UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

"Concentración de metales pesados en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho-2025"

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Ciencias del medio ambiente

PRESENTADO POR:

Hinostroza Diaz, Jhoan

ASESOR:

Dr. Herrera Díaz, Santos Clemente

HUANTA – AYACUCHO

PERÚ

2025

NOMBRE DEL TRABAJO

Informe final de tesis_Jhoan Hinostroza Diaz.pdf

RECUENTO DE PALABRAS	RECUENTO DE CARACTERES
16552 Words	92803 Characters
RECUENTO DE PÁGINAS	**TAMAÑO DEL ARCHIVO**
99 Pages	6.5MB
FECHA DE ENTREGA	**FECHA DEL INFORME**
Nov 17, 2026 7:19 AM GMT-5	Nov 17, 2026 7:20 AM GMT-5

12% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- 7% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados

Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por HERRERA DIAZ Santos Clemente FAU 20574653798 soft
Fecha: 2026.11.17 07:24:56 -05'00'

“CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN SUELOS AGRÍCOLAS DEL SECTOR SAN LUIS, DISTRITO DE HUANTA, AYACUCHO-2025”

Presentado por:

Hinostroza Díaz Jhoan

Asesor

Dr. Clemente Díaz Santos Herrera

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
Creada por Ley N° 29658
FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
"Año la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

En la ciudad de Huanta, en el Aula 01 – EP – Ingeniería Ambiental – JOSACO de la Universidad Nacional Autónoma de Huanta, ubicado en el Jr. Razuhuillca N° 624, Huanta, a los 15 días del mes octubre de 2026, siendo las 15:15 horas, se dio inicio al acto académico de sustentación de tesis con la presencia de los miembros del jurado calificador:

Dra. Karina Milagros Ordoñez Ruiz	**Miembro Titular 1 (Presidente)**
Mtro. Fernando Gari Huayhua Lévano	**Miembro Titular 2**
Dr. Santos Clemente Herrera Diaz	**Miembro Titular 3**

Acto seguido se procedió a dar lectura de la Resolución de Vicepresidencia Académica N° 177-2026-CO-UNAH, en la que señala fecha, hora y designación de jurado evaluador para la sustentación de tesis de la **Bach. Jhoan Hinostroza Diaz,** con la tesis titulada: **"Concentración de metales pesados en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho – 2025",** asesorado por el **Dr. Santos Clemente Herrera Diaz**, para optar el Título profesional de Ingeniero Ambiental.

.....
.....
.....

Terminada la sustentación se procedió a la formulación de preguntas por los miembros del jurado evaluador, los mismos que fueron defendidos y absueltos por la tesista. Acto seguido se procedió a calificar con el resultado siguiente:

Aprobado Regular	(X)
Aprobado Bueno	( )
Aprobado Muy Bueno	( )
Aprobado Excelente	( )

Con la calificación de ..Trece..... (13)
Siendo las ..16:20 horas.. se da por finalizada el acto académico de sustentación de tesis pasando a firmar los miembros del jurado evaluador.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
Dra. Karina M. Ordoñez Ruiz
DOCENTE PRINCIPAL
Dra. Karina Milagros Ordoñez Ruiz
Miembro Titular 1 (Presidente)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
Mtro. Fernando Gari Huayhua Lévano
DOCENTE ORDINARIO ASOCIADO
Mtro. Fernando Gari Huayhua Lévano
Miembro Titular 2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
Dr. Santos Clemente Herrera Díaz
DOCENTE ORDINARIO PRINCIPAL
Dr. Santos Clemente Herrera Diaz
Miembro Titular 3

DEDICATORIA

A mi familia, y en especial a mis padres, Javier Hinostroza Noa y Licaria Diaz Sulca, quienes me motivan y apoyan en todo momento; y por supuesto, a ti, mi amado hijo Dayiro Ccente Hinostroza, eres mi fuerza.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la concentración de de Arsénico (As), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg) y Plomo (Pb) en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho, 2025. Se utilizó un enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo, diseño no experimental y corte longitudinal. Para la recolección de datos se realizó un muestreo de suelos donde se recolectaron 4 muestras compuestas a 25 cm de profundidad en cuatro zonas (MC-1, MC-2, MC-3 y MC-4); el muestreo se realizó durante los meses de mayo, junio y julio, una vez por mes. El análisis de las muestras se realizó mediante los protocolos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA): EPA 3050 o 3051 para arsénico, cadmio y plomo, y EPA 7471, 6020 o 200.8 para mercurio. Método que consistió en la digestión ácida asistida por microondas para descomponer la matriz del suelo y solubilizar los metales y la espectrofotometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS), para cuantificar las concentraciones de los metales recomendado. Los resultados evidenciaron que las concentraciones medias de arsénico y plomo fueron de 19.864 mg/kg y 13.943 mg/kg, respectivamente, cumpliendo con los límites del Estándar de Calidad Ambiental para Suelos (ECA-Suelo). Por otro lado, cadmio y mercurio presentaron concentraciones por debajo de los límites de cuantificación del método analítico. En conclusión, los suelos agrícolas evaluados presentan concentraciones de Arsénico, Cadmio, Mercurio y Plomo, que cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.

Palabras claves: metales pesados, suelo agrícola, arsénico, plomo.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the concentrations of arsenic (As), cadmium (Cd), mercury (Hg), and lead (Pb) in agricultural soils in the San Luis sector, district of Huanta, Ayacucho, in 2025. A quantitative, descriptiveapproach was used, with a non-experimental, longitudinal design. For data collection, soil sampling was conducted, with four composite samples collected at a depth of 25 cm in four zones (MC-1, MC-2, MC-3, and MC-4); sampling took place during the months of May, June, and July, once a month. The samples were analyzed using protocols fromthe U.S. Environmental Protection Agency (EPA): EPA 3050 or 3051 for arsenic, cadmium, and lead, and EPA 7471, 6020, or 200.8 for mercury. The method consisted of microwave-assisted acid digestion to break down the soil matrix and solubilize the metals, followed by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) to quantify the metal concentrations as recommended. The results showed that the mean concentrations of arsenic and lead were 19.864 mg/kg and 13.943 mg/kg, respectively, complying with the limits of the (ECA-Soil). On the other hand, cadmium and mercury had concentrations below the limits of quantification of theanalytical method. In conclusion, the agricultural soils evaluated have concentrations of arsenic, cadmium, and mercur.

Keywords: heavy metals, agricultural soil, arsenic, lead.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN viii

INTRODUCCIÓN 16

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 18

1.1 Descripción y formulación del problema 18

1.2 Objetivos 20

1.2.1. Objetivo general 20

1.2.2. Objetivos específicos 20

1.3 Justificación e importancia 21

1.3.1. Justificación teórica 21

1.3.2. Justificación práctica 21

1.3.3. Justificación normativa 22

1.4 Hipótesis 22

1.5. Variable 23

II. MARCO TEÓRICO 25

2.1 Antecedentes 25

2.1.1. Internacional 25

2.2.2. Nacional 27

2.2.3. Local 29

2.2 Bases teóricas 29

2.2.1. Tipos de metales pesados 29

2.2.2. Fuentes de metales pesados en suelos agrícolas. 30

2.2.3. Metales pesados en suelos agrícolas 30

2.2.4. Arsénico, mercurio, cadmio y plomo en suelos agrícolas 31

2.2.5. Propiedades del suelo y metales pesados en suelos agrícolas. 32

2.3 Definición de términos 32

2.3.1. Suelo 32
2.3.2. Suelo agrícola 33
2.3.3. Suelo contaminado 33
2.3.4. Metales pesados 33
2.3.5. Concentración de metales pesados en suelo agrícola 33
2.3.6. Biodisponibilidad 33
2.3.7. Bioacumulación: 33
2.3.8. Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para suelo 34
3.1 Tipo, nivel, diseño y enfoque de la investigación 34
3.1.1. Tipo y nivel de investigación 34
3.1.2. Diseño y enfoque 34
3.2 Ámbito temporal y espacial 35
3.2.1. Ámbito temporal 35
3.2.2. Ámbito espacial 35
3.3. Población y muestra 36
3.3.1. Población 36
3.3.2. Muestra 38
3.4. Instrumentos de recolección de datos 38
3.5 Procedimiento 39
3.5.1. Tipo de muestreo 39
3.5.2. Técnica de muestreo 40
3.5.3. Frecuencia de muestreo 40
3.5.4. Número y distribución de puntos de muestreo 40
3.5.5 Toma de muestras 43
3.5.6. Materiales y equipo para el muestreo de suelos: 46

3.5.7. Fase de laboratorio. 46

3.6. Análisis de datos 52

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 53

4.1. Resultados 53

4.1.1 Concentración de arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb) en suelos agrícolas del sector San Luis. 53

4.1.2. Contrastación de los valores de las concentraciones de arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb) con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para suelo (D.S. N° 011-2017-MINAM)..... 60

4.2. Discusión..... 61

V. CONCLUSIONES 63

VI. RECOMENDACIONES..... 63

VII. REFERENCIAS 64

VIII. ANEXOS..... 74

ÍNDICE DE GRAFÍCOS

Figura 1 *Mapa de ubicación y localización del área de estudio* 35

Figura 2 *Área de estudio (población)* 37

Figura 3 *Partición de muestras compuestas.* 40

Figura 4 *Mapa de localización de puntos y subpuntos de muestreo*..... 41

Figura 5 *Localización de subpuntos de muestreo* 43

Figura 6 *Retiro de cobertura vegetal* 44

Figura 7 *Obtención de corte de suelo para obtención de muestra* 44

Figura 8 *Cuarteo de muestras recolectadas* 45

Figura 9 *Muestra final (compuesta)* 45

Figura 10 *Secado de muestras de suelo* 47

Figura 11 *Molienda y tamizado de muestras de sueño* 47

Figura 12 *Pesaje de muestras* 49

Figura 13 *Tratamiento de muestras en campana extractora* 50

Figura 14 *Puesta de muestras en microondas* 50

Figura 15 *Aforado de los digestados* 51

Figura 16 *Medias con intérvalos de confianza al 95% por punto de muestreo para arsénico* 55

Figura 17 *Concentraciones de arsénico total en las muestras compuestas (MC-1, MC-2, MC-3, MC4) dirantes los meses de mayo, junioy julio* 56

Figura 18 *Medias con intervalos de confianza al 95% para plomo* 57

Figura 19 *Variación temporal de las concentraciones de plomo total en las muestras compuestas (MC-1, MC-2, MC-3 y MC-4) durante los meses de mayo, junio y julio.* 58

Figura 20 *Contrastación de las concentraciones obtenidas de los metales pesados con los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental Para Suelo.* 61

Figura 21 *Identificación de subpunto de muestreo (MS-1) para formar muestra compuesta (MC-1)* 97

Figura 22 *Limpieza de subpunto de muestreo* 97

Figura 23 *Corte de porción de suelo en forma de "V"* 97

Figura 24 *Cuarteo de muestras recolectadas* 97

Figura 25 *Obtención de muestra compuesta (MC-3)* 98

Figura 26 *Extracción de muestra representativa para pretratamiento* ... 98

Figura 27 *Molienda y tamizado de muestras* 98

Figura 28 *Molienda y tamizado de muestras* 99

Figura 29 *Tratamiento de muestra para su digestión* 99

Figura 30 *Digestión ácida de muestras* 99

Figura 31 *Aforado de muestras ya digestadas* 99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Operacionalización de variable* 24

Tabla 2 *Coordenadas geográficas de los vértices del área de estudio (población)* 37

Tabla 3 *Codificación de coordenadas UTM, para subpuntos de muestreo*…….41

Tabla 4 *Métodos de digestión y determinación instrumental aplicados para el análisis de metales pesados en suelos*…….51

Tabla 5 *Valores de la concentración de As, Pb, Cd y Hg en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho-2025…*……53

Tabla 6 *hsxh Medidas estadísticas descriptivas de las concentraciones de arsénico (As) y plomo (Pb) en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta-2025…*……..54

Tabla 7 *Medidas estadísticas descriptivas de las concentraciones de arsénico (As) en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta-2025***..**……54

Tabla 8 *Medidas estadísticas descriptivas de las concentraciones de plomo (Pb) en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta-2025….* 56

Tabla 9 *Contrastación de los valores de las concentraciones de arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb) con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para suelo (D.S. N° 011-2017-MINAM)s* 60

INTRODUCCIÓN

La presencia de metales pesados en suelos agrícolas representa una problemática a nivel global, con consecuencias significativas tanto para el medio ambiente, el desarrollo agrícola y la salud pública. Siendo el suelo mucho más que el soporte de todo lo que existe, y siendo la base de la producción agrícola, en las últimas décadas se evidencia un aumento en las concentraciones de metales pesados, tanto de aquellos elementos esenciales y no esenciales como el Cd, Hg, As y Pb entre otros, y que son tóxicos incluso en concentraciones bajas (Wan et al. 2024).

En un estudio reciente Hou et al. (2025), sostienen que la presencia de metales pesados se encuentra ampliamente distribuida en los suelos; sin embargo, no se cuenta con un registro preciso de su dispersión a nivel mundial. El autor y sus colaboradores analizaron una base de datos global de contaminación de suelos por As, Cd, Pb, Co, Cr y Ni en 796 084 puntos de muestreo de 1493 estudios, demostrando que entre el 15% y el 17% de los suelos agrícolas están afectados por la presencia y en altas concentraciones con al menos uno de los metales pesados tóxicos a nivel mundial; además de estimar que entre 0.9 y 1.4 mil millones de personas viven en regiones con mayores riegos para la salud pública y el medio ambiente.

La revisión sistemática de 49 estudios realizada por Pacheco-Marchán et al. (2025) respecto a la contaminación de suelos agrícolas por metales pesados en Perú, da cuenta sobre la presencia de Cd, Pb y As con concentraciones superiores a lo establecido en la normativa nacional; sin embargo, los autores señalan que el estudio de metales pesados en suelos agrícolas dentro del territorio nacional aún se encuentra en una etapa inicial.

En el ámbito local, siendo la agricultura una de las principales actividades del distrito de Huanta, diversas prácticas agrícolas como la utilización de agroquímicos, el uso de agua de riego contaminada con aguas residuales domésticas podrían representar una posible fuente de contaminación para los suelos agrícolas con metales pesados. Y de manera particular, esta situación se viene dando en el sector San Luis, que está influenciado directamente por la cercanía al río

Asnacchuaycco, identificado como uno de los cuerpos hídricos más contaminados de la ciudad de Huanta.

En esta línea, el marco normativo nacional ofrece herramientas importantes como el Estándar de Calidad Ambiental para Suelos (ECA-Suelo), contenido en el Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM, que establece los límites máximos permisibles de metales pesados en suelos agrícolas para proteger tanto la salud del ecosistema como la humana. No obstante, en el sector San Luis existe una carencia de información relacionada a la existencia de metales pesados en suelos.

Por consiguiente, el presente estudio propuso como objetivo general evaluar la concentración de metales pesados en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta, provincia de Huanta, Ayacucho – 2025. Por lo que la presente investigación, busca contribuir a la escasez de datos mediante información local, específica y actualizada sobre las concentraciones de As, Cd, Hg y Pb. Asimismo, los resultados constituirán una línea de base ambiental.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción y formulación del problema

Diversos estudios realizados hasta la actualidad exponen la presencia de una buena cantidad de metales pesados en suelos agrícolas a escala global, situación que representa una problemática, debido a su carácter tóxico y no biodegradable. Cuando estos elementos superan los límites establecidos, tienen el potencial de migrar hacia las aguas subterráneas, transferirse a los cultivos, introducirse en la cadena alimenticia y provocar riesgos para la salud del ser humano" (Xiang et al., 2021; Balengayabo et al., 2024).

Teniendo en cuenta a Liao et al. (2021), manifiesta que los metales pesados en suelos agrícolas se deben a 2 fuentes: naturales y antrópicas, donde para la primera, generalmente las concentraciones son mínimas, mientras que, respecto a la segunda, diversas prácticas agrícolas como la aplicación de fertilizantes, uso de pesticidas y riego con aguas residuales son fuentes considerablemente influyentes. En esta misma línea, Reis et al. (2020a) alegan que la distribución de metales pesados en suelos agrícolas que cuentan con riego es cada vez mayor, como consecuencia del uso de aguas residuales de tipo industrial e incluso doméstico (Abou et al., 2024); cabe señalar, que numerosas investigaciones han demostrado que las aguas residuales, contienen diversos metales pesados (Abou et al., 2024; Minhas et al., 2022; Moriyama et al., 1998).

A nivel mundial, en un estudio reciente, Angon et al. (2024), estimó que alrededor de 20 millones de hectáreas de cultivo están contaminadas con metales pesados, de las cuales, en 5 millones las concentraciones eran superiores al umbral establecido en diversas normas, siendo el Hg, Cd, Pb, As, Cu, Zn, Ni y Cr los metales que frecuentemente son detectados. Del mismo modo, Zhao et al. (2024), refiere que Australia, China, India, algunos países europeos y Estados Unidos han reportado diversos grados de contaminación del suelo por metales pesados. Tal es el caso de China, donde 3.33 millones de hectáreas de suelo agrícola no son adecuadas para el desarrollo de la agricultura, puesto que la mayor parte de estos suelos están contaminados con metales pesados (Reng et al., 2022, citado por Wang et al., 2023). Mientras que, Barsova et al. (2019) en Liu et al. (2021), afirman que, alrededor del 10% de los suelos en Rusia están contaminados con metales pesados,

una parte de estos pertenece a suelos agrícolas, razón por la cual, hace que estos sean inseguros para la agricultura.

En América, mediante un estudio geológico realizado en los Estados Unidos, se determinó que un 28 % de las muestras de suelo contenían metales pesados, que a propósito de todo esto, sobrepasaba el umbral de los niveles de detección ecológica de suelos de la Agencia de Protección Ambiental (Smith et al., 2013 en Liu et al., 2021).

En el contexto peruano, Aguilar y Cubas (2021) en su investigación, señalan que los suelos agrícolas, a través de los cauces de río, son susceptibles a ser receptores de residuos sólidos, líquidos, orgánicos y metales pesados, y especialmente debido a la descarga de aguas residuales municipales, situación que se evidencia en las numerosas resoluciones emitidas por la Autoridad Nacional de Agua (ANA).

A escala local, de acuerdo con el Plan de Desarrollo Local Concertado de la Provincia de Huanta (PDLC) 2024-2034, una de las principales actividades de la población es la agricultura (Municipalidad Provincial de Huanta [MPH], 2024, p. 219). En ese sentido, al oeste de la ciudad de Huanta, se hallan zonas agrícolas que disponen de las aguas de canales de riego que captan sus aguas en el río denominado "Asnacchuaycco", acequias y afluente que tienen su paso por el extremo y centro histórico de la ciudad de Huanta, y por tanto, susceptibles a las descargas de aguas residuales tanto domésticas como municipales, procedentes de las viviendas situadas al margen del río y del colapso constante de buzones de desagüe; situación que se ha expuesto en medios de comunicación local, donde miembros de los comités de usuarios de riego, denuncian este hecho, así mismo, y en ese contexto, el representante de la Autoridad Administrativa del Agua, asevera que uno de los ríos más contaminados de la ciudad de Huanta, es el conocido como "Asnacchuaycco" debido a la descarga de aguas residuales domésticas (Tele 2000 Huanta, 2024, 40:14); lo que por consiguiente, podría significar un hecho de contaminación para los suelos agrícolas que se irrigan con estas aguas.

Adicional a ello, la zona de estudio se encuentra en los alrededores de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Piscotuna, ubicada en las inmediaciones del canal de riego que se origina en el GRA-PRIDER-sistema de riego San Luis,

sector San Luis, lo que podría contribuir aún más a una posible contaminación de suelos agrícolas por metales pesados.

Por los fundamentos expuestos, es pertinente realizar un estudio atinente a la concentración de metales pesados dentro del contexto local, para lo cual es preciso formular la siguiente interrogante:

¿Cuál es la concentración de metales pesados en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho-2025?

Donde, en conformidad con las bases teóricas, metales pesados como el As, Cd, Hg y Pb son algunos de los metales pesados, que regularmente se encuentran en suelos agrícolas, además, de que se encuentran dentro de los parámetros inorgánicos de la norma legal del Perú, Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para suelo (D.S. N° 011-2017), en virtud de lo cual, surge las siguientes interrogantes específicas:

¿Cuál es la concentración de arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb) en suelos agrícolas del sector San Luis?

¿Cuál es el resultado, al contrastar los valores de concentración del As, Cd, Hg y Pb, con el ECA para suelo-Decreto Supremo N°011-2017-MINAM?

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar la concentración de metales pesados en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho – 2025.

1.2.2. Objetivos específicos

OE1. Determinar la concentración de arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb) en suelos agrícolas del sector San Luis.

OE2. Contrastar las concentraciones obtenidas de As, Cd, Hg y Pb, con los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para suelo, según el Decreto Supremo N.° 011-2017-MINAM.

1.3 Justificación e importancia

1.3.1. Justificación teórica

Con el objeto de justificar teóricamente el presente estudio, se cita a: Yang et al. (2023), quienes sostienen que el suelo es más que un "soporte" de todo lo que existe en el planeta Tierra; y por el contrario, es sobre el suelo que se sostienen la humanidad, los animales y todo el ecosistema; sin embargo, pese a tan vital función, numerosas evidencias científicas informan sobre un aumento progresivo en la concentración de metales pesados en suelos agrícolas a nivel mundial, situación que en última instancia acarrea graves problemas en la salud del ser humano.

Ante tal escenario, es necesario realizar estudios locales que contribuyan a conocer la real concentración de metales pesados en suelos agrícolas, debido a que, aunque existen investigaciones relacionadas con esta problemática, los estudios a nivel nacional son limitados.

En el distrito de Huanta, siendo su actividad principal la agricultura, y teniendo en cuenta lo sostenido por Reis et al. (2020), al aseverar que la concentración de metales pesados en suelos agrícolas con riego va en aumento; donde a este respecto, autores señalan que actividades antrópicas como el uso de fertilizantes, y la contaminación de aguas de riego con aguas residuales son fuentes importantes para lo susodicho. En ese contexto, y dado que en el distrito de Huanta específicamente no existen estudios relacionados, la presente investigación estará aportando evidencia científica, por tanto, llenando un vacío en el conocimiento teórico.

1.3.2. Justificación práctica

Desde el punto de vista práctico, el representante de la Autoridad Administrativa del Agua ha manifestado que el río más contaminado de la ciudad de Huanta es el llamado "Asnacchuaycco", debido a la descarga de aguas residuales (Tele 2000 Huanta, 2024, 40:14), y cuyas aguas son utilizadas para el riego de sectores agrícolas situados al oeste de la ciudad de Huanta, entre ellos "San Luis" y dicho sea de paso, conociendo las denuncias públicas frente a este hecho en medios de comunicación local. Teniendo como objetivo general "Evaluar la concentración de metales pesados en el sector agrícola San Luis", servirá como

indicador de contaminación del suelo y llamado de alerta a las autoridades pertinentes; además de servir como cimiento, como un punto de partida para nuevas investigaciones relacionadas con el tema y que tengan como propósito atribuir la presencia y/o concentración de algún u otro metal pesado por actividades antrópicas, evaluación de la biodisponibilidad de estos, establecer niveles de referencia mediante cálculo del nivel de fondo, entre otros.

1.3.3. Justificación normativa

En el marco de la Política Nacional del Ambiente al 2030, aprobada por Decreto Supremo N° 023-2021, se cita a:

Ley N° 28245 - Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, en su artículo 84 del capítulo X; la Agenda de Investigación Ambiental al 2030 (AIA al 2030), en el punto 2.1 párrafo 3, de su marco conceptual; propician la investigación en temática ambiental, donde se aborden problemas que estén estrechamente relacionadas con el bienestar de la población; a fin de contar con evidencia científica que en último término, conlleva a la toma de decisiones al momento de formular políticas públicas que favorecen la gestión ambiental, en aras de lo que el país necesita para su desarrollo; por su parte, la Ley N° 28611 – Ley General del Ambiente en su artículo 91, respecto al recurso suelo, indica la promoción y regulación del uso sostenible de este recurso, buscando prevenir o reducir su pérdida y deterioro por erosión o contaminación. En tal sentido, teniendo como base las normas legales: Ley N° 28245, Ley N° 28611 y finalmente la AIA al 2030 como instrumentos de gestión; contribuyen a identificar, cuáles son las necesidades que tiene el país y frente a ello, desarrollar el presente estudio.

1.4 Hipótesis

Hernández et al. (2014), sostienen que la formulación de las hipótesis, depende del alcance (nivel) del proyecto de investigación; donde, para aquellos estudios correlacionales que buscan asociar 2 variables, o aquellos estudios explicativos que buscan establecer causas y efecto de un fenómeno, necesariamente se plantean estas eventuales respuestas; sin embargo, para los estudios de nivel descriptivo, solo se redactarán las hipótesis en el caso de que a través de estas proposiciones se busque predecir un hecho o el comportamiento de un determinado fenómeno (Corona & Fonseca, 2023).

Por las razones expuestas, esta investigación, al ser de nivel descriptivo, con enfoque cuantitativo univariable, no es necesario formular hipótesis. Esta investigación analiza y describe la concentración de metales pesados en los suelos agrícolas del sector San Luis, distrito Huanta, Ayacucho, sin la intención de establecer vínculos de causa y efecto, asociaciones de variables o elaborar pronósticos de carácter estadístico.

1.5. Variable

En el presente estudio, se plantea una investigación univariable, cuya variable es la "concentración de metales pesados en suelos agrícolas", permitiendo cuantificar la concentración y la presencia de metales pesados tóxicos.

A continuación, se presenta la operacionalización de la variable, la cual detalla su definición conceptual, operacional, dimensiones, indicadores y las unidades de medida que se utilizarán para el análisis.

Tabla 1

Operacionalización de variable

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida
Concentración de metales pesados en suelos agrícolas	Los metales pesados en suelos agrícolas corresponden a elementos químicos presentes de forma natural o incorporados por actividades antropogénicas, cuya concentración puede variar según las características del suelo y las actividades desarrolladas en el área. Cuando alcanzan niveles elevados pueden generar efectos adversos sobre el ambiente, los cultivos y la salud humana (Jahandari &Abbasnejad, 2024).	Para determinar la concentración de metales pesados en suelos agrícolas, se tomarán muestras de suelo, en conformidad y principalmente con la Guía Para Muestreo de Suelos (D.S. N°. 002-2013-MINAM).	Metales pesados presentes en suelos agrícolas	arsénico (As)	mg/kg PS
				mercurio (Hg)	mg/kg PS
				cadmio (Cd)	mg/kg PS
				plomo (Pb)	mg/kg PS

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1. Internacional

En el sudoccidente de Libia, exactamente en el campamento de "Al-Shati" Salem et al. (2020), tuvieron como objeto de estudio, evaluar la probable contaminación de suelos agrícolas con Cr, Cu, Cd, Mn, Zn, Ni, Fe y Pb, como consecuencia del uso de fertilizantes de fosfatados y la urea, además, del análisis de algunas propiedades físicas y químicas del suelo que pudieran haber sido afectadas. Adicionalmente a ello, también tomaron muestras de suelos sin cultivos para usarlos como referencia. Los resultados: las concentraciones de los metales pesados en mg/kg fueron: Cr (9.50–38.38), Cu (0.0–2.05), Cd (0.0–0.47), Mn (0.0–29.81), Zn (0.0–13.85), Ni (2.83–25.95) y Fe (104–512.20); mientras que, los valores del pH en µS/cm (6.88-7.32), conductividad eléctrica en µS/cm (0.14–0.26), capacidad de intercambio catiónico en cmol/kg (2.95–4.19) y para la materia orgánica (0.49–0.53%). Los investigadores concluyen que las concentraciones de los metales pesados, estuvieron dentro de los límites establecidos por la WHO/ FAO (Food Additives and Contaminants), además de encontrar correlación entre el Cr, Mn y Zn con los parámetros fisicoquímicos estudiados.

En Marruecos, exactamente al nororiente de la llanura de Tadla, los investigadores Ennaji et al. (2020), delimitaron una zona de estudio con el fin de evaluar los niveles de contenido de Cu, Pb, Zn, Cr y Cd en terrenos de cultivo, realizar un mapeo de los suelos con contenido de metales pesados valiéndose del Sistema de Información Geográfica (ArcGIS) y analizar el impacto de los metales tóxicos en el suelo. De los resultados se tiene que las concentraciones medias en mg/kg de los metales fueron: Zn (162.11), Cu (138.10), Cr (32.72), Pb (31.72,) y Cd (0.92), concentraciones que superan los valores establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Concluyendo que los suelos en estudio, se encontraron altas concentraciones de Cu y Zn que podrían deberse al uso de fertilizantes.

En República Dominicana, concretamente en los municipios de Constanza (1), Jarabacoa (2), Rancho Arriba (3), San José de Ocoa (4), Azua (5), Brahona (6) y San Juan de la Managua (7); donde, Delanoy et al. (2022), desarrolló su estudio con el objeto de establecer una línea base de la concentración de Cr, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Hg y Pb. Para tal efecto, identificaron los puntos de muestreo de suelos; extrajeron muestras y fueron analizadas mediante la técnica de fluorescencia de rayos X. De los resultados se tuvo: la concentración de Cr, de acuerdo con los valores establecidos en la Tablas de Referencia Rápida de Detección (SQuiRT) para el caso de suelos agrícolas, se excedieron en un 50% y 20 % de las muestras en 6 municipios respectivamente (1; 2; 4 y 7) (5 y 6); respecto al Níquel, las concentraciones fueron sobrepasadas en más del 50% y 35 % de las muestras respectivamente en (2; 5; 6 y 7) (1 y 4); en tanto la concentración para el Cobre, fueron excedidas en un 5% de las muestras en (1 y 4); finalmente, el zinc, arsénico y plomo se encontraron en concentraciones por debajo de su Probable Effect Level (Nivel de Efecto Probable).

