

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA FORSTAL Y AMBIENTAL



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DE LOS METALES PESADOS PRESENTES
EN SUELOS DE CULTIVOS DE *Arachis hypogaea* (MANÍ) Y
Zea mays (MAÍZ) EN EL DISTRITO DE SANTA MARÍA DE
NIEVA.**

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

Autor: Bach. Robert Nagkabei Akuts.

Asesores: M. Sc. Gustavo Adolfo Martínez Sovero y M. Sc. Joseph Campos Ruiz.

Línea de investigación: Conservación, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.

JAÉN – PERÚ

2025

Robert Nagkabai Akuts.

EVALUACIÓN DE LOS METALES PESADOS PRESENTES EN SUELOS DE CULTIVOS DE *Arachis hypogaea* (MANÍ) Y *Zea m...*

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3208203772

Fecha de entrega
7 abr 2025, 10:45 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
7 abr 2025, 10:48 a.m. GMT-5

Nombre de archivo
ROBERT_NAGKABAI_AKUTS-INFORME_-_ROBERT_NAGKABAI_AKUTS.pdf

Tamaño de archivo
3.3 MB

59 Páginas

9504 Palabras

51.880 Caracteres

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN

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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO N° 002-2018-SUNEDU/CD



"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el 24 de abril del 2025, siendo las ...11:30... hora, se reunieron los integrantes del Jurado Evaluador designado según Resolución N° 233- 2025-UNJ/FI

Presidente : **Dr. Cirilo Mario Caira Mamani**

Secretaria : **Dr. Luis Arturo Gil Ramírez**

Vocal : **Mg. Annick Estefany Huaccha Castillo**

Para evaluar la sustentación del Informe Final de Tesis titulado: "EVALUACIÓN DE LOS METALES PESADOS PRESENTES EN SUELOS DE CULTIVOS DE *Arachis hypogaea* (MANÍ) *Zea mays* (MAÍZ) EN EL DISTRITO DE SANTA MARÍA DE NIEVA.

Presentado por el bachiller Robert Nagkabai Akuts, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, teniendo como asesores: M.Sc. Gustavo Adolfo Martínez Sovero, M.Sc. Joseph Campos Ruiz.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado Evaluador acuerda:

(X) Aprobado (X) Unanimidad () Mayoría () Desaprobado ()
Unanimidad () mayoría.

Excelente 18, 19, 20 ()

Muy bueno 16, 17 (16)

Bueno 14, 15 ()

Regular 13 ()

Desaprobado 12 o menor ()

Siendo las...12:30... horas, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación confirmado su participación con la suscripción de la presente.

.....
M

Presidente Jurado Evaluador

.....
A. G. R.

Secretario Jurado Evaluador

.....
A. H. C.

Vocal Jurado Evaluadora



DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo **Robert Nagkabei Akuts** identificado con **DNI N° 7643748** estudiante de la escuela profesional de ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén; declaro bajo juramento que soy autor de la Tesis "**EVALUACIÓN DE LOS METALES PESADOS PRESENTES EN SUELOS DE CULTIVOS DE *Arachis hypogaea* (MANÍ) Y *Zea mays* (MAÍZ) EN EL DISTRITO DE SANTA MARÍA DE NIEVA**".

El mismo que presento para optar () Grado Académico de Bachiller (**X**) Título profesional.

1. La tesis presentada no ha sido plagiada ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
2. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis presentada no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados ni copiados, por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad de contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Así mismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o los que encontraren causa en el contenido del trabajo investigación.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el proyecto de tesis haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

**M. Sc. Gustavo Adolfo Martínez
Sovero**
DNI N°: 43022421
Asesor

M. Sc. Joseph Campos Ruiz
DNI N°: 45755776
Coasesor

Bach. Robert Nagkabei Akuts
DNI N° :76437148
Tesisista

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE.....	II
INDICE DE FIGURAS.....	IV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
2.1 Área de estudio	12
2.2 Población, muestra, muestreo	13
2.3 Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos	13
2.3.1 Periodo de campo	13
2.3.2 Trabajo de laboratorio.....	16
2.3.3 Análisis de datos.....	18
III. RESULTADOS.....	19
3.1 Identificar las zonas afectadas por derrames de petróleo en el Distrito de Santa María de Nieva	19
3.2 Evaluar la presencia y comparar la concentración de Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) de los suelos de <i>Arachis hypogaea</i> y <i>Zea mays</i> con los ECA para suelos.....	20

3.3	Evaluar la alteración de las propiedades químicas pH y conductividad eléctrica de los suelos de cultivos de <i>Arachis hypogaea</i> y <i>Zea mays</i> contaminados por derrames de petróleo	24
IV.	DISCUSIONES.....	27
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
5.1	Conclusiones.....	31
5.2	Recomendaciones	32
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
	AGRADECIMIENTO	40
	DEDICATORIA.....	41
	ANEXOS.....	42

