Muestreo de identificación”**

Área de potencial interés (HA)	Puntos de Muestreos en Total
0.1	4
0.5	6
1	9
2	15
3	19
4	21
5	23
10	30
15	33
20	36
25	38
30	40
40	42
50	44
100	50

**Fuente: Guía de muestreo de suelos del Ministerio del Ambiente, 2014**