En Ecuador, expresamente en una zona rural denominada “Parroquia de Ambuquí”, Pozo (2021), realizó su investigación para determinar la existencia de Cd, Ni, Cu, Pb, y Zn en los suelos agrícolas. El estudio fue exploratorio y descriptivo, donde para alcanzar el objetivo trazado, se realizaron muestreos estratificados de suelos, valiéndose del análisis de imágenes satelitales; y para determinar la presencia de estos metales, se realizó la digestión con ácido nítrico y acido perclórico con espectrofotometría de absorción atómica modalidad llama. De los resultados se tiene que la concentración de los metales en mg/kg son: Zn (60), Cu (25), Ni (19), Cd (0.5) y Pb (19), donde las 3 primeras fueron altas, en comparación con suelos no agrícolas; sin embargo, los niveles de contenido de los metales no superan los Límites Máximos Permisibles para suelos agrícolas, conforme a la norma ecuatoriana. Finalmente, el estudio concluye mencionando que estos metales impactan negativamente la existencia microbiana del suelo.

En Colombia, en los municipios de Sibaté (1), Tenjo (2), Mosquera (3), Facatativá (4), Siberia (5) y la localidad de Bosa (6) pertenecientes al departamento de Cundinamarca y la ciudad de Bogotá, Pérez-Mora (2020) realizó su investigación con la finalidad de diagnosticar el contenido de Pb, Cr, Cd y Ni, en

suelos arables irrigados con las aguas del río Bogotá. Con esa finalidad, se realizó el muestreo de suelos y su posterior análisis, cálculo del índice de geoacumulación para evaluar la contaminación que generan los metales tóxicos y se realizaron análisis de varianza para determinar diferencias significativas entre zonas de muestreo. Los resultados mostraron que los suelos se hallaron moderada y extremadamente contaminados, principalmente con el Cr en (1; 2; 3; 4; 5 y 6), mientras que el Pb y Cd en (1).

2.2.2. Nacional

En el distrito de Llalli, provincia Melgar del departamento de Puno, Coila (2024) realizó una investigación en el que se trazó como objetivo, evaluar el nivel de contaminación con plomo, níquel, cadmio, mercurio y arsénico, en aguas destinadas al riego de cultivos y en suelos agrícolas para posteriormente contrastarla con el Estándar de Calidad Ambiental. Para tal fin, se tomaron las muestras de suelo y llevadas a laboratorio para sus análisis con el método de espectrometría de emisión atómica. Los resultados del estudio, evidencia que tanto el agua para riego, como los suelos agrícolas contienen metales pesados; donde, en el agua para riego la concentración más alta es para: arsénico (0.0381 mg/l); mientras en los terrenos de cultivo, la concentración máxima fue: plomo (25.05 mg/kg) y arsénico (29.05 mg/kg).

En otro estudio realizado en un área urbana de Carapongo-Lima, Zapata y Medina (2024), se establecieron como objetivo, determinar los niveles de contaminación por Pb, Cd y Cu en suelo agrícola de Carapongo. El estudio tuvo un enfoque cuantitativo. Se realizaron muestreos de suelo de acuerdo a la norma nacional (D.S. N° 002-2013), y para el análisis se utilizó la técnica “Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente”. De los resultados: la concentración de Pb, Cd y Cu en los suelos agrícolas, excedieron los valores establecidos. Las investigadoras, concluyen, que dado a que los metales en mención superan la norma nacional, tienen un impacto negativo sobre los ciclos biológicos del suelo.

En el departamento de Cajamarca-distrito de Jesús, los investigadores, Díaz et al. (2023) en su estudio, tuvieron como objetivo: conocer el contenido de Pb, Cd, Cr, Cu y Zn, en 3 zonas agrícolas del caserío “La Bendiza” del distrito antes nombrado; y evaluar ciertas propiedades fisicoquímicas del suelo (textura, pH,

conductividad eléctrica, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico). Para tal efecto, los investigadores extrajeron 1 kg de muestra de suelo para su análisis en laboratorio. Los resultados respecto a la concentración de metales pesados en terrenos de cultivo fueron: plomo (4,31 ppm), cadmio (3,84 ppm), cromo (0,34 ppm), cobre (12,57 ppm), y zinc (61,65 ppm); estas concentraciones fueron comparadas con el Estándar de Calidad Ambiental para suelo; el elemento cadmio, superó el límite establecido. Los autores concluyen que, aun cuando los metales que no sobrepasaron los valores fijados en el ECA para suelo representan una amenaza para la salud pública, debido a que estos metales no se degradan y tienen la capacidad de poder bioacumularse.

En el departamento de Amazonas, específicamente en la provincia de Utcubamba, Astonitas (2020), se establecieron como propósito, evaluar la presencia de contaminantes en suelos agrícolas periurbanos de la provincia mencionada. La investigación fue de tipo transversal. Para cumplir con el objetivo planteado, se plantearon 2 etapas, donde en la primera se realizó un muestreo de suelo para su análisis fisicoquímico y en la segunda etapa, se efectuó el muestreo de suelo para el análisis de metales pesados en laboratorio. Los resultados, en relación al contenido de metales pesados y en orden descendente, fueron los siguientes: Al, Ba, Sr, Ti, V, Ce, Pb, Ni, Cr, Li, As, Cd, Sn, Be, Sb y Hg; donde los valores del As, Ba, Hg y Pb al ser comparados con el Estándar de Calidad Ambiental para suelo, se encuentran dentro de los límites que establece la mencionada norma.

En Arequipa, Sarmiento (2020), realizó un estudio en campos de cultivo del anexo de Secocha, con el propósito de identificar y caracterizar la contaminación de suelos con metales pesados. El estudio consistió en definir dos etapas (identificación y caracterización); donde la primera etapa, consistió en definir los puntos de muestreo y determinar la concentración de As, Cd, Cr, Hg, y Pb, mediante un equipo de fluorescencia de rayos X; en la segunda fase, se estimó la extensión superficial de la contaminación, basándose en los puntos de interés encontrados en la primera fase respecto al Hg y Pb. Como aditamento a las 2 fases, se realizó el análisis de ciertas propiedades del suelo, que intervienen en el comportamiento de los metales pesados. Los resultados para la primera fase fueron: en algunos puntos de muestreo, el Cd, Cr y Hg excedían los valores establecidos en el ECA para suelo;

mientras que los resultados en la segunda fase arrojaron: en dos puntos de muestro, la concentración de Hg y Pb son altas. Por último, el autor, en base al análisis de las propiedades del suelo que participan en el comportamiento de los metales pesados, sostiene que los suelos agrícolas de Secocha no presentan las condiciones para que los metales estén biodisponibles para las plantas.

2.2.3. Local

Finalmente, en el ámbito local, en la provincia de Huanta, distrito de "Luricocha", Quispe et al. (2023), realizaron un estudio con el fin de "determinar el nivel de concentración de dos metales pesados (cadmio y plomo) en suelos con cultivo de Palto; el estudio fue de tipo aplicada, nivel descriptiva-correlacional, método cuantitativo y diseño experimental. Para cumplir con el objetivo establecido, de una población a 138.82 hectáreas de suelo, tomaron 10 hectáreas para la toma de muestras mediante el método de espectrometría de absorción atómica, para posteriormente enviarlas al laboratorio. Las concentraciones en mg/ kg que se tuvieron respecto al plomo fueron: el suelo con textura arcillosa presentó 49.23 y el suelo franco arcilloso presentó 45.71; mientras, que respecto al cadmio, las concentraciones fueron: en suelo con textura franco arcillosa 0.331 y en suelo arcilloso 0.330. Concluyendo que, a pesar de que el plomo se encuentra dentro del Estándar de Calidad Ambiental para suelos agrícolas, se encuentra por encima de los valores aceptables para un suelo no contaminado, donde el valor máximo debe encontrarse entre 0.0 y 0.2 mg.

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Tipos de metales pesados

Dentro de los metales pesados existen los elementos esenciales y no esenciales, los esenciales como el cobre (Cu), níquel (Ni), Zinc (Zn), hierro (Fe), molibdeno (Mo) y magnesio (Mg), son fundamentales para el desarrollo de las plantas siempre y cuando no los límites establecidos (Kiran, 2022), y los no esenciales, como el cadmio (Cd), mercurio (Hg), plomo (Pb) y arsénico (As) que no tienen ninguna función biológica e incluso pueden ser nocivos aun en concentraciones pequeñas (Ali & Khan, 2019).

El presente estudio se centra en los metales pesados no esenciales más críticos por el impacto que tienen tanto para el medio ambiente como para la salud del hombre: arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb).

2.2.2. Fuentes de metales pesados en suelos agrícolas.

Desde el punto de vista de Mohammed et al. (2011); Zhang y Wang (2020) y Martí et al. (2011), la disposición de metales pesados en los suelos agrícolas se deriva tanto de fuentes naturales como antrópicas; en el caso de la primera, se da como resultado de la meteorización del lecho rocoso; sin embargo, actividades que realiza el ser humano con el objetivo de satisfacer sus necesidades, incrementan la concentración de metales pesados de manera significativa.

Las fuentes de metales pesados en suelos agrícolas y no agrícolas, varían dependiendo del lugar, aunque, por lo general, estas fuentes provienen de la aplicación de fertilizantes y pesticidas en cultivos, abonos orgánicos, desechos líquidos y sólidos de origen animal y humano, contaminación de aguas para riego con aguas residuales; además, la industria minera, química, textil, y residuos orgánicos como los lodos de depuradora también aumentan la concentración de metales pesados en suelos agrícolas.

Y es sobre la base de los diversos estudios realizados, como la investigación de Loyde et al. (2022), que se conoce que, el arsénico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr,) cobre (Cu), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb) y zinc (Zn), son los elementos que con mayor frecuencia se estudia y hallan en los suelos agrícolas.

2.2.3. Metales pesados en suelos agrícolas

Los metales pesados en suelos agrícolas corresponden a elementos químicos presentes de forma natural o incorporados por actividades antropogénicas, cuya concentración puede variar según las características del suelo y las actividades desarrolladas en el área. Cuando alcanzan niveles elevados, pueden generar efectos adversos sobre el ambiente, los cultivos y la salud humana (Jahandari & Abbasnejad, 2024). Los autores también mencionan que, además de tales repercusiones, los metales pesados pueden migrar a aguas subterráneas o superficiales a través de la lixiviación y erosión. Por lo que se estaría ante una inminente contaminación (Martín, 2000 citado por Prieto et al., 2009)

Sin embargo, tales consecuencias abarcan más allá del suelo y el agua; puesto que, metales pesados con concentraciones tóxicas presentes precisamente en terrenos de cultivo, podrían incorporarse en la cadena trófica, hecho que supone, una exposición a metales pesados para el ser humano y ocasionarle diversas enfermedades (Vasilachi et al., 2023).

2.2.4. Arsénico, mercurio, cadmio y plomo en suelos agrícolas

2.2.4.1. Arsénico (As). Metaloide de la tabla periódica, considerado como tóxico; su presencia en los suelos agrícolas proviene tanto de fuentes naturales como antrópicas. La procedencia frente a este último se debe al uso de pesticidas arsenicales, herbicidas y desecantes de cultivo, fertilizantes, madera tratada con arseniato de cobre cromado, enmiendas del suelo, tinas de baño de ganado, excrementos de gallinas, uso de arsénico como aditivo para la alimentación de ganado, lodos de plantas de tratamiento de agua, combustión de combustibles fósiles (Genchi et al., 2022; Missimer et al., 2018).

2.2.4.2. Mercurio (Hg). Metal de transición de la tabla periódica, sin función biológica, tóxico aun en pequeñas concentraciones. Las fuentes del mercurio se deben tanto a fuentes naturales y antropogénicas; estas últimas por causa de actividades como la combustión de carbón, procesos cloro-alcáli industriales, actividades de minería, fundición de Hg, oro, plata, cobre y zinc, el riego con aguas residuales y el uso de agroquímicos (Li et al., 2020).

2.2.4.3. Cadmio (Cd). Metal de transición de la tabla periódica, tóxico, sin funciones biológicas para las plantas, animales y humanos; su liberación y presencia en suelos agrícolas por actividades del hombre, se debe a su uso en fertilizantes fosfatados, detergentes, combustión de combustibles fósiles, desechos municipales e industriales, minería, fundición y procesamiento de minerales. (Huaraca-Fernández et al., 2020).

2.2.4.4. Plomo (Pb). Metal de la tabla periódica, tóxico, sin ninguna función biológica, con la capacidad de acumularse en los organismos vivos, provoca una disminución de la actividad microbiológica de aquellas bacterias encargadas de fijar el nitrógeno en el suelo; afecta el desarrollo de los cultivos. La presencia de plomo en suelos agrícolas se debe a actividades antropogénicas relacionadas con la

minería, deposición atmosférica, uso de fertilizantes (Rosales, 2020; Loyde et al., 2022)

2.2.5. Propiedades del suelo y metales pesados en suelos agrícolas.

El riesgo asociado a los metales pesados no depende únicamente de su concentración, sino también de su biodisponibilidad en relación a la absorción por las plantas, la cual está condicionada por propiedades del suelo como la textura, el contenido de materia orgánica, el potencial redox, la capacidad de intercambio catiónico, los carbonatos y el pH (Rueda et al., 2011). Sin embargo, algunos estudios encontrados en la literatura, coinciden en que es el pH del suelo, el que principalmente influye en la biodisponibilidad de los metales pesados en relación a la absorción por las plantas (Lago, 2018).

El pH, como se mencionó en el párrafo anterior, es una de las principales propiedades del suelo, que influye en la biodisponibilidad de los metales pesados con relación a la absorción por parte de las plantas, para lo susodicho, conviene citar a autores como: Micó (2005) citado por Rueda et al. (2011), quienes mencionan que las variaciones del pH en el suelo, inciden directamente en el comportamiento de los metales pesados presentes en el suelo, al hacer que estos, puedan liberarse y estar biodisponibles en la solución del suelo para ser absorbidos por las plantas por medio de las raíces o puedan migrar hacia las aguas subterráneas; por otro lado, Rosales (2020) manifiesta que en el caso de la mayoría de los metales pesados, ante una disminución del pH del suelo, aumenta la biodisponibilidad de estos para las plantas.

2.3 Definición de términos

2.3.1. Suelo

Cuerpo natural y dinámico, producto de la acción del clima a lo largo de los años, se caracteriza por presentar una sucesión de capas situadas a distinta profundidad y diferente composición, denominadas también como “horizontes” (O, A, B, C y la roca madre) (Sarmiento, 2020); que funcionan como asiento natural para la producción de alimentos y materias primas, de los cuales depende la sociedad mundial (Burbano-Orjuela, 2016).

2.3.2. Suelo agrícola

Estos suelos se caracterizan por su fertilidad, basado en sus características físicas, químicas y biológicas. (Ferrera y Alarcón, 2001).

2.3.3. Suelo contaminado

Suelo cuyas características químicas, han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias contaminantes depositadas por la actividad humana (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2014)

2.3.4. Metales pesados

Término utilizado para los metales y metaloides de la tabla periódica, definidos de acuerdo a distintas propiedades (número atómico superior a 20, masa atómica superior a 23, densidad por encima de 5 g/cm^3 y toxicidad al exceder determinados niveles de concentración) (Suvarapu y Baek, 2016; Hosam y Saleh, 2018; Appenroth, 2010).

2.3.5. Concentración de metales pesados en suelo agrícola

Expresión que se refiere a la cantidad y/o dosis en que se encuentra determinado elemento (metal pesado) en el suelo; para determinarla, es necesario recurrir a los muestreos de la capa superficial del suelo para posteriormente enviarlas al laboratorio para su análisis (Tóth et al., 2016, citado por Yang et al., 2023).

2.3.6. Biodisponibilidad

Grado en que las sustancias químicas presentes en el suelo pueden ser absorbidas por receptores humanos o ecológicos, o estar disponibles para interactuar con sistemas biológicos. (Harmsen et al., 2005).

2.3.7. Bioacumulación:

Aumento en la concentración de un producto químico en un organismo vivo, en un determinado tiempo, comparada a la concentración de dicho producto químico en el ambiente (Angelova et al., 2004, citado por Prieto et al., 2009).

2.3.8. Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para suelo

Instrumento de gestión ambiental, que establece los niveles de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el suelo.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo, nivel, diseño y enfoque de la investigación

3.1.1. Tipo y nivel de investigación

Basándose en lo definido por Arias (2021) la presente investigación, según su finalidad es de tipo básica, puesto que, en función a los objetivos planteados no se está no se está resolviendo el problema de manera inmediata, no obstante proporcionará información que servirán como base teórica para futuras investigaciones y/o toma de decisiones por parte de las autoridades pertinentes.

Mientras que, considerando a Hernández et al. (2014), la investigación en cuanto a su nivel y/o alcance es descriptiva, puesto que el desarrollo del actual estudio pretende recoger información.

3.1.2. Diseño y enfoque

En lo que concierne al diseño de investigación y apoyándose en lo expuesto por Arias (2021), indica que un estudio es no experimental, porque no se manipulan las variables; en cambio, se determinan en su escenario natural y sin ninguna alteración. Dado que la investigación describió la concentración de metales pesados en suelos agrícolas del área de estudio, está claro que el diseño de investigación es de carácter no experimental. De igual manera, es de corte longitudinal, ya que la recolección de muestras se realizó en tres campañas de muestreo en los meses de mayo, junio y julio de 2025.

Finalmente, el enfoque es cuantitativo, dado que los datos finales se expresan en la concentración de los metales en mg/kg de peso seco y fueron sometidos a análisis estadístico y comparados con las Normas de Calidad Ambiental para Suelos, reguladas por el Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM.

3.2 Ámbito temporal y espacial

3.2.1. Ámbito temporal

El periodo de tiempo para la presente investigación comprende una duración de 8 meses calendario, mismos que se especifican en el cronograma establecido.

3.2.2. Ámbito espacial

3.2.2.1. Ubicación política

Región : Ayacucho

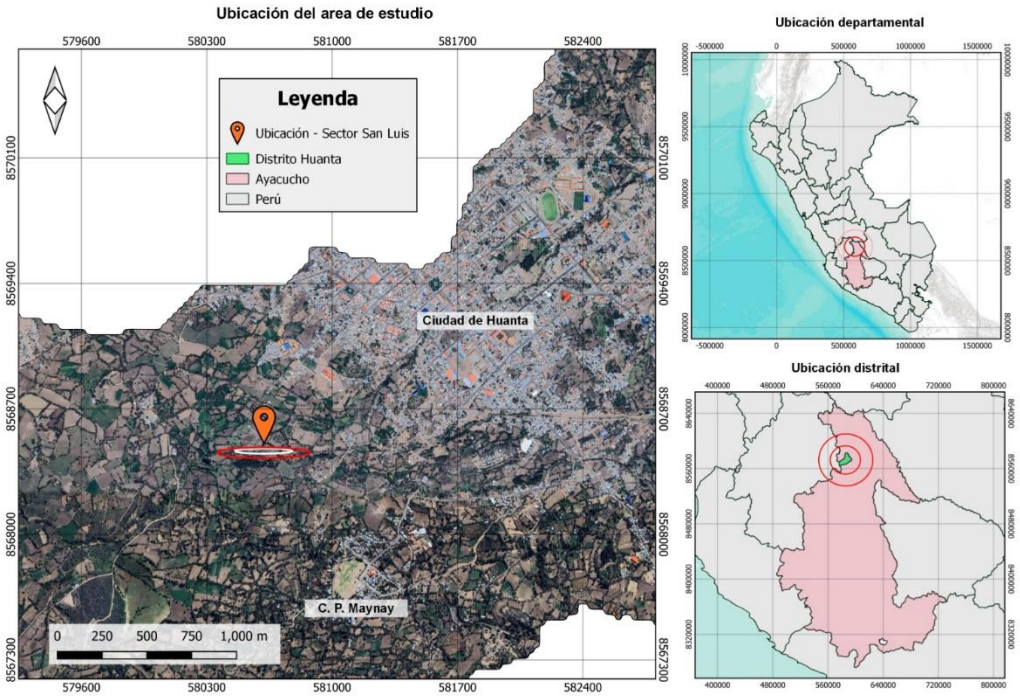
Provincia : Huanta

Distrito : Huanta

Sector : San Luis

Figura 1

Mapa de ubicación y localización del área de estudio



3.2.2.2. Ubicación geográfica

El sector San Luis se localiza en el distrito de Huanta, región Ayacucho, a una altitud aproximada de 2505 m.s.n.m. Sus coordenadas geográficas

corresponden a 12°56'42.3" de latitud sur (-12.94509566) y 74°15'49.4" de longitud oeste (-74.26370902). La zona abarca una superficie total de 107.98 ha, de la cual cerca del 75.7895 ha está destinada a usos agrícolas.

3.2.2.3. Límites

El sector San Luis tiene los siguientes límites:

Norte : Sector de Ichpico

Sur : Sector Occochaca

Este : Sector Piscotuna/sector Esmeralda

Oeste : Sector Quinrapa

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población se refiere al universo, conjunto de elementos y/o unidades de investigación, puede estar conformada por personas, edificios, naciones, animales, objetos físicos, entre otros, que poseen características en común y están sujetas a estudio, esta población puede ser finita o infinita y está delimitada por el investigador (Esteban, 2000a). Considerando lo antedicho, para la presente investigación se definió tomar como población, los suelos agrícolas ubicados dentro del polígono específico de evaluación del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho, con un área de 4.43 ha.

Figura 2

Área de estudio (población)



Tabla 2

Coordenadas geográficas de los vértices del área de estudio (población)

VÉRTICE	COORDENADAS	
	ESTE	**OESTE**
V1	580433	8568834
V2	580377	580377
V3	580329	8568750
V4	580379	8568673
V5	580458	8568686
V6	580543	8568631
V7	580620	8568612
V8	580641	8568638

V9	580726	8568600
V10	580764	8568660
V11	580646	8568717
V12	8568717	8568681
V13	580555	8568725
V14	580577	8568751

3.3.2. Muestra

Arias (2021c) menciona que, en una investigación, la muestra es una parte representativa de la población/universo sujeta a estudio, representatividad que se logra conseguir con diversos procedimientos de muestreo (probabilístico y no probabilístico), en su defecto, cuando la población tiene un número pequeño de elementos, no se requerirá de dicho procedimiento. Tomando en consideración lo mencionado, la muestra fue de tipo censal; se consideró la totalidad de la población como muestra, la cual estuvo constituida por las 4.43 ha. de suelo agrícola accesible dentro del sector San Luis.

3.4. Instrumentos de recolección de datos

De acuerdo con Hernández et al. (2014), los instrumentos de recolección de datos, son un medio físico, utilizados pata obtener información relevante que permite generar datos primarios. Para el desarrollo de la presente investigación, se utilizaron los siguientes instrumentos:

a) **Mapa de localización de puntos de muestreo (Anexo B).** Este instrumento, permitió identificar la distribución espacial y el recorrido de los puntos de muestreo en campo. Su utilización, permitió la optimización durante la localización de los sitios y aminorar desperdicio de tiempo o errores de ubicación.

b) **Ficha de muestreo de suelos.** Instrumento de recolección de datos en campo, con el objetivo de registrar datos relevantes de cada subpunto de muestreo, incluyendo: condiciones del terreno (tipo de cultivo) fecha y hora de

extracción de muestras simples y formación de muestras compuestas y observaciones.

c) **Cadena de custodia.** Instrumento proporcionado por el Laboratorio de Oligoelementos de la Universidad Nacional Autónoma de Huanta, destinado a registrar y a asegurar el seguimiento de las muestras, desde su recolección hasta su entrega en el laboratorio para su posterior análisis. Cabe señalar, que la información registrada en la ficha de muestreo de suelos fue posteriormente transferida a la cadena de custodia.

3.5 Procedimiento

Para la ejecución de la presente investigación, se realizó el muestreo de suelos, lo cual se realizó cumpliendo con los criterios establecidos en la Guía para Muestreo de Suelos, en el marco del D. S. N°. 002-2013-MINAM, considerando, además, las condiciones y recursos disponibles en términos económicos y humanos y tomando en cuenta el cronograma de trabajo.

Desde el punto de vista de Volke et al. (2005) y en relación al tema investigativo, y dado que el propósito del muestreo de suelo es determinar la presencia y concentración de contaminantes específicos, con la finalidad de recoger información preliminar en un determinado sitio. El mismo que se realizó para cumplir con el objetivo del estudio.

En ese sentido, el muestreo de suelos se orientó a dar cumplimiento a los objetivos de la investigación; asimismo, con el fin de garantizar la precisión metodológica, el procedimiento no solo se respaldó en la Guía para Muestreo de Suelos, sino también en aportes de la literatura, particularmente en lo expuesto por (Mendoza y Espinoza, 2017; Salgado-García et al., 2006; Buduba, 2004).

Con base en lo expuesto, a continuación, se describe el procedimiento.

3.5.1. Tipo de muestreo

Se empleó el muestreo de identificación, cuyo propósito es evidenciar la existencia de contaminación de suelo mediante la obtención de muestras representativas, a fin de establecer si los valores superaron o no el Estándar de Calidad Ambiental para Suelo (MINAM, 2014).

3.5.2. Técnica de muestreo

Se empleó la técnica de muestreo para muestras superficiales, recomendada en particular si existen riesgos a la salud humana. Esta técnica es asequible, de bajo costo; se considera una profundidad de entre 0-30 cm (MINAM, 2014). Para el presente estudio se estableció una profundidad de 25 cm, conformando muestras compuestas a partir de muestras simples; estas últimas se sometieron a un proceso de homogeneización y partición (cuarteo) hasta obtener la cantidad requerida de 1kg.

Figura 3

Partición de muestras compuestas.



Fuente: Ministerio del Ambiente (2014)

3.5.3. Frecuencia de muestreo

El muestreo de suelos se realizó en 3 ocasiones, durante los meses de mayo, junio y julio de 2025 (una vez por mes). Cabe precisar que se realizaron 3 repeticiones con el objetivo de una mayor confiabilidad de los resultados y reducir el error.

3.5.4. Número y distribución de puntos de muestreo

Se definieron 4 puntos de muestreo (MC-1, MC-2, MC-3 y MC-4); estas representan muestras compuestas, cada una conformada por 10 muestras simples (sub puntos de muestreo). De acuerdo con Buduba (2004), por cada hectárea de suelo se recomienda recolectar como mínimo 10 muestras simples para formar una compuesta; en ese sentido, considerando que el área de estudio está constituida por 4.43 ha, se consideró tomar 40 muestras simples.

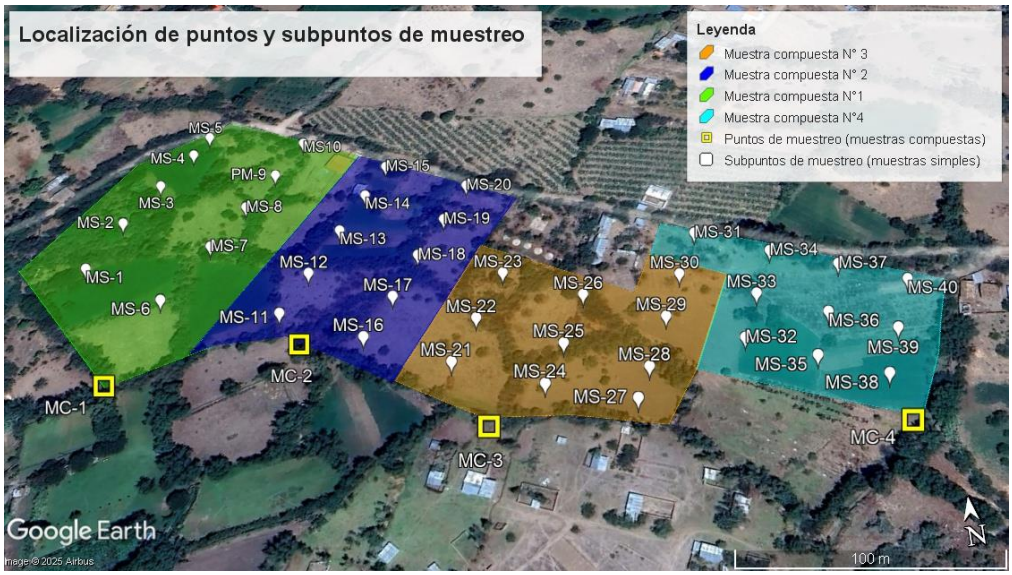
La ubicación de los puntos y subpuntos de muestreo se realizó en gabinete mediante el uso del Sistema de Información Geográfica (Google Earth Pro). Para

ello, y con base en la Guía para Muestreo de Suelos, se trazó una rejilla regular sobre el área de estudio, procurando mantener dimensiones similares entre las celdas generadas, pese a la forma irregular del terreno, se marcó un punto en el centro de cada celda, obteniendo finalmente un total de 40 subpuntos de muestreo (muestras simples), con un distanciamiento aproximado de entre 24 a 27 m en sentido este-oeste y de 40 a 50 m en sentido norte-sur.

Complementariamente, en la figura 4 se ilustra la distribución de los puntos y subpuntos de muestreo (muestras simples y compuestas), ello permite apreciar la representatividad del muestreo en el área de estudio. Asimismo, en la tabla 3 se presenta la codificación de las coordenadas UTM correspondiente a cada subpunto de muestreo.

Figura 4

Mapa de localización de puntos y subpuntos de muestreo



Fuente: (Google Earth Pro 2025)

Tabla 3

Codificación de coordenadas UTM, para subpuntos de muestreo.