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 <i>Mapa de ubicación del lugar de ejecución de la investigación.....</i>	12
Figura 2 <i>Localización de puntos de muestreo en el área de en estudio de forma regular cuadrangular.....</i>	14
Figura 3 <i>Localización de puntos de muestreo en el área de en estudio de forma regular rectangular.....</i>	15
Figura 4 <i>Localización de puntos de muestreo en el área de en estudio de forma irregular</i>	15
Figura 5 <i>Mapa de distribución de puntos de muestreo.....</i>	19
Figura 6 <i>Presencia de cadmio por punto de muestreo</i>	20
Figura 7 <i>Comparación de niveles de cadmio con ECA suelo y normativa internacional ..</i>	21
Figura 8 <i>Presencia de plomo por punto de muestreo</i>	22
Figura 9 <i>Comparación de niveles de plomo con ECA suelo y normativa internacional</i>	23
Figura 10 <i>Valores referenciales de pH de suelo de cultivo de maíz.....</i>	24
Figura 11 <i>pH de suelo de cultivos de Arachis hypogaea.....</i>	25
Figura 12 <i>Conductividad de las muestras de suelo</i>	26
Figura 15 <i>Mapa de ubicación del centro de análisis espectrofotométrico</i>	42
Figura 14 <i>Punto de muestreo 1.....</i>	44
Figura 15 <i>Punto de muestreo 2.....</i>	44
Figura 16 <i>Recorrido exploratorio de zonas afectada por derrame</i>	45
Figura 17 <i>Identificación de parcelas de maíz.....</i>	45

Figura 18 <i>Identificación de parcelas de Arachis hypogaea</i>	46
Figura 19 <i>Georreferenciación de parcelas</i>	46
Figura 20 <i>Recorrido exploratorio por las aguas del río Nieva</i>	47
Figura 21 <i>Colecta de muestras</i>	48
Figura 22 <i>Transporte de muestras</i>	48
Figura 23 <i>Preparación de muestras</i>	49
Figura 24 <i>Preparación de muestras</i>	49
Figura 25 <i>Aplicación del método del cuarteo</i>	50
Figura 26 <i>Acondicionamiento de muestras para llevar al laboratorio</i>	50
Figura 27 <i>Preparación de muestras para analizar metales pesados</i>	51
Figura 28 <i>Preparación de muestras para análisis de Cd y Pb</i>	51
Figura 29 <i>Análisis de Pb, Cd, pH y conductividad eléctrica</i>	52

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. <i>Mapa de ubicación del centro de análisis espectrofotométrico</i>	42
Anexo 2. <i>Ubicación y área de las parcelas</i>	43
Anexo 3. <i>Panel fotográfico</i>	44
Anexo 3. <i>Resultados de cadmio y plomo obtenidos</i>	53
Anexo 4. <i>Resultados de pH y conductividad eléctrica</i>	56

RESUMEN

Los derrames petroleros son una fuente significativa de contaminación por metales pesados, como plomo (Pb) y cadmio (Cd), en ecosistemas acuáticos y terrestres. Estos metales, liberados durante accidentes, persisten en el ambiente debido a su naturaleza no biodegradable, acumulándose en suelos, aguas y organismos, lo que afecta la biodiversidad y la salud humana. Este estudio evaluó la presencia de Cd y Pb en suelos de cultivos de *Arachis hypogaea* (maní) y *Zea mays* (maíz) en Santa María de Nieva, Amazonas, Perú, utilizando espectrofotometría de absorción atómica según la norma USEPA 1996. Se analizaron 30 parcelas afectadas por derrames petroleros. Solo dos muestras (6.7%) superaron los estándares de calidad ambiental (ECA) de Perú y los límites máximos permisibles de países como Gran Bretaña, Austria y Polonia para Pb, mientras que ninguna muestra excedió los límites de Cd. El pH del suelo en las parcelas de maíz varió entre 6.09 y 6.90, y en las de maní entre 6.09 y 6.16, rangos adecuados para ambos cultivos. La conductividad eléctrica también se mantuvo dentro de los valores aceptables. Se concluye que los suelos fueron fitorremediados por los cultivos de maní y maíz, demostrando su capacidad para mitigar la contaminación por metales pesados.

Palabras clave: *Plomo, cadmio, pH, conductividad, hidrocarburo, metal pesado*

ABSTRACT

Oil spills are a significant source of heavy metal pollution, such as lead (Pb) and cadmium (Cd), in aquatic and terrestrial ecosystems. These metals, released during accidents, persist in the environment due to their non-biodegradable nature, accumulating in soils, water, and organisms, which affects biodiversity and human health. This study assessed the presence of Cd and Pb in soils of *Arachis hypogaea* (peanut) and *Zea mays* (corn) crops in Santa María de Nieva, Amazonas, Peru, using atomic absorption spectrophotometry according to the USEPA 1996 standard. Thirty plots affected by oil spills were analyzed. Only two samples (6.7%) exceeded Peru's environmental quality standards (ECA) and the maximum permissible limits of countries such as Great Britain, Austria, and Poland for Pb, while no samples exceeded the limits for Cd. The soil pH in corn plots ranged between 6.09 and 6.90, and in peanut plots between 6.09 and 6.16, ranges suitable for both crops. Electrical conductivity also remained within acceptable values. It was concluded that the soils were phytoremediated by the peanut and corn crops, demonstrating their ability to mitigate heavy metal pollution.