PUNTOS DE MUESTREO	SUB-PUNTOS DE MUESTREO	COORDENADAS

(muestras compuestas)	(muestras simples)	ESTE	NORTE
MC-1	MS-1	580363	8568738
	MS-2	580378	8568765
	MS-3	580395	8568788
	MS-4	580411	8568808
	MS-5	580419	8568820
	MS-6	580401	8568712
	MS-7	580423	8568741
	MS-8	580440	8568764
	MS-9	580455	8568784
	MS-10	580470	8568805
MC-2	MS-11	580457	8568694
	MS-12	580471	8568715
	MS-13	580487	8568739
	MS-14	580501	8568760
	MS-15	580513	8568778
	MS-16	580495	8568674
	MS-17	580510	8568694
	MS-18	580524	8568716
	MS-19	580539	8568736
	MS-20	580553	8568756
MC-3	MS-21	580533	8568654
	MS-22	580547	8568675
	MS-23	580563	8568698
	MS-24	580572	8568636
	MS-25	580584	8568655
	MS-26	580598	8568679
	MS-27	580610	8568622
	MS-28	580619	8568637
	MS-29	580633	8568661
	MS-30	580645	8568682

MC-4	MS-31	580658	8568703
	MS-32	580665	8568644
	MS-33	580677	8568665
	MS-34	580690	8568686
	MS-35	580693	8568629
	MS-36	580706	8568650
	MS-37	580719	8568673
	MS-38	580719	8568614
	MS-39	580733	8568636
	MS-40	580747	8568659

3.5.5 Toma de muestras

De acuerdo con la Guía para Muestras de Suelo y la revisión bibliográfica, la recolección de muestras de suelos en campo se realizó de la siguiente manera:

a) Localización de subpuntos de muestreo con ayuda de Instrumentos de Posición Satelital (GPS), cintas métricas y estacas.

Figura 5

Localización de subpuntos de muestreo



b) Retiro de cobertura vegetal y piedras presentes en la superficie.

Figura 6

Retiro de cobertura vegetal



c) **Delimitación de la profundidad establecida** de 25 cm. mediante señal en la pala recta y realizando un corte del suelo en forma de "V".

d) **Obtención del corte de suelo,** se tomó un aproximado de 3 cm de espesor de suelo, descartando los bordes con ayuda de una espátula, posteriormente fue depositado en un balde, desmenuzando terrones, retirando raíces, piedras y restos. Del corte obtenido se extrajo 500 g de suelo, cantidad suficiente que permitió la formación de muestra compuesta.

Figura 7

Obtención de corte de suelo para obtención de muestra



e) **Transferencia del material recolectado** en el balde sobre un plástico tendido en el suelo, retirando manualmente restos sobrantes en la obtención de corte de suelo, se procedió con la homogeneización de las muestras simples y cuarteo hasta la obtención de una fracción representativa.

Figura 8

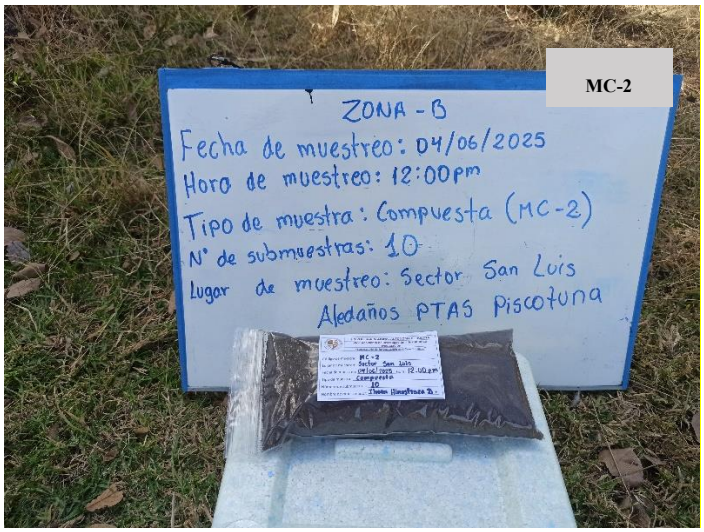
Cuarteo de muestras recolectadas



f) **Formación de muestra compuesta,** con un peso de 1000 g, misma que fue depositada en bolsas herméticas y debidamente rotuladas.

Figura 9

Muestra final (compuesta)



g) Finalmente, las muestras fueron trasladadas en una caja de Tecnopor bajo las condiciones necesarias para su conservación, hasta su llegada al Laboratorio de Oligoelementos de la Universidad Nacional Autónoma de Huanta, acompañadas de las fichas de muestreo. Una vez recibidas las muestras, los datos registrados en las fichas, fueron inmediatamente incorporados en la cadena de custodia.

3.5.6. Materiales y equipo para el muestreo de suelos:

Pala recta, pico, barreta, espátula, plástico, caja de Tecnopor, balde plástico, bolsas de polietileno herméticas de 20x10 cm, etiquetas, lapiceros, marcador indeleble, cinta métrica, en tanto el equipo requerido (mandil de laboratorio, guantes quirúrgicos) (MINAM, 2014).

3.5.7. Fase de laboratorio.

3.5.7.1. Pretratamiento de muestras

Las muestras antes de su respectivo análisis, fueron sometidas a un proceso de pretratamiento que consistió en:

a) Se tomó una porción representativa de las muestras de suelo recolectadas en campo, fueron dispuestas en unas placas Petri y llevadas a una estufa de secado durante 24 horas a una temperatura de 30°C.

Figura 10

Secado de muestras de suelo



b) Una vez secada las muestras se procedió con la molienda de éstas, valiéndose de un mortero de porcelana y pasadas por un tamiz de 2 mm, con el fin de obtener una muestra homogénea libre de piedras, raíces u otros restos, acto seguido fueron depositadas en sobres individuales debidamente rotuladas.

Figura 11

Molienda y tamizado de muestras de suelo



Es importante mencionar, que la tesista, participó directamente en la etapa de pretratamiento y colaboró en la fase de tratamiento hasta el aforado y filtrado de las muestras listas en viales para su análisis, excepto en la etapa de digestión ácida con reactivos concentrados como ácido nítrico (HNO_3) y ácido clorhídrico (HCl) por implicar riesgos de seguridad, y fueron ejecutados exclusivamente por los responsables de laboratorio, cumpliendo de esta forma con los protocolos de bioseguridad y la correcta aplicación de los métodos recomendados en el ECA para suelo.

3.7.5.2. Método de análisis

La normativa nacional "Estándar de Calidad Ambiental para Suelo", aprobado por D.S. N°011-2017-MINAM, establece que los métodos de ensayo recomendado para los procedimientos analíticos que deben aplicarse en laboratorio y determinar la concentración de los parámetros de interés, arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb), corresponden a los protocolos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA): EPA 3050 o 3051 para arsénico, cadmio y plomo, y EPA 7471, 6020 o 200.8 para mercurio.

En el presente estudio, el laboratorio aplicó las versiones actualizadas de los mencionados protocolos: el método EPA 3051A Rev.01:2007, en combinación con

el método EPA 6020B Rev. 04:2014; donde el primero, el método para la digestión ácida asistida por microondas, se usa con la finalidad de descomponer la matriz del suelo y solubilizar los metales de interés; en tanto la segunda, es la actualización del EPA 6020, que requiere de la espectrofotometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) para cuantificar las concentraciones de los metales mencionados.

El tratamiento previo de las muestras para la digestión y posterior lectura en el ICP-MS, consistió en:

a) Se requirió tomar aproximadamente 0.25 g de la muestra tamizada en el pretratamiento e incorporadas en vasos de digestión.

Figura 12

Pesaje de muestras

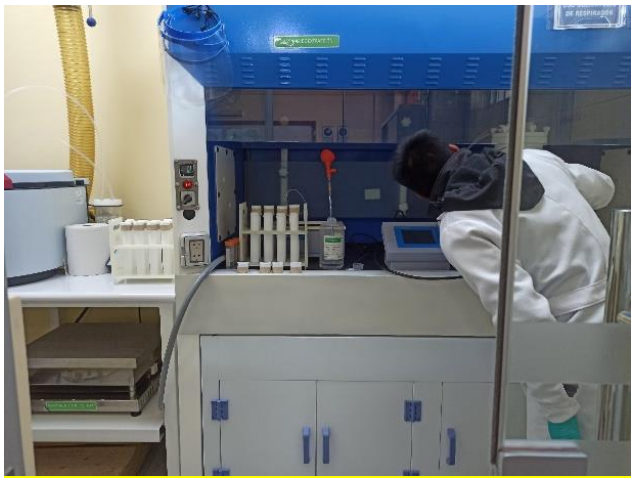


b) Una vez que las muestras fueron depositadas en los vasos de digestión, se procedió a adicionar 9.0 ml de ácido nítrico (HNO_3) y 1.0 ml. de ácido clorhídrico (HCl). En esta etapa el tratamiento de realizó dentro de la campana extractora.

a) Posteriormente, se adicionaron 9.0 ml de ácido nítrico (HNO_3) concentrado y 1.0 ml. de ácido clorhídrico (HCl**)**.

Figura 13

Tratamiento de muestras en campana extractora



b) Los vasos de digestión se colocaron en el sistema de microondas, aplicando el programa de calentamiento recomendado por el método.

Figura 14

Puesta de muestras en microondas



c) Al término del ciclo de calentamiento, se dejó que la muestra enfríe de manera natural hasta alcanzar una temperatura ambiente.

d) Una vez enfriados, los vasos de digestión se abrieron dentro de la campana extractora, utilizando el adecuado equipo de protección personal (guantes, mandil, protector facial), esto porque al momento de la apertura se liberan gases ácidos.

e) Los digestados fueron aforados, filtrados y dispuestos en viales para su análisis instrumental con el ICP-MS.

Figura 15

Aforado de los digestados



f) Finalmente, empleando la espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) que permitió la cuantificación de las concentraciones de arsénico (As), cadmio (Cd), plomo (Pb) y mercurio (Hg).

Con la finalidad de resumir los métodos de digestión y determinación instrumental empleados para la cuantificación de las concentraciones de los metales estudiados en las muestras de suelo, se presenta la siguiente tabla.

Tabla 4

Métodos de digestión y determinación instrumental aplicados para el análisis de metales pesados en suelos

METAL DE INTERÉS	MÉTODO DE DIGESTIÓN (tratamiento de muestra)	MÉTODO DE DETERMINACIÓN INSTRUMENTAL	NORMA DE REFERENCIA (Validación de análisis)
Arsénico (As)	EPA 3051A Rev. 01:2007 (digestión ácida asistida por microondas)	ICP-MS	EPA 6020B Rev. 04:2014
Cadmio (Cd)	EPA 3051A Rev. 01:2007	ICP-MS	EPA 6020B Rev. 04:2014

Plomo (Pb)	EPA 3051A Rev. 01:2007	ICP-MS	EPA 6020B Rev. 04:2014
Mercurio (Hg)	EPA 3051A Rev. 01:2007	ICP-MS	EPA 6020B Rev. 04:2014

3.7.5.2. Instrumentos y equipos analíticos utilizados en laboratorio

a) Instrumentos de laboratorio**:** placas de Petri, espátula, balanza analítica, mortero y tamiz de 2 mm, micropipeta, vasos de digestión de 250 ml., matraces aforados de 100 ml.

b) Equipos de laboratorio: estufa de secado, campana extractora, microondas, espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS), vasos de digestión

3.6. Análisis de datos

Los datos obtenidos de las concentraciones de arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb) fueron organizados y procesados mediante estadística descriptiva. Para cada metal pesado se calcularon medidas de tendencia central y de dispersión, tales como la media aritmética, desviación estándar, valores mínimos y máximos, con la finalidad de describir el comportamiento de las concentraciones registradas en las muestras de suelo agrícola.

Asimismo, los resultados fueron presentados mediante tablas y gráficos estadísticos para facilitar la interpretación de la variación espacial y temporal de las concentraciones de los metales pesados evaluados durante las campañas de muestreo realizadas en el área de estudio.

Posteriormente, las concentraciones obtenidas para cada metal pesado fueron comparadas con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo de uso agrícola establecidos en el Decreto Supremo N.° 011-2017-MINAM, con el propósito de determinar si los valores registrados se encontraban dentro de los límites permitidos por la normativa ambiental vigente. Esta comparación permitió evaluar el cumplimiento de los estándares regulatorios aplicables a los suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1 Concentración de arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb) en suelos agrícolas del sector San Luis.

Tabla 5

Valores de la concentración de As, Pb, Cd y Hg en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho-2025.

Códigos de muestras compuesta	Mes de muestreo	Arsénico	Plomo	Cadmio	Mercurio
MC-1	Mayo	19.3352	13.7387	< 0.3	< 0.3
MC-1	Junio	17.8538	13.1863	< 0.3	< 0.3
MC-1	Julio	19.1020	12.6848	< 0.3	< 0.3
MC-2	Mayo	19.6677	13.0028	< 0.3	< 0.3
MC-2	Junio	20.4723	11.7057	< 0.3	< 0.3
MC-2	Julio	19.1263	11.8596	< 0.3	< 0.3
MC-3	Mayo	19.3466	16.8006	< 0.3	< 0.3
MC-3	Junio	20.3484	17.0892	< 0.3	< 0.3
MC-3	Julio	19.8250	17.3494	< 0.3	< 0.3
MC-4	Mayo	21.1697	13.5037	< 0.3	< 0.3
MC-4	Junio	21.5420	12.8948	< 0.3	< 0.3
MC-4	Julio	20.5846	13.4965	< 0.3	< 0.3

Nota: Los valores están expresados en mg/kg de peso seco. "<0.3" indica concentración inferior al límite de cuantificación.

Cabe destacar que los informes de laboratorio arrojaron las concentraciones de arsénico, cadmio, mercurio y plomo; donde, los valores de las concentraciones tanto del cadmio como del mercurio se reportaron por debajo del límite de detección (<0.3 mg/kg). Dado que estos valores no son cuantificables, no fue posible realizar el análisis estadístico descriptivo para estos metales. Por tanto, los estadísticos fueron calculados únicamente para arsénico y plomo.

Tabla 6

Medidas estadísticas descriptivas de las concentraciones de arsénico (As) y plomo (Pb) en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta-2025.

Medidas estadísticas	Arsénico	Plomo
Media	19.864	13.943
Mediana	19.746	13.341
Desviación estándar	1.018	1.991
Mínimo	17.854	11.706
Máximo	21.542	17.349
Cuenta	12	12

El As presentó una concentración media de 19.864 mg/Kg, mientras que el Pb, una media de 13.943. La desviación estándar de 1.018 mg/kg para As y 1.991 mg/kg para Pb. De igual forma de el As y Pb presentaron una concentración máxima de 21.542 mg/Kg y 17.349 mg/kg respectivamente.

Tabla 7

*Medidas estadísticas descriptivas de las concentraciones de arsénico (As) en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta-2025***.**

Muestra	Arsénico						
	Mínimo	Máximo	Media	Varianza	Desviación estándar	Error estándar	CV
MC-1	17.854	19.335	18.764	0.634	0.797	0.460	4%
MC-2	19.126	20.472	19.755	0.459	0.677	0.391	3%
MC-3	19.347	20.348	19.840	0.251	0.501	0.289	3%
MC-4	20.585	21.542	21.099	0.233	0.483	0.279	2%

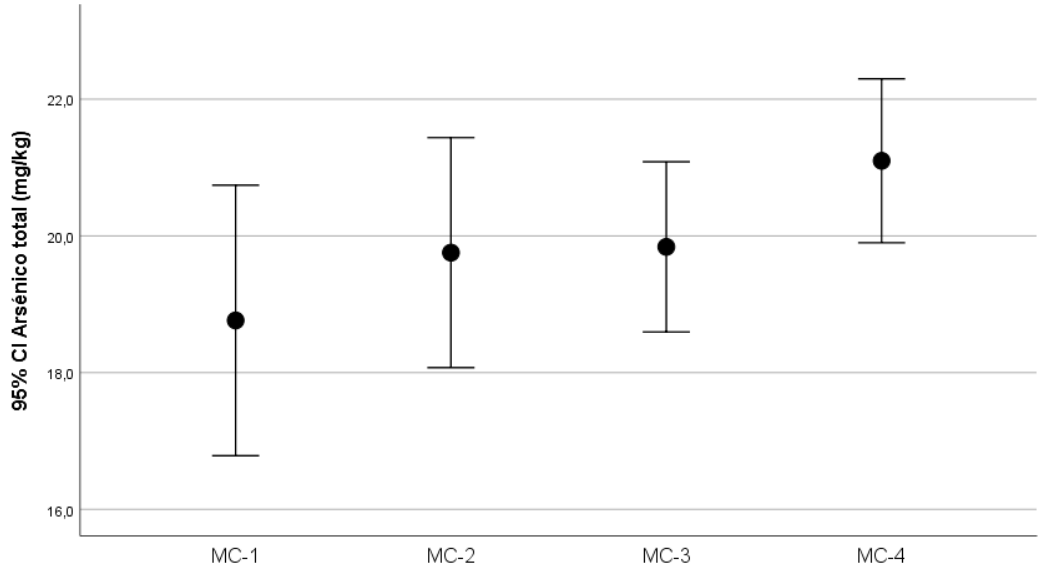
Nota: Los valores están expresados en mg/kg de peso (PS).

- La muestra compuesta MC-1 presenta una concentración media de 18.764, con valores mínimos y máximos de 17.854 y 19.335 respectivamente, y una variabilidad de CV = 4%; dicha variación es mayor respecto a las demás muestras.
- La muestra compuesta MC-2 presenta una concentración media de 19.755, con los valores mínimos y máximos de 19.126 y 20.472 respectivamente, y una variabilidad de CV = 3%.

- La muestra compuesta MC-3 presenta una concentración media de 19.840, con valores mínimos y máximos de 19.347 y 20.348 respectivamente, y una variabilidad de CV = 3%, dicha variación es menor respecto a las demás muestras.
- La muestra compuesta MC-4 presenta una concentración media de 21.099, con valores mínimos y máximos de 20.585 y 21.542 respectivamente, y una variabilidad de CV = 2%, dicha variación es menor respecto a las demás muestras.

Figura 16

Medias con intervalos de confianza al 95% por punto de muestreo para arsénico

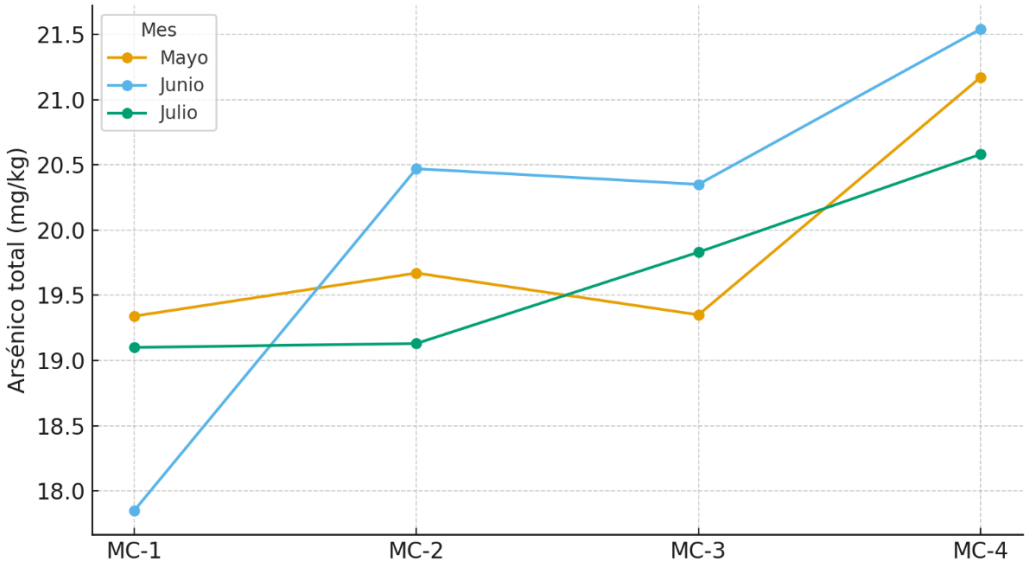


El análisis de la concentración media total de arsénico, indicada por intervalos de confianza del 95 %, en los meses de mayo, junio y julio del 2025, revela una tendencia al alza desde la muestra MC-1 hasta la muestra MC-4, siendo la MC-4 la que presenta los valores más altos y la MC-1 los más bajos. Esto sugiere la presencia de una variación ambiental que influye en su distribución. El intervalo de confianza más amplio en MC-1 muestra que hay más variabilidad interna, mientras que la dispersión más estrecha en MC-4 muestra que el elemento está distribuido de manera más uniforme. Esto podría deberse a una fuente estable o a una condición de enriquecimiento. El solapamiento parcial de los intervalos entre MC-2 y MC-3 muestra que no hay diferencias estadísticas claras entre estas muestras. Por el contrario, la clara separación entre MC-1 y MC-4 muestra que hay

una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95 %. Estas diferencias podrían estar relacionadas con condiciones particulares del área de estudio; sin embargo, el presente estudio no determinó las fuentes.

Figura 17

Concentraciones de arsénico total en las muestras compuestas (MC-1, MC-2, MC-3 y MC-4) durante los meses de mayo, junio y julio



La figura evidencia que MC-1 en el mes de mayo, y julio las concentraciones no variaron, mientras que en el mes de junio se presentó un valor mínimo. Para la muestra MC-2, la concentración aumentó en el mes de junio, presentando un valor de. Mientras que MC-3 muestra valores superiores en los meses de junio y julio. Finalmente, MC-4 presenta los valores mas elevados. Alcanzando el valor máximo en junio.

Tabla 8

Medidas estadísticas descriptivas de las concentraciones de plomo (Pb) en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta-2025.

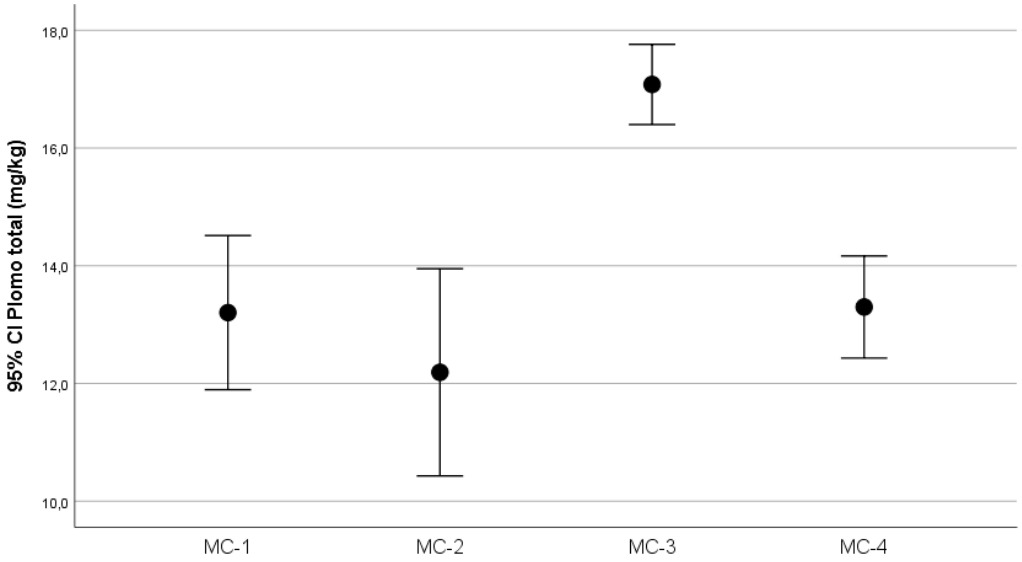
Muestra	Plomo						
	Mínimo	Máximo	Media	Varianza	Desviación estándar	Error estándar	CV

MC-1	12.685	13.739	13.203	0.278	0.527	0.304	4%
MC-2	11.706	13.003	12.189	0.502	0.709	0.409	6%
MC-3	16.801	17.349	17.080	0.075	0.275	0.158	2%
MC-4	12.895	13.504	13.298	0.122	0.349	0.202	3%

- La muestra MC-1 presenta una concentración media de 13.203 de plomo, con valores mínimos y máximos de 12.685 y 13.739 respectivamente, y una variabilidad de CV = 4%.
- La muestra MC-2 presenta una concentración media de 12.189 de plomo, con valores mínimos y máximos de 11.706 y 13.003 respectivamente, y una variabilidad de CV = 6%.
- La muestra MC-3 presenta una concentración media de 17.080 de plomo, con valores mínimos y máximos de 16.801 y 17.349 respectivamente, y una variabilidad de CV = 2%.
- La muestra MC-4 presenta una concentración media de 13.298 de plomo, con valores mínimos y máximos de 12.895 y 13.504 respectivamente y una variabilidad de CV = 3%.

Figura 18

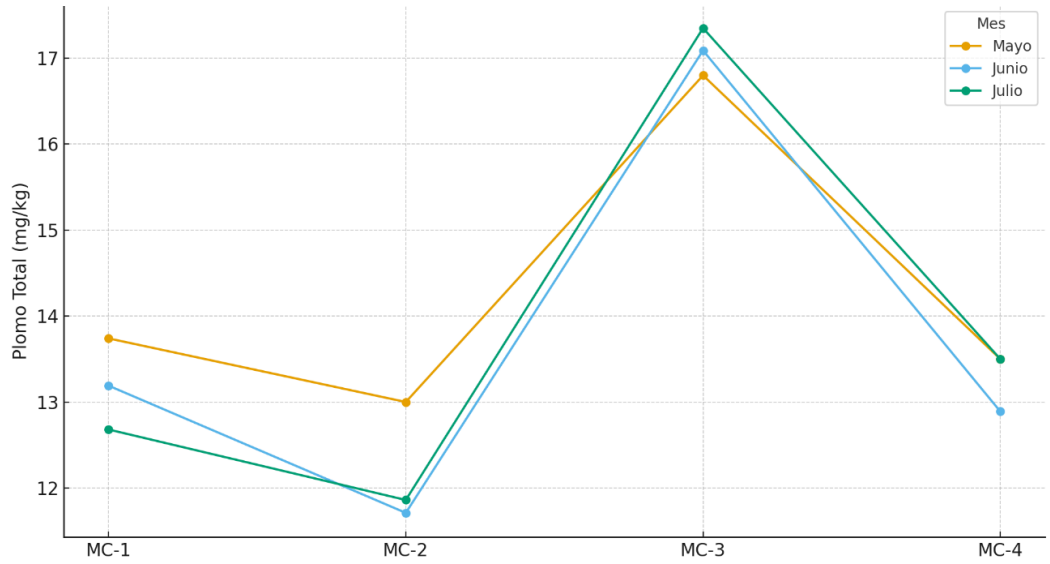
Medias con intervalos de confianza al 95% para plomo



La figura muestra cómo cambia la concentración media de plomo total en las muestras MC-1, MC-2, MC-3 y MC-4, junto con sus intervalos de confianza del 95%. La muestra MC-3 tiene el valor medio más alto, que es claramente diferente de los demás. Esto sugiere que hay un punto o área con más plomo. La muestra MC-2 tiene la concentración más baja y el intervalo de confianza más amplio, lo que significa que el elemento es más variable dentro de sí mismo. Las MC-1 y MC-4 tienen valores intermedios y rangos de variación similares, lo que significa que las condiciones de presencia del metal entre ambas son relativamente estables. La superposición limitada entre el intervalo de MC-3 y los otros grupos indica una diferencia estadísticamente relevante, mientras que la superposición parcial entre MC-1, MC-2 y MC-4 sugiere que no hay diferencias significativas claras entre estas muestras, lo que en conjunto refleja una distribución heterogénea del plomo en el área de estudio, posiblemente relacionada con diferencias locales en las características del suelo, las fuentes de emisión o los procesos geoquímicos.

Figura 19

Variación temporal de las concentraciones de plomo total en las muestras compuestas (MC-1, MC-2, MC-3 y MC-4) durante los meses de mayo, junio y julio.



La figura muestra una clara variación espacial y temporal en la concentración de plomo total entre los puntos de muestreo y los meses evaluados, evidenciándose que el punto MC-3 concentra sistemáticamente los valores más

altos en mayo, junio y julio, con una tendencia creciente hasta alcanzar su máximo en julio, lo que sugiere una posible acumulación progresiva del metal o la influencia de una fuente local de contaminación; en contraste, MC-2 presenta los valores más bajos durante todo el periodo, reflejando una menor carga contaminante o condiciones edáficas más favorables para la movilidad o disipación del plomo, mientras que MC-1 y MC-4 muestran concentraciones intermedias con ligeras fluctuaciones estacionales; adicionalmente, se observa que en MC-1 y MC-2 las concentraciones tienden a disminuir de mayo a julio, lo cual podría estar asociado a procesos de lixiviación o redistribución del metal en el suelo, en tanto que el incremento observado en MC-3 y la relativa estabilidad en MC-4 refuerzan la hipótesis de una dinámica heterogénea del plomo en el área de estudio, identificando a MC-3 como un punto crítico que requiere atención prioritaria en el monitoreo ambiental.

4.1.2. Contrastación de los valores de las concentraciones de arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb) con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para suelo (D.S. N° 011-2017-MINAM)

Tabla 9

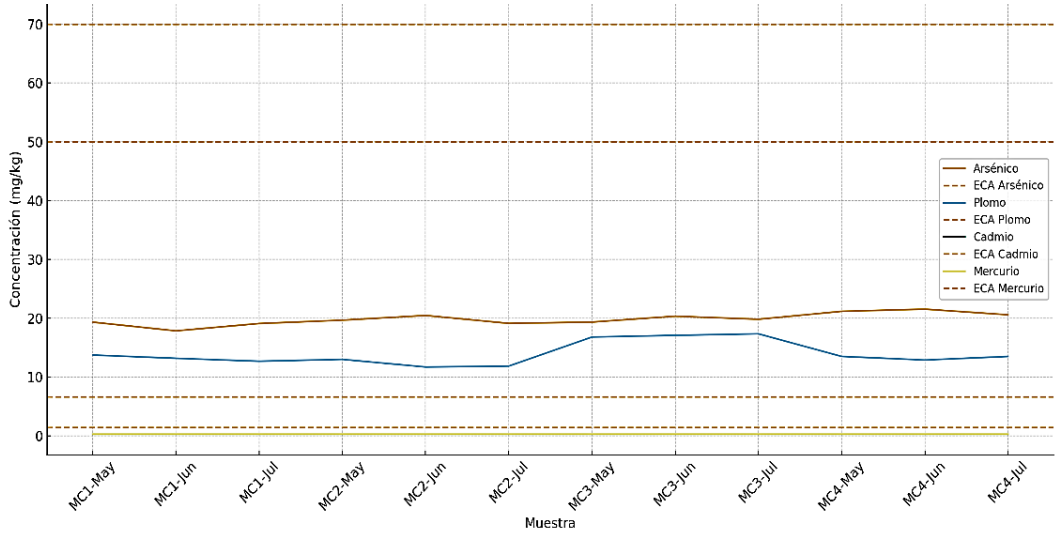
Concentración de metales pesados en suelos agrícolas respecto a los límites del ECA-Suelo (mayo–julio 2025).

Código de muestra	Mes	Arsénico (mg/kg)	ECA (As)	Cumple	Plomo (mg/kg)	ECA (Pb)b	Cumple	Cadmio (mg/kg)	ECA Cd	Cumple	Mercurio (mg/kg)	ECA Hg	Cumple
MC-1	Mayo	19.3352	50	Sí	13.7387	70	Sí	<0.3	1,4	Sí	<0.3	6,6	Sí
MC-1	Junio	17.8538	50	Sí	13.1863	70	Sí	<0.3	1,4	Sí	<0.3	6,6	Sí
MC-1	Julio	19.102	50	Sí	12.6848	70	Sí	<0.3	1,4	Sí	<0.3	6,6	Sí
MC-2	Mayo	19.6677	50	Sí	13.0028	70	Sí	<0.3	1,4	Sí	<0.3	6,6	Sí
MC-2	Junio	20.4723	50	Sí	11.7057	70	Sí	<0.3	1,4	Sí	<0.3	6,6	Sí
MC-2	Julio	19.1263	50	Sí	11.8596	70	Sí	<0.3	1,4	Sí	<0.3	6,6	Sí
MC-3	Mayo	19.3466	50	Sí	16.8006	70	Sí	<0.3	1,4	Sí	<0.3	6,6	Sí
MC-3	Junio	20.3484	50	Sí	17.0892	70	Sí	<0.3	1,4	Sí	<0.3	6,6	Sí
MC-3	Julio	19.825	50	Sí	17.3494	70	Sí	<0.3	1,4	Sí	<0.3	6,6	Sí
MC-4	Mayo	21.1697	50	Sí	13.5037	70	Sí	<0.3	1,4	Sí	<0.3	6,6	Sí
MC-4	Junio	21.542	50	Sí	12.8948	70	Sí	<0.3	1,4	Sí	<0.3	6,6	Sí
MC-4	Julio	20.5846	50	Sí	13.4965	70	Sí	<0.3	1,4	Sí	<0.3	6,6	Sí

Nota: Todas las concentraciones de As, Pb, Cd y Hg se encuentran por debajo de los valores máximos establecidos en el ECA-Suelo para uso agrícola, por lo que todas las muestras cumplen con la normativa vigente

Figura 20

Contrastación de las concentraciones obtenidas de los metales pesados con los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental para Suelo.



La figura muestra que las concentraciones de plomo y arsénico están por debajo del límite que establece el ECA para suelo.

4.2. Discusión

Este estudio analizó la presencia de metales pesados en suelos agrícolas del Sector San Luis, distrito Huanta, Ayacucho, en relación con arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb). El estudio registró concentraciones promedio de 19.864 mg/kg para arsénico (As) y 13.943 mg/kg para plomo (Pb), mientras que las concentraciones de cadmio (Cd) y mercurio (Hg) se encontraron por debajo del límite de cuantificación analítica (<0.3 mg/kg). Estas concentraciones se compararon con las Normas de Calidad Ambiental para Suelos, contenidas en el Decreto Supremo No. 011-2017-MINAM, y se concluyó que todas las concentraciones estaban dentro de los límites permisibles para uso agrícola.

Respecto al arsénico y el plomo, se detectaron en todas las muestras de suelo durante los 3 meses, pero sus concentraciones estuvieron muy por debajo de los valores máximos establecidos en la normativa nacional. Por lo tanto, se puede concluir que los suelos agrícolas analizados en este estudio no presentan riesgos ambientales bajo las condiciones actuales. La presencia de estos metales justifica la continuidad del monitoreo ambiental, ya que los metales pesados son persistentes y pueden acumularse en el medio ambiente con el tiempo.

Los resultados presentados se derivaron de la digestión utilizando microondas según el método EPA 3051A, con cuantificación realizada mediante ICP-MS según el método EPA 6020B. El método demuestra la capacidad para analizar con alta sensibilidad y precisión respecto a metales pesados en suelos, permitiendo comparaciones apropiadas con otros estudios de esta naturaleza.

Los hallazgos guardan similitud con los de Astonitas (2020), quien detectó arsénico, mercurio y plomo, todos dentro de los umbrales ECA para contaminación del suelo en tierras agrícolas en la provincia de Utcubamba. Este estudio también concuerda con Delanoy et al. (2022), quienes midieron concentraciones de plomo en el suelo en niveles que no representan un riesgo ambiental, indicando así una ventaja en la calidad de los suelos agrícolas. Existen fundamentos sólidos para afirmar que en ciertas zonas agrícolas las actividades productivas no conducen a la acumulación de metales pesados que exijan atención ambiental.

Por otro lado, los hallazgos no coinciden con los de Coila (2024), Zapata y Medina (2024), quienes detectaron altas concentraciones de varios metales pesados en suelos agrícolas. Tales hallazgos podrían ser consecuencia de formaciones geológicas disímiles en las respectivas áreas de estudio, los tipos de agroquímicos utilizados, las fuentes de riego y los distintos niveles de actividades humanas en las zonas de estudio.

En términos del comportamiento temporal de los hallazgos, hubo poca variación en las concentraciones de arsénico y plomo en las tres campañas de muestreo durante los meses de mayo, junio y julio de 2025. Estas pequeñas variaciones no afectan los resultados generales, ya que todas las concentraciones permanecieron dentro de los límites regulatorios. Estos hallazgos indican que la calidad del suelo fue estable en el período de tiempo evaluado.

Los resultados obtenidos servirán como línea base ambiental para futuros estudios que evalúen la calidad del suelo agrícola en el sector San Luis del área de estudio. Además, los resultados brindan información técnica valiosa para el manejo ambiental local, así como para el diseño de sistemas de monitoreo que prevengan la acumulación a largo plazo de metales pesados.

V. CONCLUSIONES

Los resultados del estudio mostraron que la zona agrícola de San Luis presentó concentraciones de arsénico de 19.864 mg/kg y concentraciones de plomo de 13.943 mg/kg en la zona de estudio durante los períodos de monitoreo de mayo, junio y julio de 2025. Se encontró que cadmio y mercurio se encontraron por debajo del límite de cuantificación del método analítico (<0.3 mg/kg).

En el estudio, se mostró que las concentraciones de arsénico y plomo son menores a los límites máximos permitidos de 50 mg/kg y 70 mg/kg, respectivamente, establecidos por las Normas de Calidad Ambiental para suelos (ECA-Suelo), en cumplimiento con el D.S. Supremo N° 011-2017-MINAM. Se demostró que el cadmio y el mercurio son menores a los valores de referencia para suelos de uso agrícola, cumpliendo también con las regulaciones ambientales establecidas.

Se observó, en general, que no hubo concentraciones importantes de plomo y arsénico durante los períodos de monitoreo en la zona de estudio, demostrando que no hubo cambios mayores en la calidad del suelo agrícola en el área de San Luis.

VI. RECOMENDACIONES

A la Gerencia de Gestión Ambiental de la Municipalidad Provincial de Huanta y/o a los encargados de la gestión ambiental local, se recomienda realizar monitores periódicos en el área de estudio respecto al Arsénico (Hg) y Plomo (Pb), teniendo en cuenta que el área de estudio son espacios destinados a la agricultura; con el fin de evaluar los cambios respecto a las concentraciones de estos elementos.

Se recomienda realizar estudios complementarios y tomar en cuenta características del suelo como el pH y que ayuden a entender las condiciones del suelo y el comportamiento del Arsénico (Hg) y Plomo (Pb) respecto a la movilidad y biodisponibilidad.

Se recomienda ampliar el espacio geográfico de estudio en el sector San Luis y hacia otros sectores agrícolas del distrito de Huanta con el objetivo de comparar las concentraciones de los metales pesados analizados y determinar si existen patrones espaciales similares y contar con evidencia sobre la distribución de estos metales a mayor escala.

VII. REFERENCIAS

Abdallah Alnuwaiser, M. (2024). Determination of heavy elements in agricultural regions, Saudi Arabia. *Open Chemistry, 22*(1), 20240043. https://doi.org/10.1515/chem-2024-0043

Abou Fayssal, S., Kumar, P., Popescu, S. M., Ud-din Khanday, M., Sardar, H., Ahmad, R., AL-Ghamdi, A. G. (2024). Health risk assessment of heavy metals in saffron (Crocus sativus L.) cultivated in domestic wastewater and lake water irrigated soils. *Heliyon, 10*(5). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27138

Affone, O. J., & Efediba, E. C. (2020). Heavy metals risks in plant foods – need to step up precautionary measures. *Current opinion in toxicology, 22*, 1-6. https://doi.org/10.1016/j.cotox.2019.12.006

Aguilar Sánchez, J. d., & Cubas Irigoín, N. (2021). Contaminación de suelos por el uso de aguas residuales. *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, 5*(14), 115-126. https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i14.104

Ali, H., & Khan, E. (2019). Trophic transfer, bioaccumulation, and biomagnification of non-essential hazardous heavy metals and metalloids in food chains/webs—Concepts and implications for wildlife and human health. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 25*(6), 1353-1376. https://doi.org/10.1080/10807039.2018.1469398

Anaya Raymundo, M. A., Rangel Morales, F. M., Iannacone Óliver, J. A., & Romero Echevarría, L. M. (2022). Metales pesados en hortalizas y suelos agrícolas irrigados con aguas superficiales: una revisión sistemática. *IDESIA (Chile), 40*(3), 33-41. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292022000300033

Andrade Linarez, K., Castillo Coaquira, I., & Quispe Riquelme, R. (2020). Determinación de metales pesados en suelos agrícolas y suelos para cultivo de Solanum Tuberosum de la bahía interior de Puno. *Investigación & Desarrollo, 20*(1), 147-153. https://doi:10.23881/idupbo.020.1-11i

Angon, P. B., Islam, M. S., KC, S., Das, A., Anjum, N., Poudel, A., & Suchi, S. A. (2024). Sources, effects and present perspectives of heavy metals contamination: Soil, plants and human food chain. *Heliyon*. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28357

Appenroth, K. (2010). What are "heavy metals" in Plant Sciences? *Acta Physiologiae Plantarum, 32*, 615-619. https://doi.org/10.1007/s11738-009-0455-4

Arias Gonzáles, J. L. (2021). *Diseño y Metología de la Investigación* (1ra edición ed.). Obtenido de https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf

Astonitas Carrasco, L. J. (2020). *Evaluación de contaminantes en suelos agrícolas periurbanos de la provincia de Utcubamba, Amazonas, Perú [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]*. Repositorio institucional. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.14077/2205

Balengayabo, J. G., Kassenga, G. R., Mgana, S. M., & Salukele, F. (2024). Impact of recurring irrigation with treated domestic wastewater on heavy metal accumulation in the soil. *Agricultural Water Management, 297*, 108814. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.108814

Briceño , J., Tonato, E., Silva , M., Paredes Mayra, & Armado, A. (2020). Evaluación del contenido de metales en suelos y tejidos comestibles de Allium fistulosum L. cultivado en zonas cercanas al volcán Tungurahua. *Revista de Ciencias de la Vida, 32*(2), 114-126. https://doi.org/10.17163/lgr.n32.2020.09

Burbano-Orjuela, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista de Ciencias Agrícolas, 33*(2), 117-124. http://dx.doi.org/10.22267/rcia.163302.58

Chiobjea Fernández, J. E. (2021). *Impacto de los metales pesados del río Mantaro en la aptitud de los suelos agrícolas del sector Jauja-Huancayo, Junín, 2020 [Tesis doctoral, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]*. Repositorio institucional. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.12672/17054

Coila Mamani, J. M. (2024). *Evaluación del nivel de contaminación por metales pesados en agua para riego y suelo agrícola en el distrito de Llalli provincia de Melgar-Puno [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]*. Repositorio institucional. Obtenido de http://tesis.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/22066

Corona Martínez, L. A., & Fonseca Hernández, M. (2023). Las hipótesis en el proyecto de investigación: ¿cuándo si, cuando no? *Medi Sur, 21*(1), 269-273.

Delanoy, R., Matos-Espinoza, C., & Herrera de los Santos, Y. (2024). Heavy Metals in Agricultural Soils of Constanza, Jarabacoa, San José de Ocoa, Azua, Barahona and San Juan de la Maguana, Dominican Republic, 2022. *Journal of Geoscience and Environment Protection, 12*(1), 64-79. https://doi.org/10.4236/gep.2024.121005

Díaz Cumpén, J. R., Chávez Horna, G. E., Quipuscoa Castro, L. J., Rabanal Guevara, J. F., Pereyra Quevedo, T. d., & Campos Herrera, J. Y. (2023). Evaluación del contenido de metales pesados en suelos agrícolas del distrito de Jesús – Cajamarca. *Revista Caxamarca, 22*(1-2), 1-12. Obtenido de https://revistas.unc.edu.pe/index.php/caxamarcae/article/view/225

Ennaji, W., Baraka, A., El Baghdadi, M., & Rais, J. (2020). Heavy metal contamination in agricultural soil and ecological risk assessment in the northeast area of Tadla plain, Morocco. *Journal of Sedimentary Environments, 5*(3), 307-320. https://doi.org/10.1007/s43217-020-00020-9

Esteban Rivera, E. (2000). *Cómo elaborar proyectos de investigación en Educación.* Graficentro.

Ferrera Cerrato, R., & Alarcón , A. (2001). La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. *Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva, 8*(2). Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/104/10402108.pdf

Genchi, G., Lauria, G., Catalano, A., Carocci, A., & Sinicopri, M. S. (2022). Arsenic: A Review on a Great Health Issue Worldwide. *Applied Sciences, 12*(12), 6184. https://doi.org/10.3390/app12126184

Harmsen, J., Rulkens, W., & Eijsackers, H. (2005). Bioavailability: concept for understanding or tool for predicting? *Land Contamination & Reclamation, 13*(2), 161-172. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/43920512/Bioavailability_concept_for_understandin20160320-8536-662qcs-libre.pdf?1458483318=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DBioavailability_concept_for_understandin.pdf&Expires=1724037314&Signature=D

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado , C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta edición ed.). McGrawHill. Obtenido de https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf

Hosam, E.-D. M., & Saleh, R. A. (2018). *Hevy metal.* BoD – Books on Demand, 2018. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=dnuQDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=heavy+metals+according+to+their+atomic+weight,+density+and+atomic+number&ots=UYonSscOkU&sig=NlH2nzzYrC9wzW2Muw4_RIRTB94#v=onepage&q=heavy%20metals%20according%20to%20their%20atomic%2

Hou, D., Jia, X., Wang, L., McGrath, S. P., Zhu, Y. G., Hu, Q., ... & Nriagu, J. (2025). Global soil pollution by toxic metals threatens agriculture and human health. *Science*, *388*(6744), 316-321. https://doi.org/10.1126/science.adr5214

Huaraca-Fernandez , J. N., Pérez-Sosa, L., Bustinza-Cabala, L. S., & Pampa-Quispe, N. B. (2020). Enmiendas orgánicas en la inmovilización de cadmio en suelos agrícolas contaminados: una revisión. *Información tecnológica, 31*(4), 139-152. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000400139

Huaranga Moreno, F., Méndez García, E., Quilcat León, V., Bernui Paredes, F., Costilla Sánchez, N., & Huaranga Arévalo, F. (2021). Cuantificación de Cu,

Pb, As y Cd absorbidos por el “girasol” Helianthus annus L. (Asteraceae) presentes en suelos agrícolas contaminados por relaves mineros. *Arnaldoa, 29*(1), 119-136. http://doi.org/10.22497/arnaldoa.291.29107

Jahandari, A., & Abbasnejad, B. (2024). Environmental pollution status and health risk assessment of selective heavy metal(oid)s in Iran's agricultural soils: A review. *Journal of Geochemical Exploration*, 107330. https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2023.107330

Kiran, Bharti, R., & Sharma, R. (2022). Effect of heavy metals: An overview. *Materials Today: Proceedings, 51*(1), 880-885. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.06.278

Lago Vila, M. (2018). *Biodisponibilidad de metales pesados en suelos contaminados [Tesis doctoral, Universidad de Vigo].* Repositorio institucional. Obtenido de http://hdl.handle.net/11093/1123

Li, X., Zhang, J., Cong, Y., Yang, S., Ye , M., Yu, X., & Ma, J. (2020). Status of mercury accumulation in agricultural soils across China (1976–2016). *Ecotoxicology and Environmental Safety, 197*, 110564. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110564

Liao, S., Jin, G., Khan, M. A., Zhu, Y., Duan, L., Luo, W., . . . Liu, D. (2021). The quantitative source apportionment of heavy metals in peri-urban agricultural soils with UNMIX and input fluxes analysis. *Environmental Technology & Innovation, 21*, 101232. https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101232

Liu, H., Zhang, Y., Yang, J., Wang, H., Li, Y., Shi, Y., . . . Hu, W. (2021). Quantitative source apportionment, risk assessment and distribution of heavy metals in agricultural soils from southern Shandong Peninsula of China. *Science of the Total Environment, 767*, 144879. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144879

Loredo-Tovías, M., Alcalá-Jáuregui, J. A., García-Arreola, M. E., Carballo-Méndez, F. d., Rodríguez-Fuentes, H., Buendía-García, A., & Rodríguez-Ortiz, J. C. (2022). Concentración y transferencia de metales pesados en lechuga (Lactuca sativa L.) irrigadas con aguas tratadas. *Terra Latinoamericana, 40*. https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1045

Loyde De La Cruz, L. A., González Méndez, B., Cruz Avalos, A. M., & Loredo Portales, R. (2022). Suelos agrícolas y metales pesados, una relación tóxica que se puede remediar. *Epistemus (Sonora), 16*(33), 93-98. https://doi.org/10.36790/epistemus.v16i33.228

Martí, L., Filippini, M. F., Drovandi, A., Salcedo, C., Troilo, S., & Valdés, A. (2011). Evaluación de metales pesados en suelos de los oasis irrigados de la Provincia de Mendoza: I. Concentraciones totales de Zn, Pb, Cd y Cu. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo, 43*(2), 203-221. Obtenido de https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-86652011000200016&script=sci_arttext

Minhas, P. S., Saha, J. K., Dotaniya, M. L., Sarkar, A., & Saha, M. (2022). Wastewater irrigation in India: Current status, impacts and response options. *Science of the Total Environment, 808*, 152001. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152001

Ministerio del Ambiente. (2014). *Guía para el Muestreo de Suelos.* MINAM: https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELOS-final.pdf

Missimer, T. M., Teaf, C. M., Beeson, W. T., Maliva, R. G., Woolschlager, J., & Covert , D. J. (2018). Natural Background and Anthropogenic Arsenic Enrichment in Florida Soils, Surface Water, and Groundwater: A Review with a Discussion on Public Health Risk. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 15*(10), 2278. https://doi.org/10.3390/ijerph15102278

Mohammed, A. S., Kapri, A., & Goel, R. (2011). Heavy Metal Pollution: Source, Impact, and Remedies. *Biomanagement of metal-contaminated soils*, 1-28. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1914-9_1

Mohan, S., Manthapuri, V., & Chitthaluri, S. (2024). Assessing factors influencing greywater characteristics around the world: a qualitative and quantitative

approach with a short-review on greywater treatment technologies. *Discover Water, 4*(1), 37. https://doi.org/10.1007/s43832-024-00094-w

Montes de Oca-Jiménez, R., Pérez-Rodríguez, J. E., & Rodríguez-Domínguez, M. C. (2022). Niveles de plomo en suelo, pasto y agua en localidades cercanas al río Lerma, del Estado de México, dedicada a la ganadería. *Terra Latinoamericana, 40*. https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.949

Moriyama, K., Mori, T., Arayashiki, H., Saitot, H., & Chino, M. (1988). The amout of heavy metals derived from domestic wastewater. *Water Pollution Research and Control Brighton*, 1913-1916. https://doi.org/10.1016/B978-1-4832-8439-2.50219-4

Municipalidad Provincial de Huanta. (2024, 23 de mayo). *Plan de Desarrollo Local Concertado de la Provincia de Huanta (PDLC) 2024-2034.* Plataforma del Estado Peruano. Obtenido de https://www.gob.pe/institucion/munihuanta/informes-publicaciones/5601505-plan-de-desarrollo-local-concertado-de-la-provincia-de-huanta-pdlc-2024-2034

Pacheco-Marchán, S., Vergara-Alfaro, N., Bermejo, L. A., Villar-Cruz, C., & Ordinola-Zapata, A. (2025). Revisión sistemática sobre la contaminación por metales pesados de suelos agrícolas del Perú. https://doi.org/10.47460/uct.v29i129.1019

Pozo Benalcázar , E. L. (2021). *Evaluación de la presencia de metales pesados en suelos agrícolas en la Parroquia Ambuquí del Cantón Ibarra [Tesis de maestría, Universidad Técnica del Norte].* Repositoria digital. Obtenido de http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11440

Prieto Méndez, J., González Ramírez, C. A., Román Gutiérrez, A. D., & Prieto García, F. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Tropical and subtropical Agroecosystems, 10*(1), 29-44. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/939/93911243003.pdf

Qu, Y., Yang, Y., Sonne, C., Chen, X., Yue, X., Gu, H., . . . Peng, W. (2023). Phytosphere purification of urban domestic wastewater. *Environmental Pollutio, 336*, 122417. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.122417

Quispe Quezada, U. R., Quispe Rodríguez , J., Casas Reátegui, R., Huamani Urpe, I. L., & Hinojosa Benavides, R. A. (2023). Concentración de metales pesados en cultivares de Persea americana, Luricocha, Huanta. *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias ALFA, 7*(20), 1-11. https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.222

Reis, M. M., Santos, L. D., Da Silva, A. J., Pinho, G. P., & Rocha, L. M. (2020). Heavy metals in soils and forage grasses irrigated with Vieira River water, Montes Claros, Brazil, contaminated with sewage wastewater. *Revista Ambiente & Água, 15*(2), e2440. https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2440

Rosales Tabraj, B. E. (2020). *Concentración de metales pesados y la influencia del pH en suelos de Matahuasi y El Mantaro (Junín) en Cucurbita pepo [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Centro del Perú]*. Repositorio institucional. Obtenido de http://hdl.handle.net/20.500.12894/6066

Rueda Saa, G., Rodríguez Victoria, J. A., & Madriñán Molina, R. (2011). Metodologías para establecer valores de referencia de metales pesados en suelos agrícolas: perspectivas para Colombia. *Acta agronómica, 60*(3), 203-217. Obtenido de http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v60n3/v60n3a01.pdf

Saldaña Melgarejo, H. (2020). *Niveles de referencia para metales pesados en el suelo-Cerro de Pasco [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Vallareal]*. Repositorio institucional. Obtenido de https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/4469/SALDA%c3%91A%20MELGAREJO%20HEINER%20-%20TITULO%20PROFESIONAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Salem, M. A., Bedade, D. K., Al-Ethawi, L., & Al-waleed, S. M. (2020). Assessment of physiochemical properties and concentration of heavy metals in agricultural soils fertilized with chemical fertilizers. *Heliyon, 6*(10). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05224

Sarmiento Quico, G. A. (2020). *Identificación y caracterización de la contaminación de suelos por metales pesados en el área agrícola del anexo de Secocha, distrito de Mariano Nicolás Valcársel, provincia de Camaná, región Arequipa, 2018-2019 [Tesis de pregrado, Universidad Naciona de.* Obtenido de http://hdl.handle.net/20.500.12773/13338

Suvarapu, L. N., & Baek, S. O. (2016). Determination of heavy metals in the ambient atmosphere: A review. *Toxicology and Industrial Health, 33*(1), 79-96. https://doi.org/10.1177/0748233716654827

Tele 2000 Huanta. (28 de Mayo de 2024). *CI MATINAL - 28 DE MAYO 2024 [video]*. Facebook. Obtenido de https://www.facebook.com/watch/live/?ref=watch_permalink&v=1010453510639973

Vasilachi, I. C., Stoleru, V., & Gavrilescu, M. (2023). Analysis of Heavy Metal Impacts on Cereal Crop Growth and Development in Contaminated Soils. *Agriculture, 13*(10), 1983. https://doi.org/10.3390/agriculture13101983

Wang, C. C., Zhang, Q. C., Yan, C. A., Tang, G. Y., Zhang, M. Y., Ma, L. Q., . . . Xiang, P. (2023). Heavy metal(loid)s in agriculture soils, rice, and wheat across China: Status assessment and spatiotemporal analysis. *Science of The Total Environment, 882*, 163361. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163361. *Toxics*, *12*(1), 63.

Wan, Y., Liu, J., Zhuang, Z., Wang, Q., & Li, H. (2024) Heavy metals in agricultural soils: Sources, influencing factors, and remediation strategies. https://doi.org/10.3390/toxics12010063

Wen, M., Ma, Z., Gingerich, D. B., Zhao, X., & Zhao, D. (2022). Heavy metals in agricultural soil in China: A systematic review and meta-analysis. *Eco-Environment & Health, 1*(4), 219-228. https://doi.org/10.1016/j.eehl.2022.10.004

Xiang, M., Li, Y., Yang, J., Lei, K., Li, Y., Li , F., . . . Cao, Y. (2021). Heavy metal contamination risk assessment and correlation analysis of heavy metal contents in soil and crops. *Environmentall Pollution, 278*, 116911. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116911

Yang , S., Sun, L., Sun , Y., Song, K., Qin, Q., Zhu, Z., & Xue, Y. (2023). Towards an integrated health risk assessment framework of soil heavy metals pollution: Theoretical basis, conceptual model, and perspectives. *Environmental Pollution, 316*(2), 120596. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120596

Zapata Flores, M., & Medina Díaz , M. (2024). *Niveles de contaminación por metales pesados en suelo agrícola de Carapongo, Lima, Perú enero, 2023 [Tesis de pregrado, Universidad María Auxiliadora].* Repositorio institucional. Obtenido de https://repositorio.uma.edu.pe/handle/20.500.12970/2180

Zhang, Q., & Wang, C. (2020). Natural and Human Factors Affect the Distribution of Soil. *Water, air, & soil pollution, 231*, 1-13. https://doi.org/10.1007/s11270-020-04728-2

Zhang, Q., Zou, D., Zeng, X., Li, L., Wang, A., Liu, F., . . . Xiao, Z. (2021). Effect of the direct use of biomass in agricultural soil on heavy metals Effect of the direct use of biomass in agricultural soil on heavy metals. *Environmental Pollution, 272*, 115989. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115989

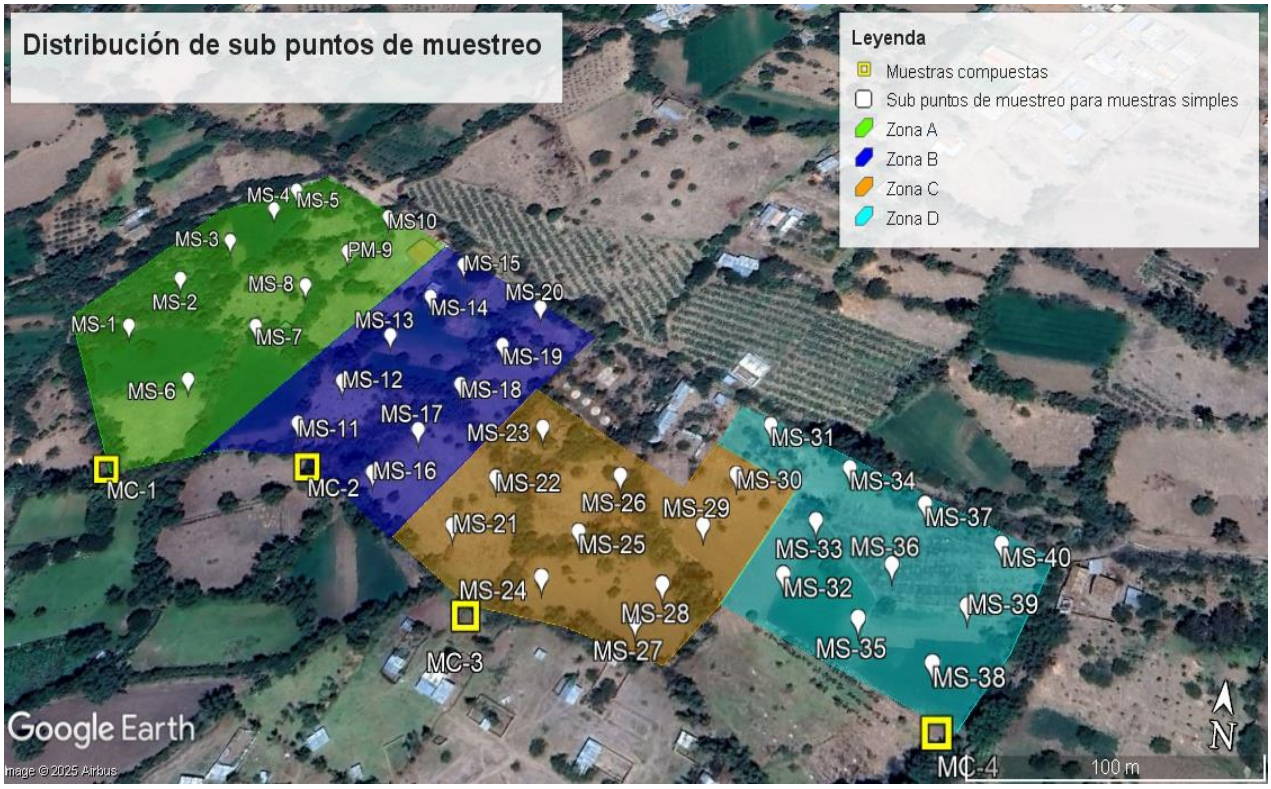
Zhao, X., Zhang, J., Ma, R., Luo, H., Wan, T., Yu, D., & Hong, Y. (2024). Worldwide Examination of Magnetic Responses to Heavy Metal Pollution in Agricultural Soils. *Agriculture, 14*(5), 702. https://doi.org/10.3390/agriculture14050702

VIII. ANEXOS

Anexo A. *Matriz de consistencia.*

Planteamiento del problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Población y muestra	Metodología	Técnica e instrumento
Problema General ¿Cuál es la concentración de metales pesados en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho-2025? **Problemas específicos** ¿Cuál es la concentración de arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb) en suelos agrícolas del sector San Luis? ¿Cuál es el resultado, al contrastar los valores de concentración del As, Cd, Hg y Pb, con el ECA para suelo-Decreto Supremo N°011-2017-MINAM?	**Objetivo General** Evaluar la concentración de metales pesados en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho – 2025 **Objetivos específicos** ▪ Determinar la concentración de arsénico (As), cadmio (Cd, mercurio (Hg) y plomo (Pb) en suelos agrícolas del sector San Luis. ▪ Contrastar la concentración del As, Cd, Hg y Pb, con el ECA para suelo-Decreto Supremo N°011-2017-MINAM.	No se formuló hipótesis, por ser un estudio descriptivo, que solo se limitó a caracterizar las variables en estudio.	Concentración de metales pesados en suelos agrícolas	**Población:** la población para el estudio estará constituido por los suelos agrícolas con un área de 4.43 ha ubicadas en las inmediaciones del canal de riego que se origina en el GRA-PRIDER-sistema de riego San Luis **Muestra:** la muestra estará constituido por los 4.43 ha de la población.	**Tipo de investigación:** básica **Nivel de investigación:** descriptivo **Diseño de investigación:** no experimental, (longitudinal) **Enfoque de investigación:** cuantitativo	**Técnica:** Reconocimiento del área de estudio. Muestreo de suelos superficiales. Análisis de laboratorio. **Instrumento:** Fichas de muestreo de suelos. Cadena de custodia. Mapa de localización de puntos de muestreo.

Anexo B. *Mapa de localización de puntos de muestreo*



Anexo C. *Fichas de muestreo de suelos*

Anexo C1. *Ficha de muestreo de suelos correspondiente al mes de mayo*

FICHA DE MUESTREO DE SUELOS (registro de datos en campo)

Nombre del sitio de en estudio: Sector San Luis — Departamento/provincia: Ayacucho / Huanta

Muestreador: Jhoan Hinostroza Díaz

ZONA DE MUESTREO	CÓDIGO DE MUESTRAS COMPUESTA	CÓDIGO DE MUESTRAS SIMPLES	COORDENAS ESTE	COORDENAS NORTE	FECHEA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	CANTIDAD DE MUESTRA COMPUESTA(Kg)	USO PRINCIPAL DEL ÁREA DE MUESTREO (cultivo)	OBSERVACIONES DEL ÁREA DE MUESTREO
A	MC-1	MS-1	580363	8568738	06/05/25	9:52 am	1kg	cultivo alfalfa	—
		MS-2	580378	8568765		10:09 am		cultivo alfalfa	—
		MS-3	580395	8568788		10:31 am		maíz	—
		MS-4	580411	8568808		11:00 am		alfalfa	estiercol de caballo
		MS-5	580419	8568820		11:22 am		maíz	Quema de rastrojo (50m)
		MS-6	580401	8568712		11:48 am		maíz	Quema de rastrojo (50m)
		MS-7	580423	8568741		11:53 am		alfalfa	Quema de rastrojo (50m)
		MS-8	580440	8568764		12:05 pm		alfalfa	Quema de rastrojo (50m)
		MS-9	580455	8568784		12:15 pm		maíz	Quema de rastrojo (50m)
		MS-10	580470	8568805		12:20 pm		maíz	Quema de rastrojo (50m)
B	MC-2	MS-11	580457	8568694	06/05/25	1:40 pm	1 kg	maíz	—
		MS-12	580471	8568715		1:54 pm		maíz	—
		MS-13	580487	8568739		2:09 pm		maíz	—
		MS-14	580501	8568760		2:22 pm		alfalfa	Quema de rastrojo (30m)
		MS-15	580513	8568778		2:35 pm		alfalfa	Quema de rastrojo (30m)
		MS-16	580495	8568674		2:59 pm		post-cosecha (maíz)	—
		MS-17	580510	8568694		3:16 pm		post-cosecha maíz	—
		MS-18	580524	8568716		3:29 pm		post-cosecha maíz	—
		MS-19	580539	8568736		3:41 pm		post-cosecha maíz	—
		MS-20	580553	8568756		3:51 pm		post-cosecha maíz	—
C	MC-3	MS-21	580533	8568654	07/05/25	10:40 am	1kg	post-cosecha maíz	—
		MS-22	580547	8568675		10:51 am		post-cosecha maíz	—
		MS-23	580563	8568698		11:12 am		post-cosecha maíz	—
		MS-24	580572	8568636		11:29 am		post-cosecha maíz	—
		MS-25	580584	8568655		11:31 am		post-cosecha maíz	—
		MS-26	580598	8568679		11:45 am		post-cosecha maíz	—
		MS-27	580610	8568622		12:05 pm		post-cosecha maíz	—
		MS-28	580619	8568637		12:18 pm		post-cosecha maíz	—
		MS-29	580633	8568661		12:32 pm		maíz	—
		MS-30	580645	8568682		12:59 pm		maíz	—
D	MC-4	MS-31	580658	8568703	07/05/25	8:00 am	1kg	pasto natural	—
		MS-32	580665	8568644		8:13 am		alfalfa	—
		MS-33	580677	8568665		8:25 am		alfalfa	—
		MS-34	580690	8568686		8:39 am		pasto natural	—
		MS-35	580693	8568629		8:53 am		alfalfa	—
		MS-36	580706	8568650		9:05 am		alfalfa	—
		MS-37	580719	8568673		9:16 am		pasto natural	—
		MS-38	580619	8568614		9:25 am		alfalfa	—
		MS-39	580733	8568636		9:37 am		alfalfa	—
		MS-40	580747	8568659		9:45 am		pasto natural	—

Anexo C2. *Ficha de muestreo de suelos correspondiente al mes de junio*

FICHA DE MUESTREO DE SUELOS (registro de datos en campo)

Nombre del sitio de en estudio: Sector San Luis — Departamento/provincia: Ayacucho / Huanta

Muestreador: Jhoan Hinostroza Diaz

ZONA DE MUESTREO	CÓDIGO DE MUESTRAS COMPUESTA	CÓDIGO DE MUESTRAS SIMPLES	COORDENAS ESTE	COORDENAS NORTE	FECHEA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	CANTIDAD DE MUESTRA COMPUESTA(Kg)	USO PRINCIPAL DEL ÁREA DE MUESTREO (cultivo)	OBSERVACIONES DEL ÁREA DE MUESTREO
A	MC-1	MS-1	580363	8568738	04/06/25	7:40 am	1kg	alfalfa	—
		MS-2	580378	8568765		7:54 am		alfalfa	—
		MS-3	580395	8568788		8:06 am		post - cosecha maiz	—
		MS-4	580411	8568808		8:14 am		alfalfa	—
		MS-5	580419	8568820		8:33 am		post - cosecha maiz	—
		MS-6	580401	8568712		8:51 am		post - cosecha maiz	—
		MS-7	580423	8568741		9:07 am		alfalfa	—
		MS-8	580440	8568764		9:21 am		alfalfa	—
		MS-9	580455	8568784		9:39 am		post cosecha maiz	—
		MS-10	580470	8568805		9:55 am		post cosecha maiz	—
B	MC-2	MS-11	580457	8568694	04/06/25	10:33 am	1kg	post cosecha maiz	
		MS-12	580471	8568715		10:47 am		post cosecha maiz	—
		MS-13	580487	8568739		10:54 am		post cosecha maiz	—
		MS-14	580501	8568760		11:05 am		alfalfa	—
		MS-15	580513	8568778		11:14 am		alfalfa	—
		MS-16	580495	8568674		11:23 am		post cosecha maiz	—
		MS-17	580510	8568694		11:35 am		post cosecha maiz	—
		MS-18	580524	8568716		11:40 am		post cosecha maiz	—
		MS-19	580539	8568736		11:47 am		post cosecha maiz	presencia de vacuno
		MS-20	580553	8568756		11:52 am		post cosecha maiz	presencia de vacuno
C	MC-3	MS-21	580533	8568654	04/06/25	1:15 pm	1kg	post cosecha maiz	—
		MS-22	580547	8568675		1:27 pm		post cosecha maiz	—
		MS-23	580563	8568698		1:33 pm		post cosecha maiz	—
		MS-24	580572	8568636		1:45 pm		post cosecha maiz	—
		MS-25	580584	8568655		1:49 pm		post cosecha maiz	estiercol (vacuno)
		MS-26	580598	8568679		2:01 pm		post cosecha maiz	estiercol (vacuno)
		MS-27	580610	8568622		2:13 pm		post cosecha maiz	estiercol (vacuno)
		MS-28	580619	8568637		2:24 pm		post cosecha maiz	estiercol (vacuno)
		MS-29	580633	8568661		2:39 pm		post cosecha maiz	estiercol (vacuno)
		MS-30	580645	8568682		3:00 pm		post cosecha maiz	estiercol (vacuno)
D	MC-4	MS-31	580658	8568703	04/06/25	3:40 pm	1kg	pasto natural	estiercol (vacuno)
		MS-32	580665	8568644		3:51 pm		alfalfa	estiercol (vacuno)
		MS-33	580677	8568665		3:59 pm		alfalfa	—
		MS-34	580690	8568686		4:08 pm		pasto natural	—
		MS-35	580693	8568629		4:19 pm		alfalfa	—
		MS-36	580706	8568650		4:25 pm		alfalfa	—
		MS-37	580719	8568673		4:36 pm		pasto natural	—
		MS-38	580619	8568614		4:42 pm		alfalfa	—
		MS-39	580733	8568636		4:49 pm		alfalfa	—
		MS-40	580747	8568659		4:55 pm		pasto natural	—

Anexo C3. *Ficha de muestreo de suelos correspondiente al mes de julio*

FICHA DE MUESTREO DE SUELOS (registro de datos en campo)

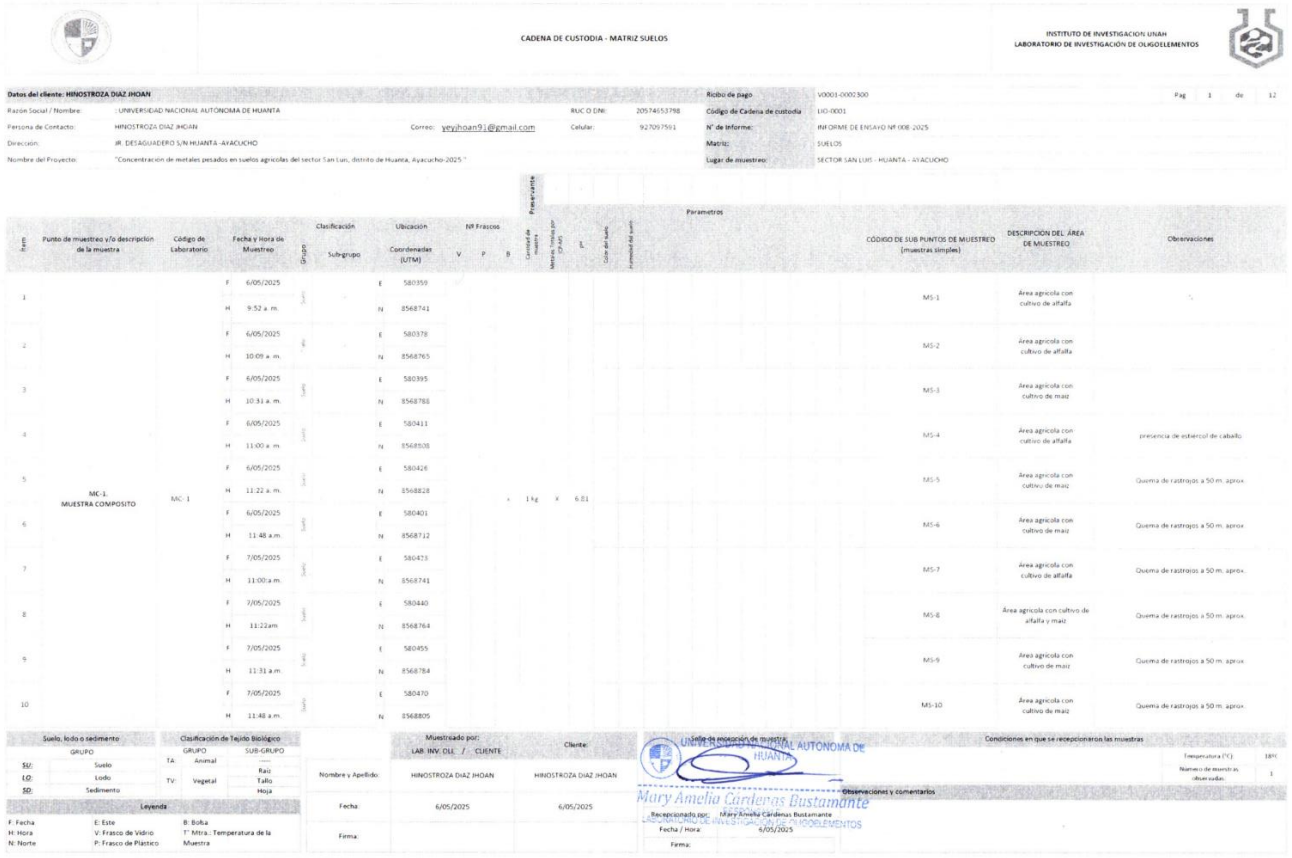
Nombre del sitio de en estudio: Sector San Luis — Departamento/provincia: Ayacucho / Huanta

Muestreador: Jhoan Hinostroza Diaz

ZONA DE MUESTREO	CÓDIGO DE MUESTRAS COMPUESTA	CÓDIGO DE MUESTRAS SIMPLES	COORDENAS ESTE	COORDENAS NORTE	FECHEA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	CANTIDAD DE MUESTRA COMPUESTA(Kg)	USO PRINCIPAL DEL ÁREA DE MUESTREO (cultivo)	OBSERVACIONES DEL ÁREA DE MUESTREO
A	MC-1	MS-1	580363	8568738	3/07/25	7:30 am	1	alfalfa	—
		MS-2	580378	8568765		7:55 am		alfalfa	—
		MS-3	580395	8568788		8:20 am		post cosecha maiz	—
		MS-4	580411	8568808		8:35 am		alfalfa	—
		MS-5	580419	8568820		8:47 am		post cosecha maiz	—
		MS-6	580401	8568712		9:05 am		post cosecha maiz	—
		MS-7	580423	8568741		9:28 am		alfalfa	—
		MS-8	580440	8568764		9:40 am		alfalfa	—
		MS-9	580455	8568784		9:57 am		post cosecha maiz	—
		MS-10	580470	8568805		10:10 am		post cosecha maiz	—
B	MC-2	MS-11	580457	8568694	3/07/25	10:55 am	1	post cosecha maiz	—
		MS-12	580471	8568715		11:00 am		post cosecha maiz	—
		MS-13	580487	8568739		11:07 am		post cosecha maiz	—
		MS-14	580501	8568760		11:15 am		alfalfa	—
		MS-15	580513	8568778		11:22 am		alfalfa	—
		MS-16	580495	8568674		11:29 am		post cosecha maiz	—
		MS-17	580510	8568694		11:35 am		post cosecha maiz	—
		MS-18	580524	8568716		11:42 am		post cosecha maiz	—
		MS-19	580539	8568736		11:49 am		post cosecha maiz	—
		MS-20	580553	8568756		11:55 am		post cosecha maiz	—
C	MC-3	MS-21	580533	8568654	3/07/25	1:15 pm	1	post cosecha maiz	—
		MS-22	580547	8568675		1:26 pm		post cosecha maiz	—
		MS-23	580563	8568698		1:39 pm		post cosecha maiz	—
		MS-24	580572	8568636		1:50 pm		post cosecha maiz	—
		MS-25	580584	8568655		2:03 pm		post cosecha maiz	estiercol vacuno
		MS-26	580598	8568679		2:16 pm		post cosecha maiz	estiercol vacuno
		MS-27	580610	8568622		2:24 pm		post cosecha maiz	Quema de rastrojo
		MS-28	580619	8568637		2:36 pm		post cosecha maiz	estiercol vacuno
		MS-29	580633	8568661		2:48 pm		post cosecha maiz	Quema de rastrojo
		MS-30	580645	8568682		3:10 pm		post cosecha maiz	estiercol vacuno
D	MC-4	MS-31	580658	8568703	3/07/25	4:00 pm	1	pasto natural	estiercol vacuno
		MS-32	580665	8568644		4:10 pm		alfalfa	estiercol vacuno
		MS-33	580677	8568665		4:19 pm		alfalfa	—
		MS-34	580690	8568686		4:27 pm		pasto natural	—
		MS-35	580693	8568629		4:39 pm		alfalfa	—
		MS-36	580706	8568650		4:47 pm		alfalfa	—
		MS-37	580719	8568673		4:55 pm		pasto natural	—
		MS-38	580619	8568614		5:04 pm		alfalfa	—
		MS-39	580733	8568636		5:15 pm		alfalfa	—
		MS-40	580747	8568659		5:23 pm		pasto natural	—

Anexo D. Cadena de custodia

Anexo D1. *Cadena de custodia para muestra compuesta MC-1 (mes de mayo)*



CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELOS

INSTITUTO DE INVESTIGACION UNAH
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS

Datos del cliente: HINOSTROZA DIAZ JHOAN

Razón Social / Nombre:	: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA	RUC O DNI:	20574653788	Código de Cadena de custodia	LIO-0001
Persona de Contacto:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	Correo:	yeyjhoan91@gmail.com	Celular:	927097591
Dirección:	JR. DESAGUADERO S/N HUANTA - AYACUCHO				
Nombre del Proyecto:	"Concentración de metales pesados en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho-2025."				

Recibo de pago: V0001-0002300 — Pag 1 de 12
N° de Informe: INFORME DE ENSAYO Nº 008 -2025
Matriz: SUELOS
Lugar de muestreo: SECTOR SAN LUIS - HUANTA - AYACUCHO

Ítem	Punto de muestreo y/o descripción de la muestra	Código de Laboratorio	Fecha y Hora de Muestreo	Clasificación: Grupo	Clasificación: Subgrupo	Ubicación: Coordenadas (UTM)	Nº Frascos: V	Nº Frascos: P	Nº Frascos: B	Preservante: Cantidad	Parametros: Materia Orgánica (CF-MO)	Parametros: pH	Parametros: Color del Suelo	Parametros: Humedad del suelo	CÓDIGO DE SUB PUNTOS DE MUESTREO (muestras simples)	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE MUESTREO	Observaciones
1	MC-1; MUESTRA COMPOSITO	MC- 1	F: 6/05/2025 H: 9:52 a. m.	Suelo		E: 580359 N: 8568741				x 1 kg	x	6.81			MS-1	Área agrícola con cultivo de alfalfa	
2			F: 6/05/2025 H: 10:09 a. m.	Suelo		E: 580378 N: 8568765									MS-2	Área agrícola con cultivo de alfalfa	
3			F: 6/05/2025 H: 10:31 a. m.	Suelo		E: 580395 N: 8568788									MS-3	Área agrícola con cultivo de maiz	
4			F: 6/05/2025 H: 11:00 a. m.	Suelo		E: 580411 N: 8568808									MS-4	Área agrícola con cultivo de alfalfa	presencia de estiercol de caballo
5			F: 6/05/2025 H: 11:22 a. m.	Suelo		E: 580426 N: 8568828									MS-5	Área agrícola con cultivo de maiz	Quema de rastrojos a 50 m. aprox.
6			F: 6/05/2025 H: 11:48 a.m.	Suelo		E: 580401 N: 8568712									MS-6	Área agrícola con cultivo de maiz	Quema de rastrojos a 50 m. aprox.
7			F: 7/05/2025 H: 11:00 a.m.	Suelo		E: 580423 N: 8568741									MS-7	Área agrícola con cultivo de alfalfa	Quema de rastrojos a 50 m. aprox.
8			F: 7/05/2025 H: 11:22am	Suelo		E: 580440 N: 8568764									MS-8	Área agrícola con cultivo de alfalfa y maiz	Quema de rastrojos a 50 m. aprox.
9			F: 7/05/2025 H: 11:31 a.m.	Suelo		E: 580455 N: 8568784									MS-9	Área agrícola con cultivo de maiz	Quema de rastrojos a 50 m. aprox.
10			F: 7/05/2025 H: 11:48 a.m.	Suelo		E: 580470 N: 8568805									MS-10	Área agrícola con cultivo de maiz	Quema de rastrojos a 50 m. aprox.

Suelo, lodo o sedimento	
GRUPO	
SU:	Suelo
LO:	Lodo
SD:	Sedimento

Clasificación de Tejido Biológico		
GRUPO		SUB-GRUPO
TA:	Animal	----
TV:	Vegetal	Raiz
		Tallo
		Hoja

Leyenda		
F: Fecha	E: Este	B: Bolsa
H: Hora	V: Frasco de Vidrio	T°: Mtra.: Temperatura de la Muestra
N: Norte	P: Frasco de Plástico	

	Muestreado por: LAB. INV. OLI. / CLIENTE	Cliente:
Nombre y Apellido:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	HINOSTROZA DIAZ JHOAN
Fecha:	6/05/2025	6/05/2025
Firma:		

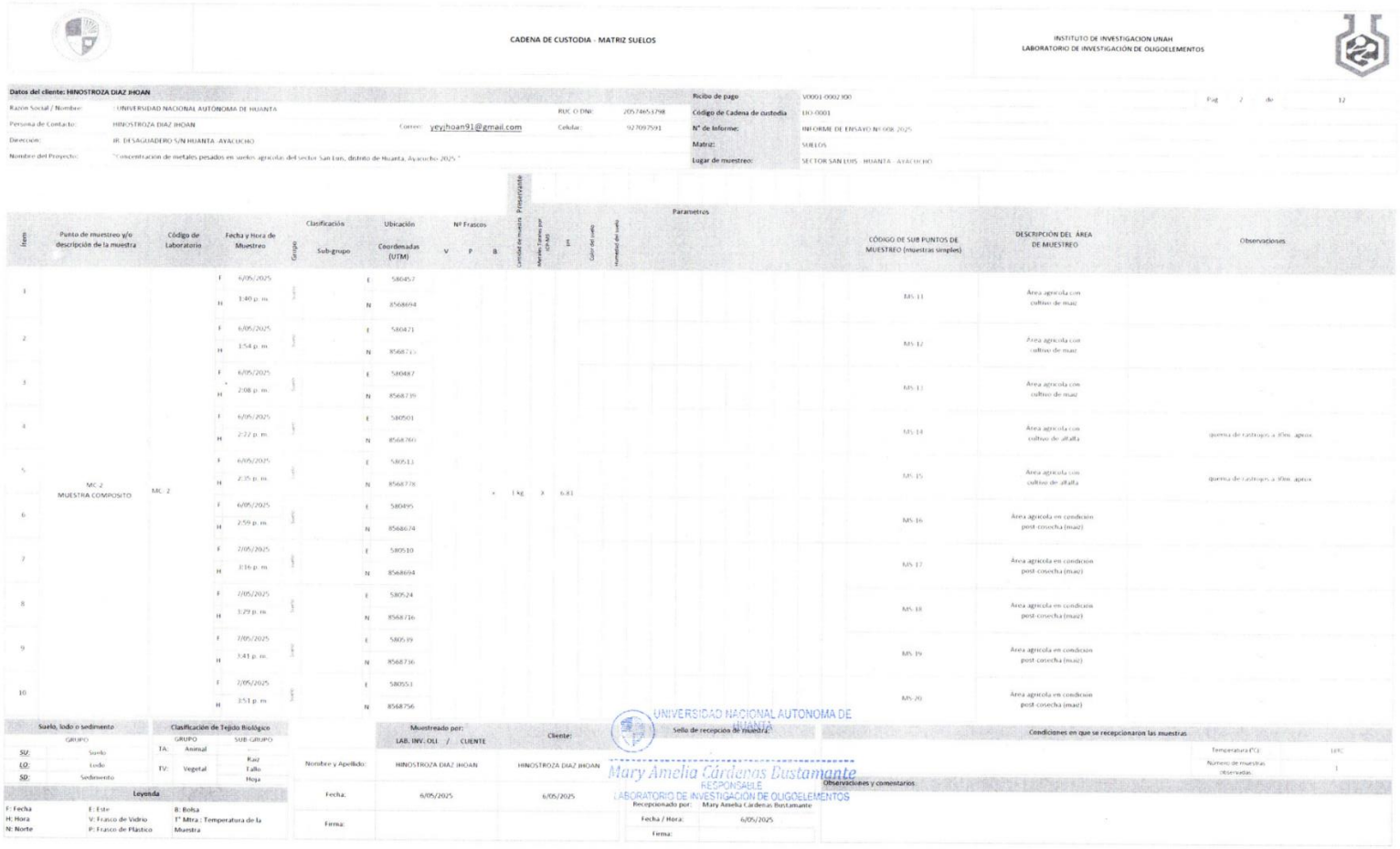
Sello de recepción de muestras: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA — Mary Amelia Cardenas Bustamante — LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS

Condiciones en que se recepcionaron las muestras
Temperatura (°C): 18°C
Numero de monstras recepcionadas: 1

Observaciones y comentarios

Recepcionado por: Mary Amelia Cárdenas Bustamante
Fecha / Hora: 6/05/2025
Firma:

Anexo D2. *Cadena de custodia para muestra compuesta MC-2 (mes de mayo)*



CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELOS

INSTITUTO DE INVESTIGACION UNAH
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS

Datos del cliente: HINOSTROZA DIAZ JHOAN

Razón Social / Nombre:	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA	RUC O DNI:	20574653798
Persona de Contacto:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	Correo:	yeyjhoan91@gmail.com
Dirección:	JR. DESAGUADERO S/N HUANTA - AYACUCHO	Celular:	927097591
Nombre del Proyecto:	"Concentración de metales pesados en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho 2025."		

Recibo de pago	V0001-0002100
Código de Cadena de custodia	LIO-0001
N° de Informe:	INFORME DE ENSAYO N°-058-2025
Matriz:	SUELOS
Lugar de muestreo:	SECTOR SAN LUIS - HUANTA - AYACUCHO

Pag. 2 de 12

Ítem	Punto de muestreo y/o descripción de la muestra	Código de Laboratorio	Fecha y Hora de Muestreo		Clasificación: Grupo	Clasificación: Sub-grupo	Ubicación: Coordenadas (UTM)		Nº Frascos: V	Nº Frascos: P	Nº Frascos: B	Preservante	Parámetros: Cantidad de muestra	Parámetros: Metales Totales por ICP-MS	Parámetros: pH	Parámetros: Color del suelo	Parámetros: Humedad del suelo	CÓDIGO DE SUB PUNTOS DE MUESTREO (muestras simples)	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE MUESTREO	Observaciones
1	MC-2 MUESTRA COMPOSITO	MC- 2	F	6/05/2025	Suelo		E	580457										MS-11	Área agrícola con cultivo de maíz	
			H	1:40 p. m.			N	8568694												
2			F	6/05/2025	Suelo		E	580421										MS-12	Área agrícola con cultivo de maíz	
			H	1:54 p. m.			N	8568710												
3			F	6/05/2025	Suelo		E	580487										MS-13	Área agrícola con cultivo de maíz	
			H	2:08 p. m.			N	8568739												
4			F	6/05/2025	Suelo		E	580501										MS-14	Área agrícola con cultivo de alfalfa	quema de rastrojos a 10m. aprox.
			H	2:22 p. m.			N	8568760												
5			F	6/05/2025	Suelo		E	580511										MS-15	Área agrícola con cultivo de alfalfa	quema de rastrojos a 10m. aprox.
			H	2:35 p. m.			N	8568778					1 Kg	X	6.81					
6			F	6/05/2025	Suelo		E	580495										MS-16	Área agrícola en condición post-cosecha (maíz)	
			H	2:59 p. m.			N	8568674												
7			F	7/05/2025	Suelo		E	580510										MS-17	Área agrícola en condición post-cosecha (maíz)	
			H	3:16 p. m.			N	8568694												
8			F	7/05/2025	Suelo		E	580524										MS-18	Área agrícola en condición post-cosecha (maíz)	
			H	3:29 p. m.			N	8568716												
9			F	7/05/2025	Suelo		E	580539										MS-19	Área agrícola en condición post-cosecha (maíz)	
			H	3:41 p. m.			N	8568736												
10			F	7/05/2025	Suelo		E	580553										MS-20	Área agrícola en condición post-cosecha (maíz)	
			H	3:51 p. m.			N	8568756												

Suelo, lodo o sedimento	
GRUPO	
SU:	Suelo
LO:	Lodo
SD:	Sedimento

Clasificación de Tejido Biológico			
GRUPO		SUB-GRUPO	
TA:	Animal		
TV:	Vegetal		Raíz
			Tallo
			Hoja

Leyenda		
F: Fecha	E: Este	B: Bolsa
H: Hora	V: Frasco de Vidrio	T° Mtra.: Temperatura de la Muestra
N: Norte	P: Frasco de Plástico	

	Muestreado por: LAB. INV. OLI / CUENTE	Cliente:
Nombre y Apellido:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	HINOSTROZA DIAZ JHOAN
Fecha:	6/05/2025	6/05/2025
Firma:		

Sello de recepción de muestra: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE HUANTA

Mary Amelia Cárdenas Bustamante
RESPONSABLE
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS

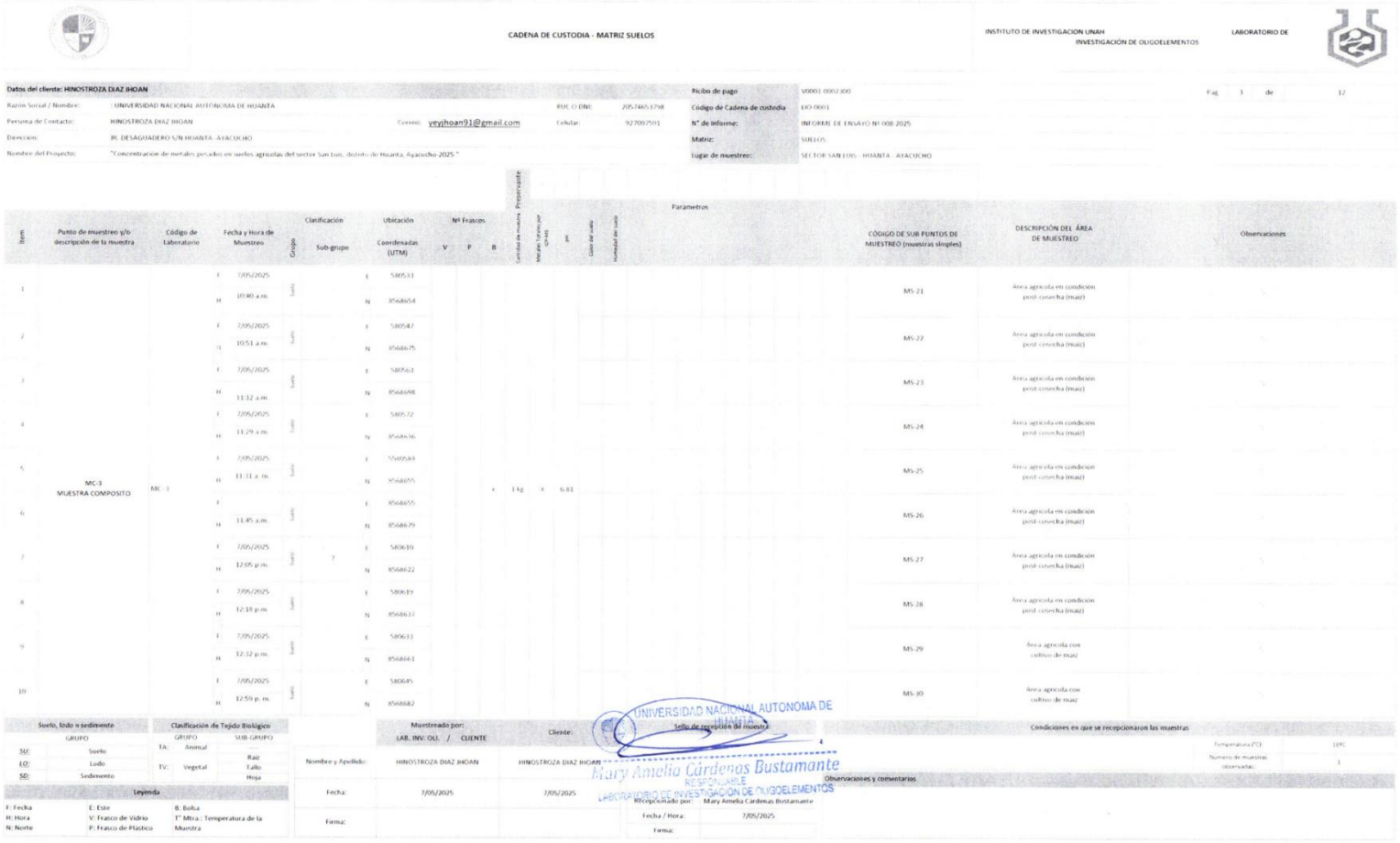
Recepcionado por: Mary Amelia Cardenas Bustamante
Fecha / Hora: 6/05/2025
Firma:

Condiciones en que se recepcionaron las muestras

Temperatura (°C):	16°C
Número de muestras observadas:	1

Observaciones y comentarios

Anexo D3. *Cadena de custodia para muestra compuesta MC-3 (mes de mayo)*



CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELOS

INSTITUTO DE INVESTIGACION UNAH
INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS
LABORATORIO DE

Datos del cliente: HINOSTROZA DIAZ JHOAN

Razón Social / Nombre:	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA	RUC O DNI:	20574653798	Recibo de pago	V0001 0002 100
Persona de Contacto:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	Correo:	yeyjhoan91@gmail.com	Celular:	927097591
Dirección:	JR. DESAGUADERO S/N HUANTA - AYACUCHO			Nº de informe:	INFORME DE ENSAYO Nº 008-2025
Nombre del Proyecto:	"Concentracion de metales pesados en suelos agricolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho-2025."			Matriz:	SUELOS
				Lugar de muestreo:	SECTOR SAN LUIS - HUANTA - AYACUCHO

Pag. 1 de 12

Parámetros

Ítem	Punto de muestreo y/o descripción de la muestra	Código de Laboratorio	Fecha y Hora de Muestreo	Clasificación Grupo	Clasificación Sub-grupo	Ubicación Coordenadas (UTM)	Nº Frascos V	Nº Frascos P	Nº Frascos B	Cantidad de muestra	Preservante: Tiempo por (días)	pH	Color del suelo	Humedad del suelo	CÓDIGO DE SUB PUNTOS DE MUESTREO (muestras simples)	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE MUESTREO	Observaciones
1	MC-3 MUESTRA COMPOSITO	MC-1	F: 7/05/2025 H: 10:40 a.m.	Suelo		E: 580533 N: 8568654				1 kg		6.81			MS-21	Área agrícola en condición post cosecha (maíz)	
2			F: 7/05/2025 H: 10:51 a.m.	Suelo		E: 580547 N: 8568675									MS-22	Área agrícola en condición post cosecha (maíz)	
3			F: 7/05/2025 H: 11:12 a.m.	Suelo		E: 580563 N: 8568698									MS-23	Área agrícola en condición post cosecha (maíz)	
4			F: 7/05/2025 H: 11:29 a.m.	Suelo		E: 580572 N: 8568636									MS-24	Área agrícola en condición post cosecha (maíz)	
5			F: 7/05/2025 H: 11:31 a.m.	Suelo		E: 580584 N: 8568655									MS-25	Área agrícola en condición post cosecha (maíz)	
6			F: H: 11:45 a.m.	Suelo		E: 8568655 N: 8568679									MS-26	Área agrícola en condición post cosecha (maíz)	
7			F: 7/05/2025 H: 12:05 p.m.	Suelo	7	E: 580610 N: 8568622									MS-27	Área agrícola en condición post cosecha (maíz)	
8			F: 7/05/2025 H: 12:18 p.m.	Suelo		E: 580619 N: 8568637									MS-28	Área agrícola en condición post cosecha (maíz)	
9			F: 7/05/2025 H: 12:32 p.m.	Suelo		E: 580633 N: 8568661									MS-29	Área agrícola con cultivo de maíz	
10			F: 7/05/2025 H: 12:59 p.m.	Suelo		E: 580649 N: 8568682									MS-30	Área agrícola con cultivo de maíz	

Suelo, lodo o sedimento	
GRUPO	
SU:	Suelo
LO:	Lodo
SD:	Sedimento

Clasificación de Tejido Biológico			
GRUPO		SUB-GRUPO	
TA:	Animal		
TV:	Vegetal	Raíz	
		Tallo	
		Hoja	

Leyenda		
F: Fecha	E: Este	B: Bolsa
H: Hora	V: Frasco de Vidrio	T° Mtra.: Temperatura de la Muestra
N: Norte	P: Frasco de Plástico	

	Muestreado por: LAB. INV. OLI. / CLIENTE	Cliente:
Nombre y Apellido:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	HINOSTROZA DIAZ JHOAN
Fecha:	7/05/2025	7/05/2025
Firma:		

Sello de recepción de muestra:

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
Mary Amelia Cárdenas Bustamante
RESPONSABLE
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS

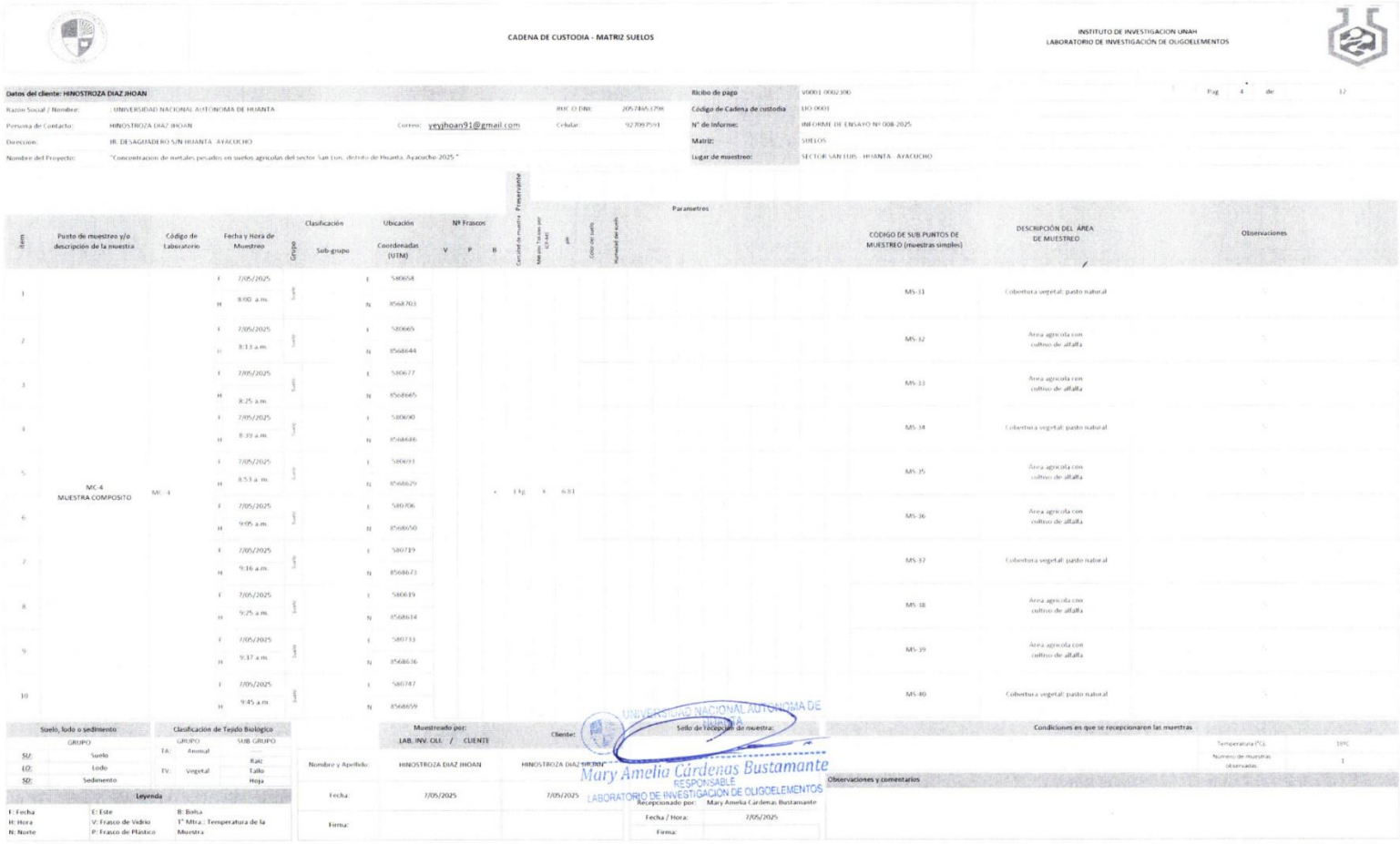
Condiciones en que se recepcionaron las muestras

Temperatura (°C):	18°C
Numero de muestras observadas:	1

Observaciones y comentarios

Recepcionado por:	Mary Amelia Cardenas Bustamante
Fecha / Hora:	7/05/2025
Firma:	

Anexo D4. *Cadena de custodia para muestra compuesta MC-4 (mes de mayo)*



CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELOS

INSTITUTO DE INVESTIGACION UNAH
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS

Datos del cliente: HINOSTROZA DIAZ JHOAN

Razon Social / Nombre:	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA	RUC O DNI:	20574653798	Recibo de pago	V0001 0002300
Persona de Contacto:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	Correo:	yeyjhoan91@gmail.com	Celular:	927097591
Direccion:	JR. DESAGUADERO S/N HUANTA - AYACUCHO				
Nombre del Proyecto:	"Concentracion de metales pesados en suelos agricolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho-2025."				

Código de Cadena de custodia	LIO-0001
N° de Informe:	INFORME DE ENSAYO N° 008-2025
Matriz:	SUELOS
Lugar de muestreo:	SECTOR SAN LUIS - HUANTA - AYACUCHO

Pag. 4 de 12

Item	Punto de muestreo y/o descripción de la muestra	Código de Laboratorio	Fecha y Hora de Muestreo	Clasificación: Grupo	Clasificación: Sub-grupo	Ubicación: Coordenadas (UTM)	Nº Frascos: V	Nº Frascos: P	Nº Frascos: B	Preservante	Parametros	CÓDIGO DE SUB PUNTOS DE MUESTREO (muestras simples)	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE MUESTREO	Observaciones
1	MC-4 MUESTRA COMPOSITO	MC-4	E 7/05/2025 H 8:00 a.m.	Suelo		E 580658 N 8568703						MS-31	Cobertura vegetal: pasto natural	
2			E 7/05/2025 H 8:13 a.m.	Suelo		E 580665 N 8568644						MS-32	Area agricola con cultivo de alfalfa	
3			E 7/05/2025 H 8:25 a.m.	Suelo		E 580677 N 8568665						MS-33	Area agricola con cultivo de alfalfa	
4			E 7/05/2025 H 8:39 a.m.	Suelo		E 580690 N 8568686						MS-34	Cobertura vegetal: pasto natural	
5			E 7/05/2025 H 8:53 a.m.	Suelo		E 580691 N 8568629						MS-35	Area agricola con cultivo de alfalfa	
6			E 7/05/2025 H 9:05 a.m.	Suelo		E 580706 N 8568650						MS-36	Area agricola con cultivo de alfalfa	
7			E 7/05/2025 H 9:16 a.m.	Suelo		E 580719 N 8568673						MS-37	Cobertura vegetal: pasto natural	
8			E 7/05/2025 H 9:25 a.m.	Suelo		E 580639 N 8568614						MS-38	Area agricola con cultivo de alfalfa	
9			E 7/05/2025 H 9:37 a.m.	Suelo		E 580733 N 8568636						MS-39	Area agricola con cultivo de alfalfa	
10			E 7/05/2025 H 9:45 a.m.	Suelo		E 580747 N 8568659						MS-40	Cobertura vegetal: pasto natural	

Parametros: Cantidad de muestra: 1 kg; Volumen Tarros por (L/kg): x 6.81; pH; Color del suelo; Humedad del suelo

Suelo, lodo o sedimento	
GRUPO	
SU:	Suelo
LO:	Lodo
SD:	Sedimento

Clasificación de Tejido Biológico			
GRUPO		SUB-GRUPO	
FA:	Animal		
FV:	Vegetal	Raiz	
		Tallo	
		Hoja	

Leyenda		
E: Fecha	E: Este	B: Bolsa
H: Hora	V: Frasco de Vidrio	T° Mtra.: Temperatura de la Muestra
N: Norte	P: Frasco de Plastico	

	Muestreado por: LAB. INV. OLI. / CLIENTE	Cliente:
Nombre y Apellido:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	HINOSTROZA DIAZ JHOAN
Fecha:	7/05/2025	7/05/2025
Firma:		

Sello de recepción de muestra:

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
Mary Amelia Cárdenas Bustamante
RESPONSABLE
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS

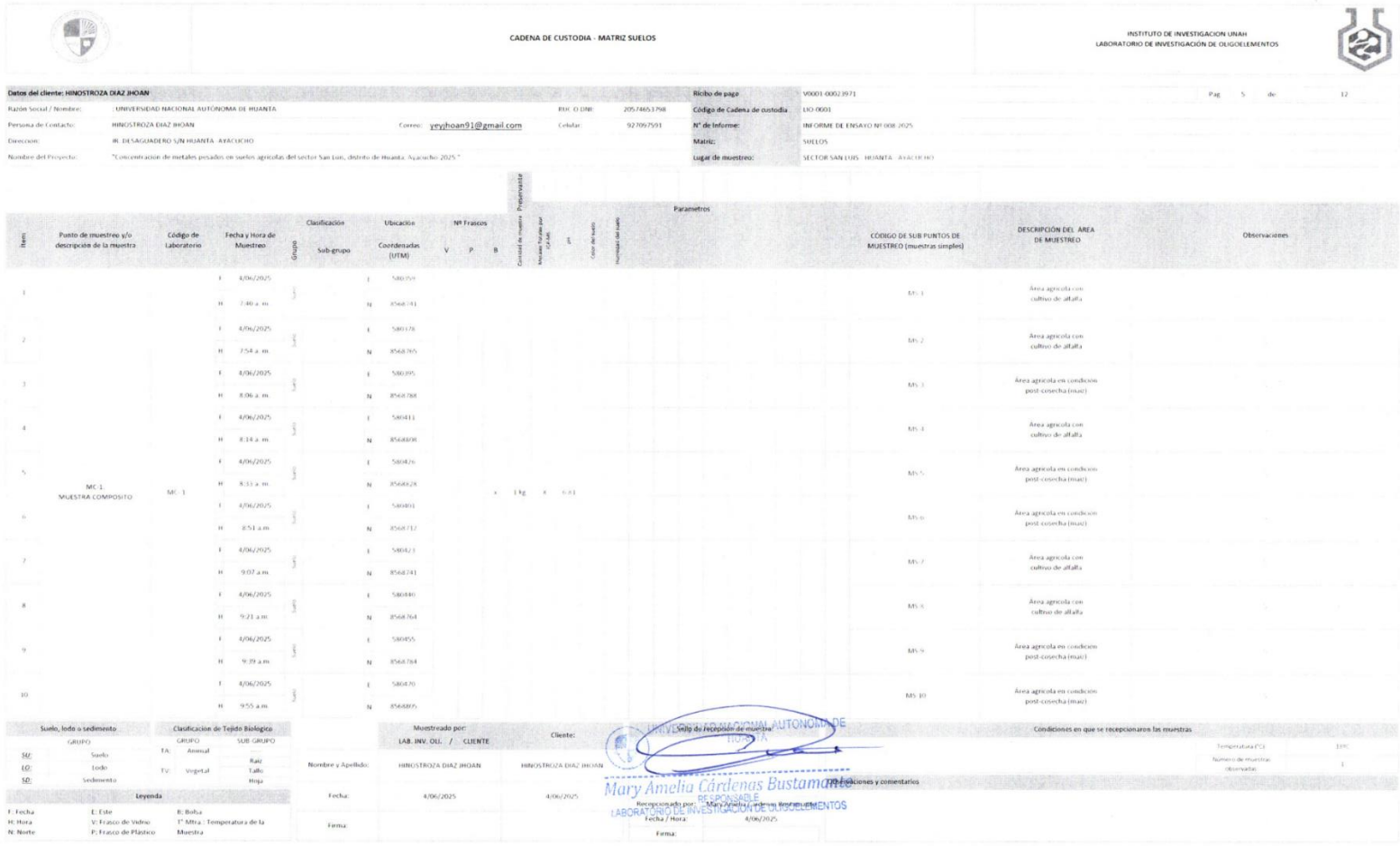
Recepcionado por: Mary Amelia Cárdenas Bustamante
Fecha / Hora: 7/05/2025
Firma:

Condiciones en que se recepcionaron las muestras

Temperatura (°C):	19°C
Numero de muestras observadas:	1

Observaciones y comentarios

Anexo D5. *Cadena de custodia para muestra compuesta MC-1 (mes de junio)*



CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELOS

INSTITUTO DE INVESTIGACION UNAH
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS

Datos del cliente: HINOSTROZA DIAZ JHOAN				Recibo de pago	V0001-0002971
Razón Social / Nombre:	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA		RUC O DNI:	Código de Cadena de custodia	LIO-0601
Persona de Contacto:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	Correo: yeyjhoan91@gmail.com	Celular: 927097591	N° de Informe:	INFORME DE ENSAYO N° 008-2025
Direccion:	JR. DESAGUADERO S/N HUANTA - AYACUCHO			Matriz:	SUELOS
Nombre del Proyecto:	"Concentración de metales pesados en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho 2025."			Lugar de muestreo:	SECTOR SAN LUIS - HUANTA - AYACUCHO

Pag 5 de 12

Item	Punto de muestreo y/o descripción de la muestra	Código de Laboratorio	Fecha y Hora de Muestreo	Clasificación Grupo	Clasificación Sub-grupo	Ubicación Coordenadas (UTM)	Nº Frascos V	Nº Frascos P	Nº Frascos B	Preservante: Cantidad de muestra	Preservante: Medio Frasco por Grupo	Parametros: pH	Parametros: Color de suelo	Parametros: Humedad del Suelo	CÓDIGO DE SUB PUNTOS DE MUESTREO (muestras simples)	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE MUESTREO	Observaciones
1			E 4/06/2025 H 7:40 a.m.	Suelo		E 580759 N 8568741									MS-1	Área agrícola con cultivo de alfalfa	
2			E 4/06/2025 H 7:54 a.m.	Suelo		E 580678 N 8568765									MS-2	Área agrícola con cultivo de alfalfa	
3			E 4/06/2025 H 8:06 a.m.	Suelo		E 580595 N 8568788									MS-3	Área agrícola en condicion post-cosecha (maiz)	
4			E 4/06/2025 H 8:14 a.m.	Suelo		E 580411 N 8568808									MS-4	Área agrícola con cultivo de alfalfa	
5	MC-1: MUESTRA COMPOSITO	MC-1	E 4/06/2025 H 8:33 a.m.	Suelo		E 580426 N 8568828				x 1 kg	x 0.81				MS-5	Área agrícola en condicion post-cosecha (maiz)	
6			E 4/06/2025 H 8:51 a.m.	Suelo		E 580401 N 8568737									MS-6	Área agrícola en condicion post-cosecha (maiz)	
7			E 4/06/2025 H 9:07 a.m.	Suelo		E 580423 N 8568741									MS-7	Área agrícola con cultivo de alfalfa	
8			E 4/06/2025 H 9:21 a.m.	Suelo		E 580440 N 8568764									MS-8	Área agrícola con cultivo de alfalfa	
9			E 4/06/2025 H 9:39 a.m.	Suelo		E 580455 N 8568784									MS-9	Área agrícola en condicion post-cosecha (maiz)	
10			E 4/06/2025 H 9:55 a.m.	Suelo		E 580470 N 8568805									MS-10	Área agrícola en condicion post-cosecha (maiz)	

Suelo, lodo o sedimento		Clasificacion de Tejido Biologico		
GRUPO		GRUPO		SUB GRUPO
SU:	Suelo	TA:	Animal	---
LO:	Lodo	TV:	Vegetal	Raiz
SD:	Sedimento			Tallo
				Hoja

Leyenda		
F: Fecha	E: Este	B: Bolsa
H: Hora	V: Frasco de Vidrio	T° Mtra.: Temperatura de la Muestra
N: Norte	P: Frasco de Plastico	

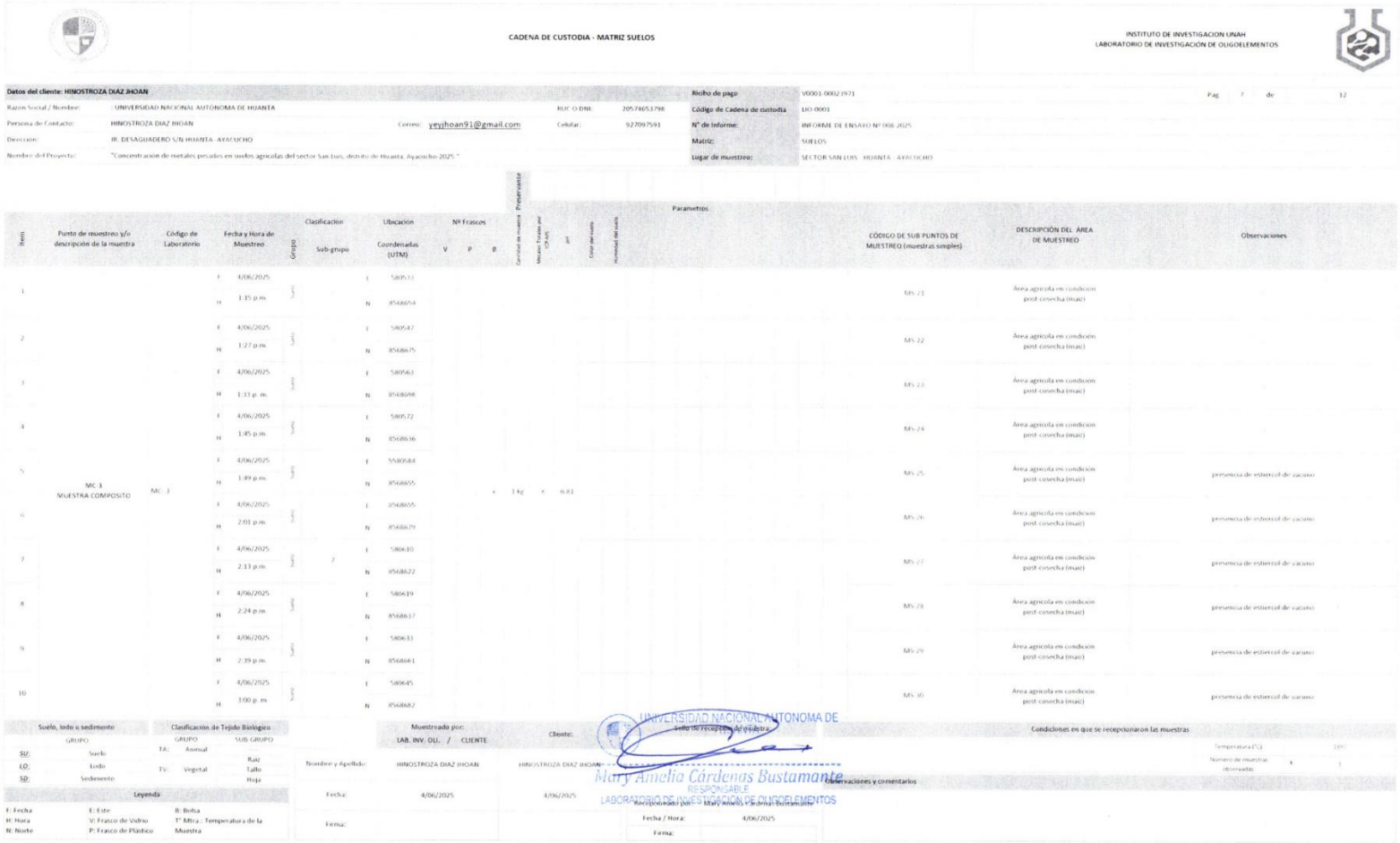
	Muestreado por: LAB. INV. OLI. / CLIENTE	Cliente:	Sello de recepción de muestra:
Nombre y Apellido:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	
Fecha:	4/06/2025	4/06/2025	Recepcionado por: Mary Amelia Cardenas Bustamante Fecha / Hora: 4/06/2025
Firma:			Firma:

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
Mary Amelia Cárdenas Bustamante
RESPONSABLE
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS

Condiciones en que se recepcionaron las muestras		
	Temperatura (°C)	19°C
	Numero de muestras observadas	1

Observaciones y comentarios

Anexo D6. *Cadena de custodia para muestra compuesta MC-2 (mes de junio)*



CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELOS

INSTITUTO DE INVESTIGACION UNAH
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS

Datos del cliente: HINOSTROZA DIAZ JHOAN

Razón Social / Nombre:	: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA	RUC O DNI:	20574653798	Recibo de pago:	V0001-00021971
Persona de Contacto:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	Correo:	yeyjhoan91@gmail.com	Celular:	927097591
Dirección:	JR. DESAGUADERO S/N HUANTA - AYACUCHO				
Nombre del Proyecto:	"Concentración de metales pesados en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho-2025."				

Código de Cadena de custodia	LIO-0001	
N° de Informe:	INFORME DE ENSAYO N° 008-2025	
Matriz:	SUELOS	
Lugar de muestreo:	SECTOR SAN LUIS - HUANTA - AYACUCHO	

Pag. 7 de 12

Ítem	Punto de muestreo y/o descripción de la muestra	Código de Laboratorio	Fecha y Hora de Muestreo		Clasificación Grupo	Clasificación Sub-grupo	Ubicación Coordenadas (UTM)		Nº Frascos V	P	B	Preservante	Parametros				CÓDIGO DE SUB PUNTOS DE MUESTREO (muestras simples)	DESCRIPCIÓN DEL AREA DE MUESTREO	Observaciones
													Cantidad de muestra	Materia Tratada por (CIA.Ltda.)	pH	Color del suelo	Humedad del suelo		
1			F: 4/06/2025		Suelo		E	580513									MS-21	Área agrícola en condición post-cosecha (maíz)	
			H: 1:15 p.m.				N	8568654											
2			F: 4/06/2025		Suelo		E	580547									MS-22	Área agrícola en condición post-cosecha (maíz)	
			H: 1:27 p.m.				N	8568675											
3			F: 4/06/2025		Suelo		E	580563									MS-23	Área agrícola en condición post-cosecha (maíz)	
			H: 1:33 p. m.				N	8568698											
4			F: 4/06/2025		Suelo		E	580572									MS-24	Área agrícola en condición post-cosecha (maíz)	
			H: 1:45 p.m.				N	8568616											
5	MC-3 MUESTRA COMPOSITO	MC - 3	F: 4/06/2025		Suelo		E	580584									MS-25	Área agrícola en condición post-cosecha (maíz)	presencia de estiercol de vacuno
			H: 1:49 p.m.				N	8568655	x	1 kg	x	6.81							
6			F: 4/06/2025		Suelo		E	8568655									MS-26	Área agrícola en condición post-cosecha (maíz)	presencia de estiercol de vacuno
			H: 2:01 p.m.				N	8568679											
7			F: 4/06/2025		Suelo	7	E	580610									MS-27	Área agrícola en condición post-cosecha (maíz)	presencia de estiercol de vacuno
			H: 2:13 p.m.				N	8568672											
8			F: 4/06/2025		Suelo		E	580619									MS-28	Área agrícola en condición post-cosecha (maíz)	presencia de estiercol de vacuno
			H: 2:24 p.m.				N	8568637											
9			F: 4/06/2025		Suelo		E	580633									MS-29	Área agrícola en condición post-cosecha (maíz)	presencia de estiercol de vacuno
			H: 2:39 p.m.				N	8568641											
10			F: 4/06/2025		Suelo		E	580645									MS-30	Área agrícola en condición post-cosecha (maíz)	presencia de estiercol de vacuno
			H: 3:00 p. m.				N	8568682											

Suelo, lodo o sedimento	
GRUPO	
SU:	Suelo
LO:	Lodo
SD:	Sedimento

Clasificación de Tejido Biológico		
GRUPO		SUB-GRUPO
TA:	Animal	
TV:	Vegetal	Raiz
		Tallo
		Hoja

Leyenda		
F: Fecha	E: Este	B: Bolsa
H: Hora	V: Frasco de Vidrio	T°: Mtra.: Temperatura de la Muestra
N: Norte	P: Frasco de Plástico	

	Muestreado por: LAB. INV. OLI.	Cliente:
Nombre y Apellido:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	HINOSTROZA DIAZ JHOAN
Fecha:	4/06/2025	4/06/2025
Firma:		

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
Sello de recepción de muestra
Mary Amelia Cárdenas Bustamante
RESPONSABLE
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS

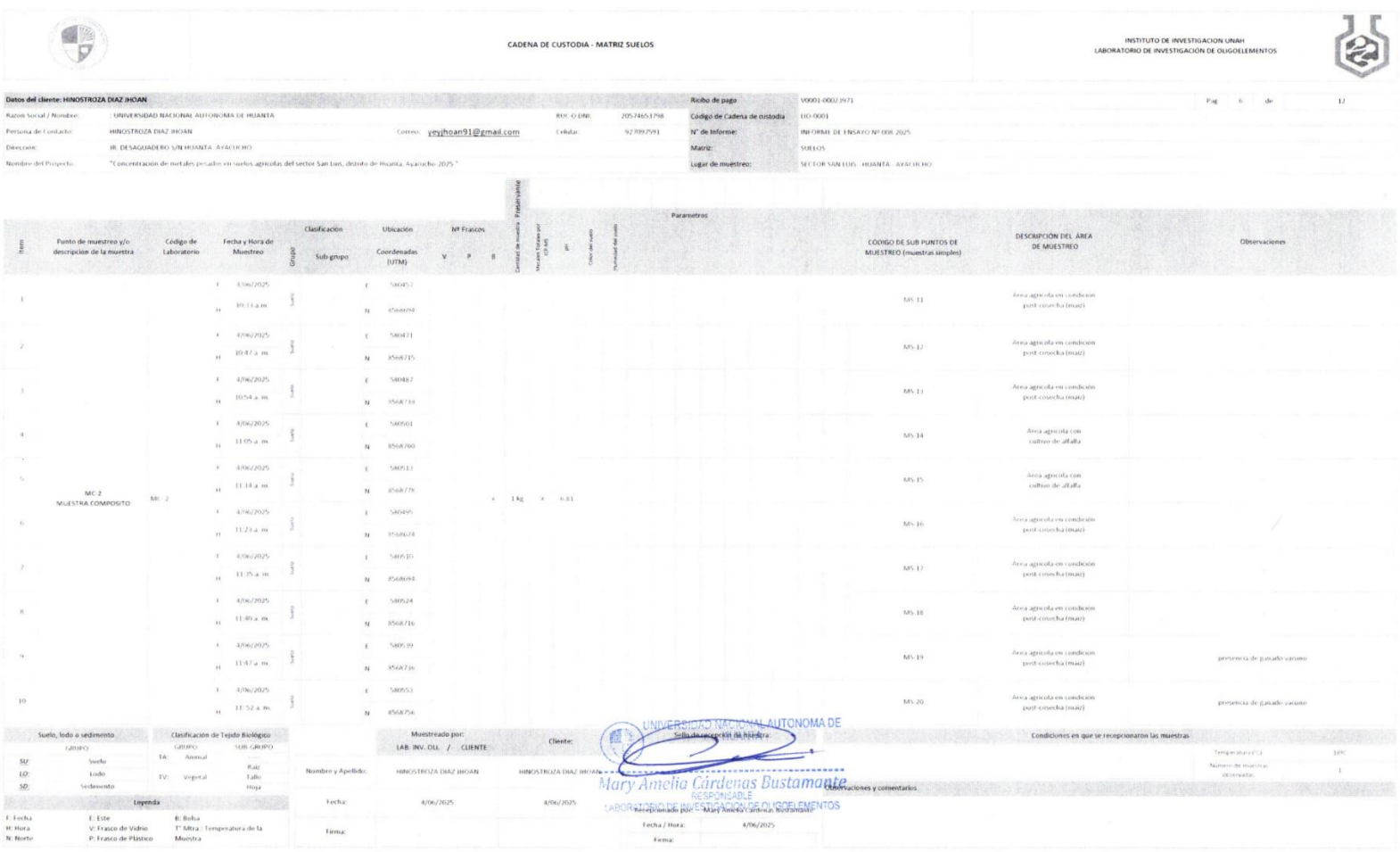
Recepcionado por: Mary Amelia Cárdenas Bustamante
Fecha / Hora: 4/06/2025
Firma:

Condiciones en que se recepcionaron las muestras

Temperatura (°C):	19°C
Numero de muestras observadas:	x 1

Observaciones y comentarios

Anexo D7. *Cadena de custodia para muestra compuesta MC-3 (mes de junio)*



CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELOS

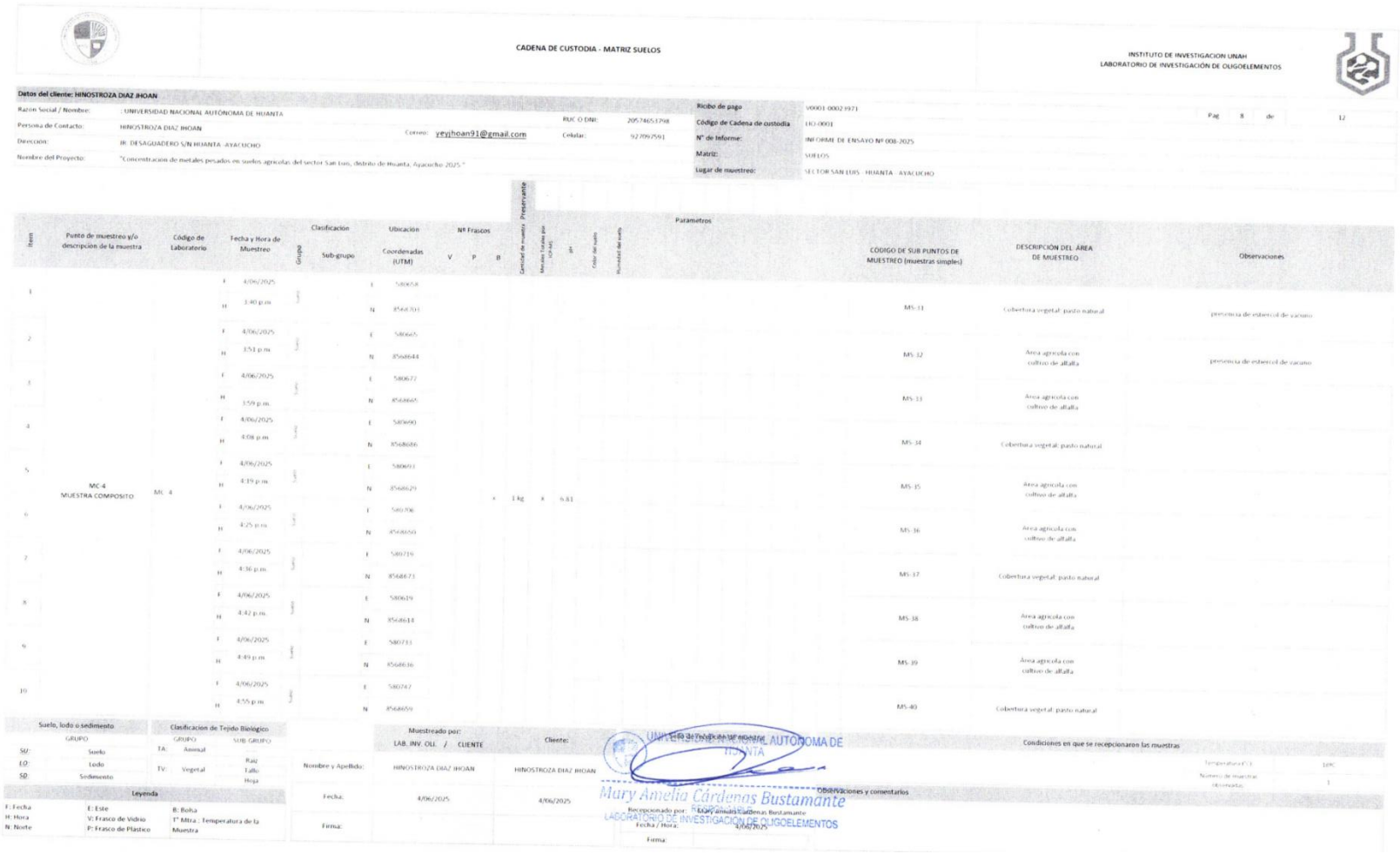
INSTITUTO DE INVESTIGACION UNAH
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS

Datos del cliente: HINOSTROZA DIAZ JHOAN

Razon Social / Nombre:	: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE HUANTA	RUC O DNI:	20574653798	Recibo de pago	V0001-0002371
Persona de Contacto:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	Correo:	yeyjhoan91@gmail.com	Celular:	927097591
Dirección:	JR. DESAGUADERO S/N HUANTA - AYACUCHO				
Nombre del Proyecto:	"Concentración de metales pesados en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho 2025 "				

| | | | | |

Anexo D8. *Cadena de custodia para muestra compuesta MC-4 (mes de junio)*



CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELOS

INSTITUTO DE INVESTIGACION UNAH
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS

Datos del cliente: HINOSTROZA DIAZ JHOAN

Razón Social / Nombre:	: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA	RUC O DNI:	20574651798
Persona de Contacto:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	Correo:	yeyjhoan91@gmail.com
Dirección:	JR. DESAGUADERO S/N HUANTA - AYACUCHO	Celular:	927097591
Nombre del Proyecto:	"Concentracion de metales pesados en suelos agricolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho 2025."		

Recibo de pago	V0001-00021971
Código de Cadena de custodia	LEO-0001
N° de Informe:	INFORME DE ENSAYO Nº 008-2025
Matriz:	SUELOS
Lugar de muestreo:	SECTOR SAN LUIS - HUANTA - AYACUCHO

Pag 8 de 12

Ítem	Punto de muestreo y/o descripción de la muestra	Código de Laboratorio	Fecha y Hora de Muestreo	Clasificación Grupo	Clasificación Sub-grupo	Ubicación Coordenadas (UTM)		Nº Frascos V	P	B	Preservante	Cantidad de muestra	Metales Totales por ICP-MS	pH	Color del suelo	Humedad del suelo	Parámetros	CÓDIGO DE SUB PUNTOS DE MUESTREO (muestras simples)	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE MUESTREO	Observaciones
1			F 4/06/2025			E	580658											MS-31	Cobertura vegetal: pasto natural	
			H 3:40 p.m.	Suelo		N	8568701													presencia de estiercol de vacuno
2			F 4/06/2025			E	580665											MS-32	Area agricola con cultivo de alfalfa	
			H 3:51 p.m.	Suelo		N	8568644													presencia de estiercol de vacuno
3			F 4/06/2025			E	580672											MS-33	Area agricola con cultivo de alfalfa	
			H 3:59 p.m.	Suelo		N	8568665													
4			F 4/06/2025			E	580690											MS-34	Cobertura vegetal: pasto natural	
			H 4:08 p.m.	Suelo		N	8568686													
5	MC-4 MUESTRA COMPOSITO	MC - 4	F 4/06/2025			E	580693											MS-35	Area agricola con cultivo de alfalfa	
			H 4:19 p.m.	Suelo		N	8568629					x	1 kg	x	6.81					
6			F 4/06/2025			E	580706											MS-36	Area agricola con cultivo de alfalfa	
			H 4:25 p.m.	Suelo		N	8568650													
7			F 4/06/2025			E	580719											MS-37	Cobertura vegetal: pasto natural	
			H 4:36 p.m.	Suelo		N	8568673													
8			F 4/06/2025			E	580639											MS-38	Area agricola con cultivo de alfalfa	
			H 4:42 p.m.	Suelo		N	8568614													
9			F 4/06/2025			E	580733											MS-39	Area agricola con cultivo de alfalfa	
			H 4:49 p.m.	Suelo		N	8568636													
10			F 4/06/2025			E	580747											MS-40	Cobertura vegetal: pasto natural	
			H 4:55 p.m.	Suelo		N	8568659													

Suelo, lodo o sedimento	
GRUPO	
SU:	Suelo
LO:	Lodo
SD:	Sedimento

Clasificacion de Tejido Biologico		
GRUPO		SUB GRUPO
TA:	Animal	
TV:	Vegetal	Raiz
		Tallo
		Hoja

Leyenda		
F: Fecha	E: Este	B: Bolsa
H: Hora	V: Frasco de Vidrio	T° Mtra.: Temperatura de la Muestra
N: Norte	P: Frasco de Plástico	

	Muestreado por: LAB. INV. OLI / CLIENTE	Cliente:
Nombre y Apellido:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	HINOSTROZA DIAZ JHOAN
Fecha:	4/06/2025	4/06/2025
Firma:		

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
Mary Amelia Cárdenas Bustamante
LABORATORIO DE INVESTIGACION DE OLIGOELEMENTOS

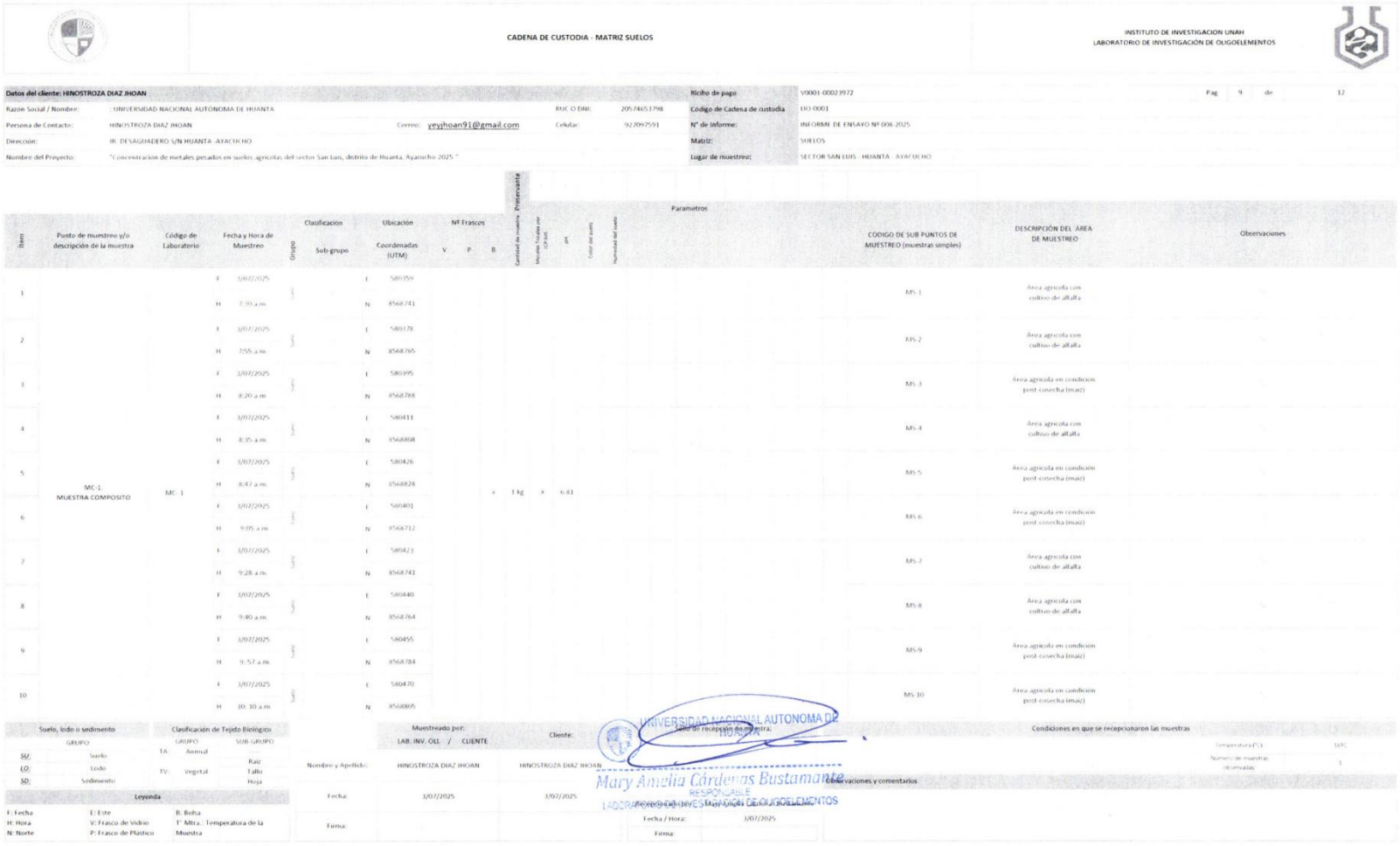
Condiciones en que se recepcionaron las muestras

Temperatura (°C)	16C
Numero de muestras observadas	1

Observaciones y comentarios

Recepcionado por: Mary Amelia Cardenas Bustamante
Fecha / Hora: 4/06/2025
Firma:

Anexo D9. *Cadena de custodia para muestra compuesta MC-1 (mes de julio)*



CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELOS

INSTITUTO DE INVESTIGACION UNAH
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS

Datos del cliente: HINOSTROZA DIAZ JHOAN		Recibo de pago	V0001-0002972
Razon Social / Nombre:	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA	RUC O DNI: 20574653798	Código de Cadena de custodia: HO 0001
Persona de Contacto:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	Correo: yeyjhoan91@gmail.com Celular: 922097591	N° de informe: INFORME DE ENSAYO Nº 008-2025
Dirección:	JR. DESAGUADERO S/N HUANTA - AYACUCHO	Matriz:	SUELOS
Nombre del Proyecto:	"Concentración de metales pesados en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho 2025 "	Lugar de muestreo:	SECTOR SAN LUIS - HUANTA - AYACUCHO

Pag 9 de 12

Ítem	Punto de muestreo y/o descripción de la muestra	Código de Laboratorio	Fecha y Hora de Muestreo	Clasificacion Grupo	Clasificacion Sub grupo	Ubicación Coordenadas (UTM)	Nº Frascos V	Nº Frascos P	Nº Frascos B	Preservante Cantidad de muestra	Preservante Muestra Tratada con (CH3)2CO	Parametros pH	Parametros Color del suelo	Parametros Humedad del Suelo	CODIGO DE SUB PUNTOS DE MUESTREO (muestras simples)	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE MUESTREO	Observaciones
1	MC-1 MUESTRA COMPOSITO	MC- 1	F 3/07/2025 H 7:30 a.m.	Suelo		E 580359 N 8568741									MS-1	Área agrícola con cultivo de alfalfa	
2			F 3/07/2025 H 7:55 a.m.	Suelo		E 580378 N 8568765									MS-2	Área agrícola con cultivo de alfalfa	
3			F 3/07/2025 H 8:20 a.m.	Suelo		E 580395 N 8568788									MS-3	Área agrícola en condición post cosecha (maiz)	
4			F 3/07/2025 H 8:35 a.m.	Suelo		E 580411 N 8568808									MS-4	Área agrícola con cultivo de alfalfa	
5			F 3/07/2025 H 8:47 a.m.	Suelo		E 580426 N 8568828		x	1 kg	x	6.81				MS-5	Área agrícola en condición post cosecha (maiz)	
6			F 3/07/2025 H 9:05 a.m.	Suelo		E 580401 N 8568712									MS-6	Área agrícola en condición post cosecha (maiz)	
7			F 3/07/2025 H 9:28 a.m.	Suelo		E 580423 N 8568741									MS-7	Área agrícola con cultivo de alfalfa	
8			F 3/07/2025 H 9:40 a.m.	Suelo		E 580440 N 8568764									MS-8	Área agrícola con cultivo de alfalfa	
9			F 3/07/2025 H 9:57 a.m.	Suelo		E 580455 N 8568784									MS-9	Área agrícola en condición post cosecha (maiz)	
10			F 3/07/2025 H 10: 10 a.m.	Suelo		E 580470 N 8568865									MS-10	Área agrícola en condición post cosecha (maiz)	

Suelo, lodo o sedimento	
GRUPO	
SU:	Suelo
LO:	Lodo
SD:	Sedimento

Clasificación de Tejido Biológico			
GRUPO		SUB-GRUPO	
TA:	Animal		
TV:	Vegetal		Raiz
			Tallo
			Hoja

Leyenda		
F: Fecha	E: Este	B: Bolsa
H: Hora	V: Frasco de Vidrio	T° Mtra.: Temperatura de la Muestra
N: Norte	P: Frasco de Plástico	

	Muestreado por: LAB. INV. OLI. / CLIENTE	Cliente:	Recepción de muestra:
Nombre y Apellido:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	Mary Amelia Cárdenas Bustamante
Fecha:	3/07/2025	3/07/2025	RESPONSABLE LABORATORIO DE OLIGOELEMENTOS
Firma:			Fecha / Hora: 3/07/2025
			Firma:

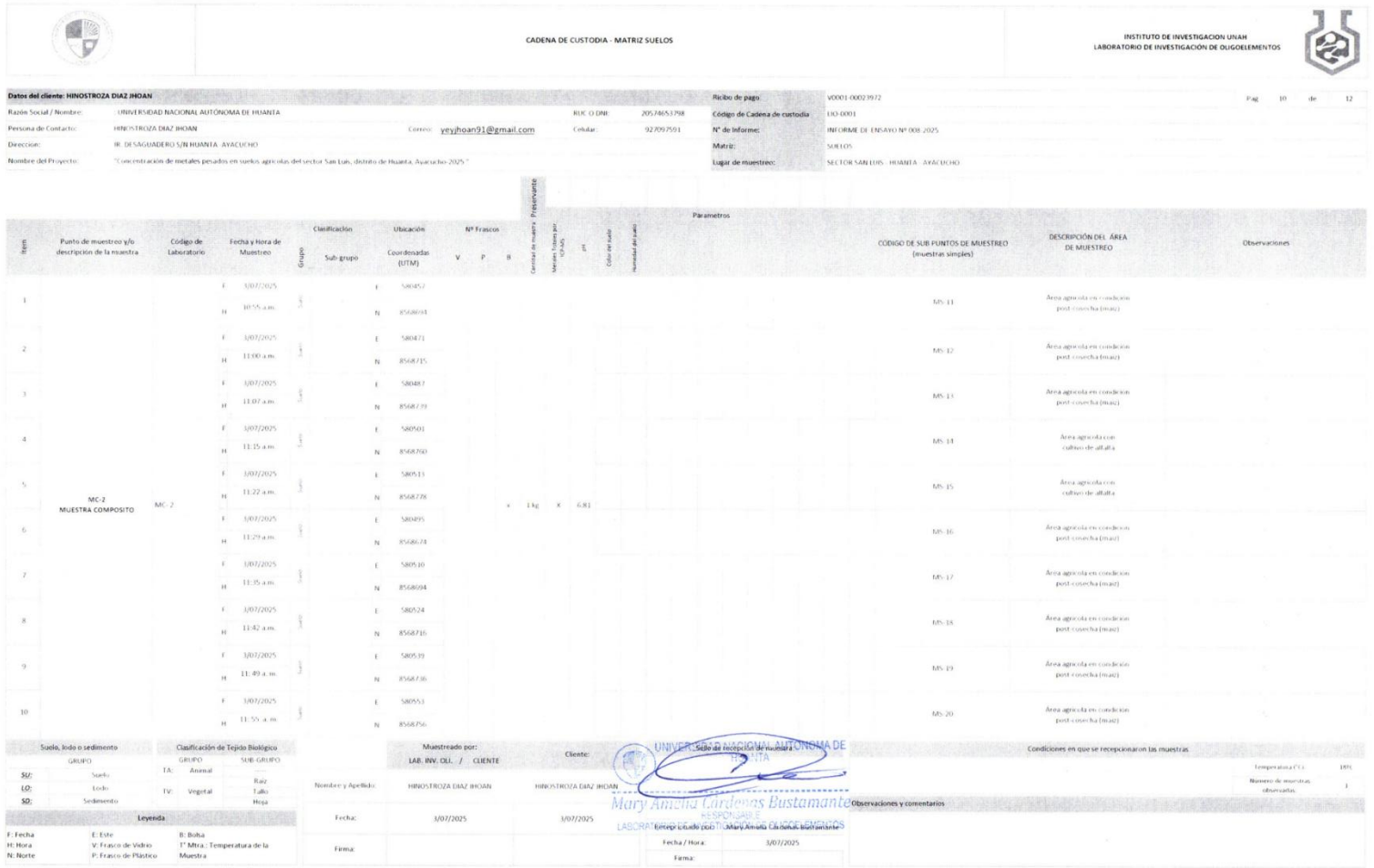
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE HUANTA

Condiciones en que se recepcionaron las muestras

Temperatura (°C):	16°C
Numero de muestras observadas:	1

Observaciones y comentarios

Anexo D10. *Cadena de custodia para muestra compuesta MC-2 (mes de julio)*



CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELOS

INSTITUTO DE INVESTIGACION UNAH
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS

Datos del cliente: HINOSTROZA DIAZ JHOAN

Razón Social / Nombre:	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA	RUC O DNI:	20574653798	Recibo de pago:	V0001-0002972
Persona de Contacto:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	Correo:	yeyjhoan91@gmail.com	Celular:	927097591
Direccion:	JR. DESAGUADERO S/N HUANTA - AYACUCHO				
Nombre del Proyecto:	"Concentración de metales pesados en suelos agrícolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho-2025."				

Código de Cadena de custodia	LIO-0001
N° de Informe:	INFORME DE ENSAYO N° 008 -2025
Matriz:	SUELOS
Lugar de muestreo:	SECTOR SAN LUIS - HUANTA - AYACUCHO

Pag 10 de 12

Item	Punto de muestreo y/o descripción de la muestra	Código de Laboratorio	Fecha y Hora de Muestreo	Clasificación Grupo	Clasificación Sub grupo	Ubicación Coordenadas (UTM)	N° Frascos V	N° Frascos P	N° Frascos B	Preservante	Parametros	CÓDIGO DE SUB PUNTOS DE MUESTREO (muestras simples)	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE MUESTREO	Observaciones
1	MC-2 MUESTRA COMPOSITO	MC - 2	F: 3/07/2025 H: 10:55 a.m.	Suelo	E N	580457 8568693	x	1 kg	x	6.81		MS-11	Area agricola en condicion post-cosecha (maiz)	
2			F: 3/07/2025 H: 11:00 a.m.	Suelo	E N	580471 8568715						MS-12	Area agricola en condicion post-cosecha (maiz)	
3			F: 3/07/2025 H: 11:07 a.m.	Suelo	E N	580487 8568739						MS-13	Area agricola en condicion post-cosecha (maiz)	
4			F: 3/07/2025 H: 11:15 a.m.	Suelo	E N	580501 8568760						MS-14	Area agricola con cultivo de alfalfa	
5			F: 3/07/2025 H: 11:22 a.m.	Suelo	E N	580513 8568778						MS-15	Area agricola con cultivo de alfalfa	
6			F: 3/07/2025 H: 11:29 a.m.	Suelo	E N	580495 8568674						MS-16	Area agricola en condicion post-cosecha (maiz)	
7			F: 3/07/2025 H: 11:35 a.m.	Suelo	E N	580510 8568694						MS-17	Area agricola en condicion post-cosecha (maiz)	
8			F: 3/07/2025 H: 11:42 a.m.	Suelo	E N	580524 8568716						MS-18	Area agricola en condicion post-cosecha (maiz)	
9			F: 3/07/2025 H: 11: 49 a. m.	Suelo	E N	580539 8568736						MS-19	Area agricola en condicion post-cosecha (maiz)	
10			F: 3/07/2025 H: 11: 55 a. m.	Suelo	E N	580553 8568756						MS-20	Area agricola en condicion post-cosecha (maiz)	

Suelo, lodo o sedimento	
GRUPO	
SU:	Suelo
LO:	Lodo
SD:	Sedimento

Clasificación de Tejido Biológico		
GRUPO		SUB-GRUPO
TA:	Animal	
TV:	Vegetal	Raiz
		Tallo
		Hoja

Leyenda		
F: Fecha	E: Este	B: Bolsa
H: Hora	V: Frasco de Vidrio	T° Mtra.: Temperatura de la Muestra
N: Norte	P: Frasco de Plástico	

	Muestreado por: LAB. INV. OLI. / CLIENTE	Cliente:
Nombre y Apellido:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	HINOSTROZA DIAZ JHOAN
Fecha:	3/07/2025	3/07/2025
Firma:		

Sello de recepción de muestra: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA

Mary Amelia Cardenas Bustamante
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE OLIGOELEMENTOS

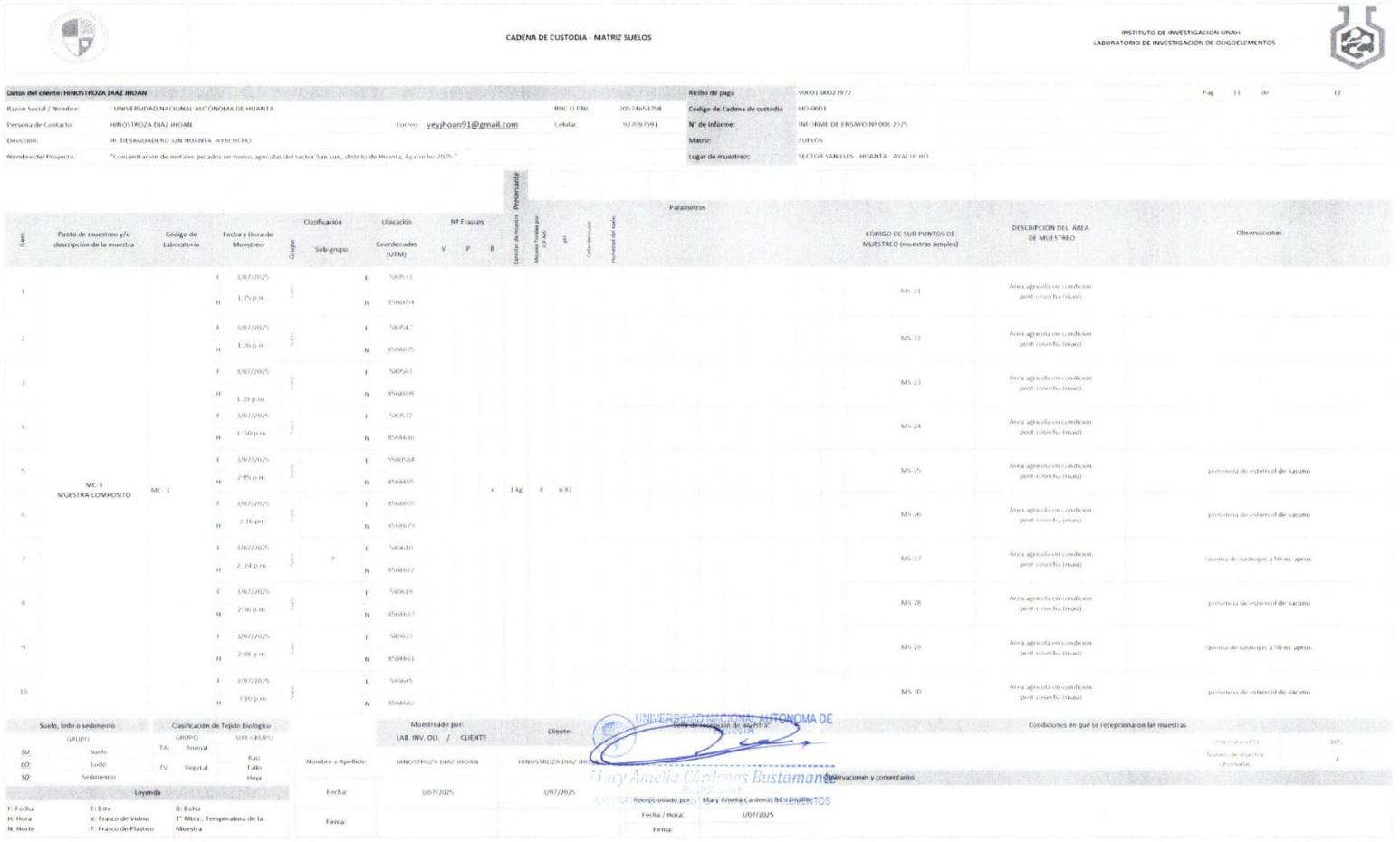
Entregado por: Mary Amelia Cardenas Bustamante
Fecha / Hora: 3/07/2025
Firma:

Condiciones en que se recepcionaron las muestras

Temperatura (°C): 19°C
Numero de muestras observadas: 1

Observaciones y comentarios

Anexo D11. *Cadena de custodia para muestra compuesta MC-3 (mes de julio)*



CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELOS

INSTITUTO DE INVESTIGACION UNAH
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS

Datos del cliente: HINOSTROZA DIAZ JHOAN		Recibo de pago	V0001-00023972
Razon Social / Nombre:	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA	RUC O DNI: 20574653708	Código de Cadena de custodia: LIO-0001
Persona de Contacto:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	Correo: yeyjhoan91@gmail.com Celular: 923097591	N° de informe: INFORME DE ENSAYO Nº 008-2025
Direccion:	JR. DESAGUADERO S/N HUANTA - AYACUCHO		Matriz: SUELOS
Nombre del Proyecto:	"Concentracion de metales pesados en suelos agricolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho-2025 "		Lugar de muestreo: SECTOR SAN LUIS - HUANTA - AYACUCHO

Pag 11 de 12

Item	Punto de muestreo y/o descripcion de la muestra	Código de Laboratorio	Fecha y Hora de Muestreo	Clasificación Grupo	Clasificación Sub-grupo	Ubicación Coordenadas (UTM)	Nº Frascos V	Nº Frascos P	Nº Frascos B	Preservante: Cantidad de muestra	Parametros: Masa de Tierra por (gr/cm3)	Parametros: pH	Parametros: Color del suelo	Parametros: Humedad del suelo	CODIGO DE SUB PUNTOS DE MUESTREO (muestras simples)	DESCRIPCION DEL AREA DE MUESTREO	Observaciones
1	MC-3 MUESTRA COMPOSITO	MC - 3	F 3/07/2025 H 1:35 p.m.	Suelo		E 580513 N 8568654									MS-21	Área agricola en condicion post-cosecha (maiz)	
2			F 3/07/2025 H 1:26 p.m.	Suelo		E 580543 N 8568675									MS-22	Área agricola en condicion post-cosecha (maiz)	
3			F 3/07/2025 H 1:20 p.m.	Suelo		E 580563 N 8568698									MS-23	Área agricola en condicion post-cosecha (maiz)	
4			F 3/07/2025 H 1:50 p.m.	Suelo		E 580572 N 8568636									MS-24	Área agricola en condicion post-cosecha (maiz)	
5			F 3/07/2025 H 2:05 p.m.	Suelo		E 580588 N 8568655		x	1 kg	x	6.81				MS-25	Área agricola en condicion post-cosecha (maiz)	presencia de estiercol de vacuno
6			F 3/07/2025 H 2:16 pm	Suelo		E 580605 N 8568679									MS-26	Área agricola en condicion post-cosecha (maiz)	presencia de estiercol de vacuno
7			F 3/07/2025 H 2:24 p.m.	Suelo	7	E 580610 N 8568622									MS-27	Área agricola en condicion post-cosecha (maiz)	cuenta de castrejon a 50 m. aprox.
8			F 3/07/2025 H 2:36 p.m.	Suelo		E 580619 N 8568637									MS-28	Área agricola en condicion post-cosecha (maiz)	presencia de estiercol de vacuno
9			F 3/07/2025 H 2:48 p.m.	Suelo		E 580633 N 8568661									MS-29	Área agricola en condicion post-cosecha (maiz)	cuenta de castrejon a 50 m. aprox.
10			F 3/07/2025 H 3:10 p.m.	Suelo		E 580645 N 8568682									MS-30	Área agricola en condicion post-cosecha (maiz)	presencia de estiercol de vacuno

Suelo, lodo o sedimento	
GRUPO	
SU:	Suelo
LO:	Lodo
SD:	Sedimento

Clasificación de Tejido Biologico		
GRUPO		SUB-GRUPO
TA:	Animal	
TV:	Vegetal	Raiz Tallo Hoja

Leyenda		
F: Fecha	E: Este	B: Bolsa
H: Hora	V: Frasco de Vidrio	T° Mtra.: Temperatura de la Muestra
N: Norte	P: Frasco de Plastico	

	Muestreado por: LAB. INV. OLI. / CLIENTE	Cliente:	Sello de recepción de muestra:
Nombre y Apellido:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	
Fecha:	3/07/2025	3/07/2025	
Firma:			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
Mary Amelia Cárdenas Bustamante
LABORATORISTA

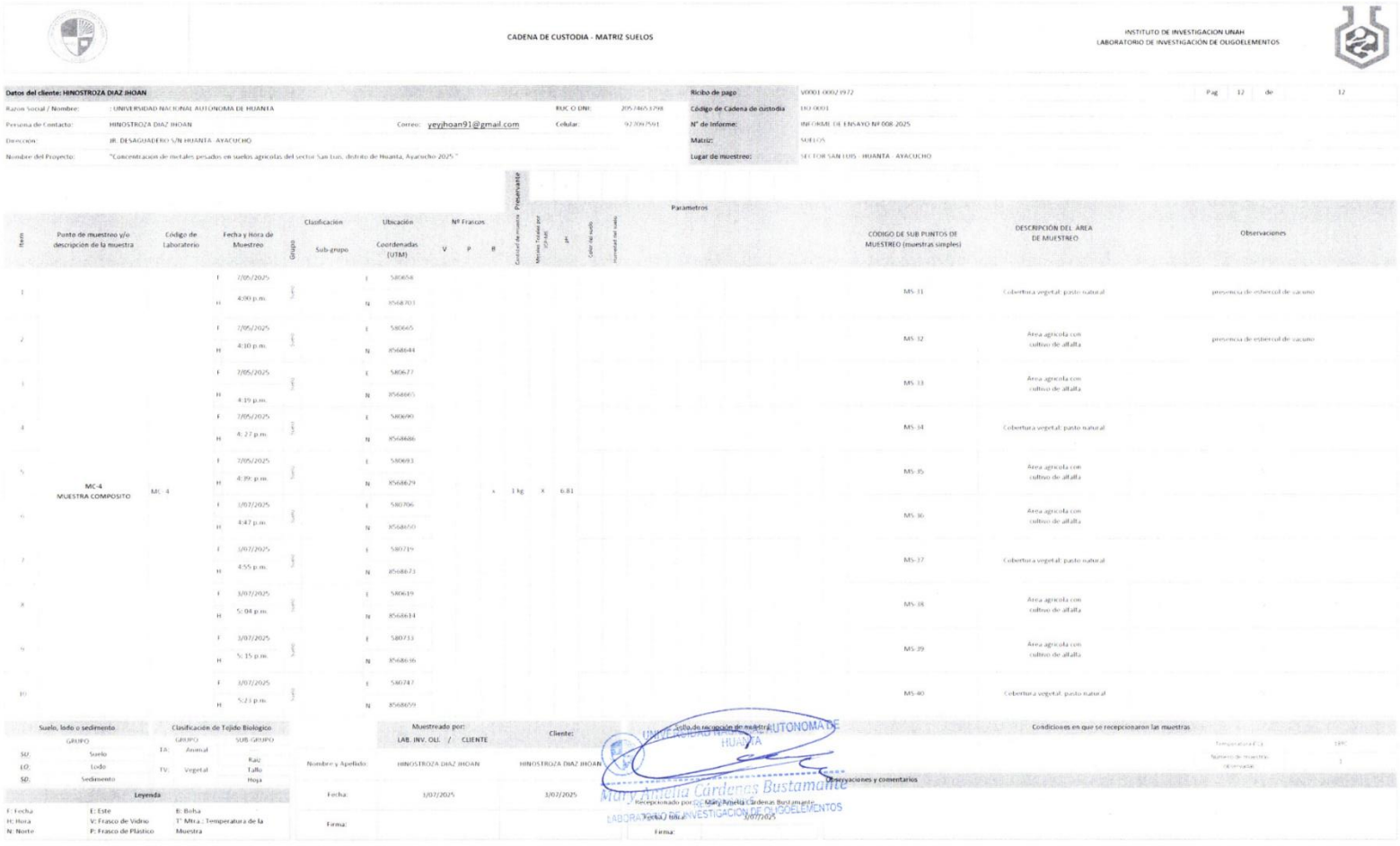
Condiciones en que se recepcionaron las muestras

Temperatura (°C)	16°C
Numero de muestras recepcionadas	1

Observaciones y comentarios

Recepcionado por:	Mary Amelia Cardenas Bustamante
Fecha / Hora:	3/07/2025
Firma:	

Anexo D12. *Cadena de custodia para muestra compuesta MC-4 (mes de julio)*



CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELOS

INSTITUTO DE INVESTIGACION UNAH
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS

Datos del cliente: HINOSTROZA DIAZ JHOAN		Recibo de pago:	V0001-0002-1972
Razon Social / Nombre:	: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE HUANTA	RUC O DNI:	20574651798
Persona de Contacto:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	Correo: yeyjhoan91@gmail.com	Celular: 923097591
Direccion:	JR. DESAGUADERO S/N HUANTA - AYACUCHO		
Nombre del Proyecto:	"Concentracion de metales pesados en suelos agricolas del sector San Luis, distrito de Huanta, Ayacucho-2025 "		

Código de Cadena de custodia	LIO-0001	
N° de Informe:	INFORME DE ENSAYO N° 008-2025	
Matriz:	SUELOS	
Lugar de muestreo:	SECTOR SAN LUIS - HUANTA - AYACUCHO	

Pag 12 de 12

Item	Punto de muestreo y/o descripción de la muestra	Código de Laboratorio	Fecha y Hora de Muestreo	Clasificación Grupo	Clasificación Sub-grupo	Ubicación Coordenadas (UTM)	Nº Frascos V	Nº Frascos P	Nº Frascos B	Preservante	Parámetros	CODIGO DE SUB PUNTOS DE MUESTREO (muestras simples)	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE MUESTREO	Observaciones
1			F 7/05/2025 H 4:00 p.m.	Suelo		E 580658 N 8568703						MS-11	Cobertura vegetal: pasto natural	presencia de estiercol de vacuno
2			F 7/05/2025 H 4:10 p.m.	Suelo		E 580665 N 8568644						MS-12	Área agrícola con cultivo de alfalfa	presencia de estiercol de vacuno
3			F 7/05/2025 H 4:19 p.m.	Suelo		E 580677 N 8568665						MS-13	Área agrícola con cultivo de alfalfa	
4			F 7/05/2025 H 4: 27 p.m.	Suelo		E 580690 N 8568686						MS-14	Cobertura vegetal: pasto natural	
5	MC-4 MUESTRA COMPOSITO	MC- 4	F 7/05/2025 H 4: 39: p.m.	Suelo		E 580693 N 8568629		x 1 kg	x 6.81			MS-15	Área agrícola con cultivo de alfalfa	
6			F 1/07/2025 H 4:47 p.m.	Suelo		E 580706 N 8568650						MS-16	Área agrícola con cultivo de alfalfa	
7			F 1/07/2025 H 4:55 p.m.	Suelo		E 580719 N 8568673						MS-17	Cobertura vegetal: pasto natural	
8			F 1/07/2025 H 5: 04 p.m.	Suelo		E 580619 N 8568634						MS-18	Área agrícola con cultivo de alfalfa	
9			F 1/07/2025 H 5: 15 p.m.	Suelo		E 580733 N 8568636						MS-19	Área agrícola con cultivo de alfalfa	
10			F 1/07/2025 H 5:23 p.m.	Suelo		E 580747 N 8568659						MS-40	Cobertura vegetal: pasto natural	

Suelo, lodo o sedimento		Clasificación de Tejido Biologico		
GRUPO		GRUPO		SUB GRUPO
SU:	Suelo	TA:	Animal	
LO:	Lodo	TV:	Vegetal	Raiz
SD:	Sedimento			Tallo
				Hoja

Leyenda		
F: Fecha	E: Este	B: Boha
H: Hora	V: Frasco de Vidrio	T° Mtra.: Temperatura de la Muestra
N: Norte	P: Frasco de Plastico	

	Muestreado por: LAB. INV. OLI. / CLIENTE	Cliente:	Sello de recepción de muestra: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE HUANTA
Nombre y Apellido:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	HINOSTROZA DIAZ JHOAN	
Fecha:	1/07/2025	1/07/2025	Recepcionado por: Mary Amelia Cárdenas Bustamante LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS
Firma:		Fecha / Hora:	1/07/2025
		Firma:	

Condiciones en que se recepcionaron las muestras

Temperatura (°C)	19°C
Número de muestras observadas	1

Observaciones y comentarios

Anexo E. *Informes de ensayos de Laboratorio de Investigación de Oligoelementos - Universidad Nacional Autónoma de Huanta*

Anexo E1. *Informe de ensayo de laboratorio (mes de mayo)*

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
INSTITUTO DE INVESTIGACION

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS
INFORME DE ENSAYO Nº 006-2025

LIO-250006

A solicitud de:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN		
Dirección:	JR. DESAGUADERO S/N HUANTA -AYACUCHO		
Solicitud de ensayo:	V0001-00002300	Cantidad Muestras:	4
Muestreo realizado por:	CLIENTE	Fecha de Recepción a LIO:	6/05/2025
Procedencia:	SECTOR SAN LUIS		

Análisis	Método
Metales por ICP-MS	EPA Method 3051A Rev. 01:2007/EPA Method 6020B Rev. 04:2014. Microwave assisted acid digestion of Sediments, sludges, soils, and oils//Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

Huanta, 27 de Agosto del 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por CARDENAS BUSTAMANTE Mary Amelia FAU 20574653798 soft
Fecha: 2025.08.27 15:17:07 -05'00'

Mtra. Mary Amelia Cárdenas Bustamante
Responsable del Laboratorio de Investigación de Oligoelementos
Universidad Nacional Autónoma de Huanta

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE HUANTA
INSTITUTO DE INVESTIGACION

LABORATORIO DE INVESTIGACION DE OLIGOELEMENTOS
INFORME DE ENSAYO Nº 006-2025

LIO-250006

ICP Masa Total

Matriz			SUELO	SUELO	SUELO	SUELO
Producto descrito como Identificacion de Muestra			SUELO AGRICOLA	SUELO AGRICOLA	SUELO AGRICOLA	SUELO AGRICOLA
Fecha de muestreo		L.C.*	MC-1. Muestra Compuesta-Sector San Luis. 06-05-25 12:50	MC-2 Muestra Compuesta-Sector San Luis. 06-05-25 16:20	MC-3. Muestra Compuesta-Sector San Luis. 07-05-25 13:34 pm	MC-4. Muestra Compuesta-Sector San Luis. 07-05-25 10:28 am
Plata Total	mg/Kg	0.7	< 0.7	0.83567	1.41843	1.44607
Aluminio Total	mg/Kg	7	23131.33479	25460.89964	23715.72996	22688.53060
Arsénico Total	mg/Kg	3	19.33519	19.66773	19.34663	21.16971
Bario Total	mg/Kg	0.3	175.07941	168.38796	183.97321	177.28978
Berilio Total	mg/Kg	1	< 1	< 1	< 1	< 1
Calcio Total	mg/Kg	3	4257.86728	4324.76369	3967.92222	3597.62480
Cadmio Total	mg/Kg	0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
Cobalto Total	mg/Kg	0.7	8.20167	8.03239	7.98524	8.17091
Cromo Total	mg/Kg	1	22.28896	20.91084	18.53091	18.91534
Cobre Total	mg/Kg	1	3.20925	2.49148	2.24523	2.22162
Hierro Total	mg/Kg	10	24768.82702	24623.63735	24290.87355	25878.56121
Mercurio Total	mg/Kg	0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
Potasio Total	mg/Kg	100	5633.82662	5969.72291	5872.71919	5440.34897
Magnesio Total	mg/Kg	7	3016.37067	3056.91523	2769.29278	2857.54332
Manganeso Total	mg/Kg	0.3	699.66082	529.80728	637.84324	611.85215
Molibdeno Total	mg/Kg	1	1.24312	< 1	< 1	< 1
Sodio Total	mg/Kg	10	3859.24193	3187.45342	4010.97365	4473.31797
Niquel Total	mg/Kg	1.7	7.29597	6.24806	5.71456	5.57329
Antimonio Total	mg/Kg	2.7	< 2.7	< 2.7	< 2.7	< 2.7
Selenio Total	mg/Kg	7	< 7	< 7	< 7	< 7
Estroncio Total	mg/Kg	0.1	51.50088	55.10620	47.60846	55.43478
Vanadio Total	mg/Kg	1	39.50817	37.78609	35.16474	39.05882
Zinc Total	mg/Kg	0.7	2.21949	3.37561	3.82641	3.35294
Titanio total	mg/Kg	7	< 7	< 7	< 7	< 7
Torio Total	mg/Kg	0.3	5.77083	6.18353	5.75429	5.90580
Uranio Total	mg/Kg	0.3	1.12077	1.48181	1.16394	1.04134
Plomo Total	mg/Kg	3	13.73870	13.00280	16.80064	13.50366

*El límite de cuantificación (LC) se define como la concentración mínima de un analito que puede cuantificarse con un nivel aceptable de precisión y exactitud.

En el presente informe, los LC consignados son únicamente referenciales y no constituyen valores validados por el laboratorio bajo la ISO/IEC 17025:2017.

Anexo E2. *Informe de ensayo de laboratorio (mes de junio)*

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS
INFORME DE ENSAYO Nº 007-2025

LIO-250007

A solicitud de:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN		
Dirección:	JR. DESAGUADERO S/N HUANTA -AYACUCHO		
Solicitud de ensayo:	V0001-00023971	Cantidad Muestras:	4
Muestreo realizado por:	CLIENTE	Fecha de Recepción a LIO:	4/06/2025
Procedencia:	SECTOR SAN LUIS		

Análisis	Método
Metales por ICP-MS	EPA Method 3051A Rev. 01:2007//EPA Method 6020B Rev. 04:2014. Microwave assisted acid digestion of Sediments, sludges, soils, and oils//Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

Huanta, 27 de Agosto del 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por CARDENAS BUSTAMANTE Mary Amelia FAU 20574653798 soft
Fecha: 2025.08.27 15:17:07 -05'00'

Mtra. Mary Amelia Cárdenas Bustamante
Responsable del Laboratorio de Investigación de Oligoelementos
Universidad Nacional Autónoma de Huanta

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS
INFORME DE ENSAYO Nº 007-2025

LIO-250007

ICP Masa Total

Matriz			SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS
Producto descrito como Identificacion de Muestra			SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS
Fecha de muestreo		L.C.	MC-1. Muestra Compuesta-Sector San Luis. 04-06-25 10:30 am	MC-2 Muestra Compuesta-Sector San Luis. 04-06-25 12:00 pm	MC-3. Muestra Compuesta-Sector San Luis. 04-06-25 15:31pm	MC-4. Muestra Compuesta-Sector San Luis. 04-06-25 17:20 pm
Plata Total	mg/Kg	0.7	1.63259	1.48944	1.51197	1.03283
Aluminio Total	mg/Kg	7	20144.97324	27717.24631	24043.91899	24092.15252
Arsénico Total	mg/Kg	3	17.85383	20.47230	20.34836	21.54203
Bario Total	mg/Kg	0.3	185.70553	183.44741	191.39928	191.14897
berilio Total	mg/Kg	1	< 1	< 1	< 1	< 1
Calcio Total	mg/Kg	3	4434.99641	4397.40016	4212.74701	3588.50961
Cadmio Total	mg/Kg	0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
Cobalto Total	mg/Kg	0.7	8.15375	8.13830	8.57861	9.36269
Cromo Total	mg/Kg	1	19.23043	19.95536	19.34158	20.75220
Cobre Total	mg/Kg	1	2.46358	2.06584	2.39138	2.40544
Hierro Total	mg/Kg	10	21241.89896	23999.54763	25019.00439	27841.02802
Mercurio Total	mg/Kg	0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
Potasio Total	mg/Kg	100	4471.23283	5804.56517	5908.82442	5880.43074
Magnesio Total	mg/Kg	7	2847.33666	3074.58350	2917.96967	3007.57086
Manganeso Total	mg/Kg	0.3	714.68610	561.46991	671.46887	625.32666
Molibdeno Total	mg/Kg	1	< 1	< 1	< 1	< 1
Sodio Total	mg/Kg	10	3622.28994	3329.25309	3928.98683	4112.94275
Niquel Total	mg/Kg	1.7	5.79361	5.96827	5.64469	6.46341
Antimonio Total	mg/Kg	2.7	< 2.7	< 2.7	< 2.7	< 2.7
Selenio Total	mg/Kg	7	< 7	< 7	< 7	< 7
Estroncio Total	mg/Kg	0.1	56.25647	53.01319	50.25347	51.17714
Vanadio Total	mg/Kg	1	30.86941	38.56317	36.00798	39.79944
Zinc Total	mg/Kg	0.7	3.87220	3.28099	3.86528	3.60032
Titanio total	mg/Kg	7	< 7	< 7	< 7	< 7
Torio Total	mg/Kg	0.3	5.39976	6.17059	5.72785	6.53042
Uranio Total	mg/Kg	0.3	1.05871	1.49303	1.20870	1.28743
Plomo Total	mg/Kg	3	13.18626	11.70570	17.08923	12.89480

*El límite de cuantificación (LC) es la concentración más baja de una sustancia que puede determinarse con precisión y exactitud dentro de los límites de error predefinidos por el laboratorio.

Anexo E3. *Informe de ensayo de laboratorio (mes de julio)*

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS
INFORME DE ENSAYO Nº 008-2025

LIO-250008

A solicitud de:	HINOSTROZA DIAZ JHOAN		
Dirección:	JR. DESAGUADERO S/N HUANTA -AYACUCHO		
Solicitud de ensayo:	V0001-00023972	Cantidad Muestras:	4
Muestreo realizado por:	CLIENTE	Fecha de Recepción a LIO:	3/07/2025
Procedencia:	SECTOR SAN LUIS		

Análisis	Método
Metales por ICP-MS	EPA Method 3051A Rev. 01:2007//EPA Method 6020B Rev. 04:2014. Microwave assisted acid digestion of Sediments, sludges, soils, and oils//Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

Huanta, 27 de Agosto del 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por CARDENAS BUSTAMANTE Mary Amelia FAU 20574653798 soft
Fecha: 2025.08.27 15:17:07 -05'00'

Mtra. Mary Amelia Cárdenas Bustamante
Responsable del Laboratorio de Investigación de Oligoelementos
Universidad Nacional Autónoma de Huanta



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE OLIGOELEMENTOS
INFORME DE ENSAYO Nº 008-2025



LIO-250008

ICP Masa Total

Matriz			SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS
Producto descrito como Identificacion de Muestra			SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS
Fecha de muestreo		L.C.	MC-1. Muestra Compuesta-Sector San Luis. 03-07-25 10:45 am	MC-2 Muestra Compuesta-Sector San Luis. 03-07-25 12:20	MC-3. Muestra Compuesta-Sector San Luis. 03-07-25 15:47	MC-4. Muestra Compuesta-Sector San Luis. 03-07-25 17:50
Plata Total	mg/Kg	0.7	0.87675	0.89129	0.98801	0.98974
Aluminio Total	mg/Kg	7	23797.26451	26883.71143	24692.94606	24692.94606
Arsénico Total	mg/Kg	3	19.10204	19.12630	19.82501	20.58462
Bario Total	mg/Kg	0.3	190.77354	199.09175	196.79142	190.10648
berilio Total	mg/Kg	1	< 1	< 1	< 1	< 1
Calcio Total	mg/Kg	3	4226.20768	4516.97722	4242.97763	3505.45089
Cadmio Total	mg/Kg	0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
Cobalto Total	mg/Kg	0.7	8.82913	8.34692	8.60847	8.41026
Cromo Total	mg/Kg	1	19.78431	21.24740	19.91490	19.58738
Cobre Total	mg/Kg	1	2.46082	2.22990	2.50388	2.21949
Hierro Total	mg/Kg	10	23890.07843	24644.43965	25416.01438	24982.19172
Mercurio Total	mg/Kg	0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
Potasio Total	mg/Kg	100	5690.42217	6015.77338	6165.06352	5625.20473
Magnesio Total	mg/Kg	7	2864.67587	3120.11391	3021.24211	2891.19684
Manganeso Total	mg/Kg	0.3	711.25210	532.06315	693.38354	609.80671
Molibdeno Total	mg/Kg	1	< 1	< 1	< 1	< 1
Sodio Total	mg/Kg	10	3883.71429	3473.45324	4166.74750	4069.92032
Niquel Total	mg/Kg	1.7	5.96975	6.23213	5.77131	5.79471
Antimonio Total	mg/Kg	2.7	< 2.7	< 2.7	< 2.7	< 2.7
Selenio Total	mg/Kg	7	< 7	< 7	< 7	< 7
Estroncio Total	mg/Kg	0.1	52.57203	54.22374	48.98797	48.71183
Vanadio Total	mg/Kg	1	35.82433	40.07514	36.44467	37.46785
Zinc Total	mg/Kg	0.7	3.94590	3.39153	4.11027	3.53262
Titanio total	mg/Kg	7	< 7	< 7	< 7	< 7
Torio Total	mg/Kg	0.3	5.47339	6.06715	5.57531	5.57531
Uranio Total	mg/Kg	0.3	1.10484	1.51599	1.22653	1.16963
Plomo Total	mg/Kg	3	12.68475	11.85963	17.34942	13.49649

*El límite de cuantificación (LC) es la concentración más baja de una sustancia que puede determinarse con precisión y exactitud dentro de los límites de error predefinidos por el laboratorio.

Anexo F. *Panel fotográfico*

Figura 21

Identificación de subpunto de muestreo (MS-1) para formar muestra compuesta (MC-1)



Figura 22

Limpieza de subpunto de muestreo



Figura 23

Corte de porción de suelo en forma de "V"



Figura 24

Cuarteo de muestras recolectadas



Figura 25

Obtención de muestra compuesta (MC3)



Figura 26

Extracción de muestra representativa para pretratamiento



Figura 27

Molienda y tamizado de muestras



Figura 28

Molienda y tamizado de muestras



Figura 29

Tratamiento de muestra para su digestión

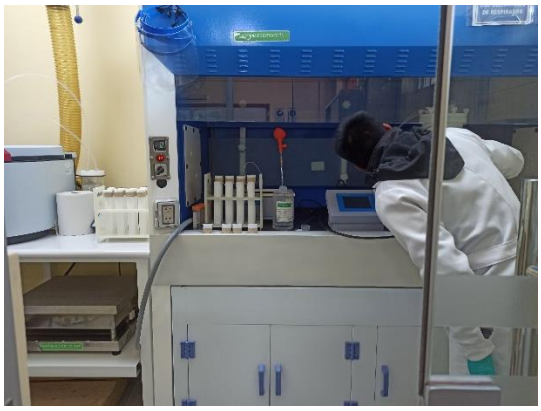


Figura 30

Digestión ácida de muestras



Figura 31

Aforado de muestras ya digestadas