Keywords: *Lead, cadmium, pH, conductivity, hydrocarbon, heavy metal*

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, las actividades humanas orientadas a satisfacer necesidades básicas han experimentado una evolución significativa. Si bien los avances tecnológicos han mejorado la calidad de vida, también han generado problemas de salud asociados a la presencia de metales pesados durante la transformación de materias primas, representando un riesgo para la salud pública (Mendoza *et al.*, 2021). Aunque la corteza terrestre libera de forma natural pequeñas cantidades de metales pesados, esenciales para el crecimiento de las plantas, en ciertas condiciones ambientales esta liberación puede incrementarse, convirtiéndose en una amenaza para los ecosistemas y la vida en general (Meza y Molina, 2023). Prácticas agrícolas como el uso de fertilizantes y agroquímicos han sido identificadas como factores clave en el aumento de metales pesados en los suelos (Espinoza *et al.*, 2022). Además, la bioacumulación de estos metales en los alimentos, especialmente cuando se utilizan compost y aguas residuales no tratadas adecuadamente, puede exceder los estándares ambientales y comprometer tanto la salud humana como la biodiversidad global (Tayebeh *et al.*, 2022).

Barragán y Carrera (2019) destacan que, aunque algunos metales pesados carecen de funciones biológicas conocidas, otros como el cadmio (Cd), mercurio (Hg), plomo (Pb), antimonio (Sb), bismuto (Bi), estaño (Sn) y titanio (Ti) son altamente tóxicos. Su capacidad para bioacumularse en los seres humanos representa un grave riesgo para la salud pública, pudiendo causar enfermedades severas. Guzmán *et al.* (2019) y Huaranga *et al.* (2022) resaltan que los cultivos modernos están siendo contaminados por diversas fuentes que introducen metales pesados en su composición. Además, señalan que los ríos están siendo afectados por descargas de residuos con metales como el plomo, lo que ha provocado un aumento alarmante de casos de cáncer, trastornos neurológicos y alteraciones genéticas en humanos y animales debido al consumo de agua y alimentos contaminados.

En las últimas dos décadas, los derrames de petróleo se han convertido en un grave problema ambiental, especialmente en la Amazonía (Octavio *et al.*, 2022). Según Mongabay (2023), más de 600 derrames han contaminado ríos y suelos con metales pesados, los cuales son absorbidos por plantas y animales, afectando ecosistemas y comunidades locales. A esto se suma la minería ilegal, que, como señalan Soto *et al.* (2020), ha contaminado miles de

hectáreas en la Amazonía peruana, dejando cultivos como la yuca y el plátano con niveles de arsénico, plomo y cadmio que superan los límites recomendados por la FAO/OMS.

En el mes de mayo del 2023, un derrame de petróleo en el distrito de Nieva, provincia de Condorcanqui, Amazonas, contaminó el río Nieva y sus alrededores, afectando suelos y cultivos (El Comercio, 2023). Este tipo de contaminación, resultado de actividades humanas como la industrialización, la minería y la explotación petrolera, altera el equilibrio de los ecosistemas y pone en riesgo la vida en el planeta (Hincapié, 2019).

Estudios de Patiño *et al.* (2021), Vizquete *et al.* (2020), Parra *et al.* (2019) y Callaghan *et al.* (2018) confirman que el petróleo contiene metales pesados como arsénico, cadmio, zinc, mercurio, plomo, vanadio, cobre, níquel y hierro, los cuales han contaminado comunidades indígenas debido a derrames anteriores. Más del 50% de la población en estas áreas presenta niveles detectables de mercurio, plomo y cadmio en sus organismos, lo que representa un serio riesgo para su salud.

Rigñack *et al.* (2020) explican que los metales pesados del petróleo, al entrar en contacto con el suelo, pueden ser absorbidos por las plantas. Algunas especies, conocidas como hiperacumuladoras, tienen la capacidad de almacenar grandes cantidades de estos elementos tóxicos. Reyes (2020) destaca que cultivos básicos como la papa, el *Zea mays* y el *Arachis hypogaea* pueden acumular metales altamente tóxicos, lo que agrava la contaminación en la cadena alimentaria y pone en riesgo la salud de las poblaciones que dependen de estos alimentos.

Dueña *et al.* (2022) el *Arachis hypogaea* es una planta efectiva para absorber metales pesados como cadmio, arsénico, mercurio y plomo en suelos contaminados, demostrando su potencial como fitorremediadora. Por su parte, Munive *et al.* (2018) señalan que el *Zea mays* también tiene una capacidad considerable para absorber metales como cromo, níquel, cobre, zinc, cadmio y plomo, lo que representa un riesgo para la salud pública debido a la posible bioacumulación de estos elementos a través del consumo.

Dada la exposición de la población de Nieva a múltiples derrames de petróleo y al uso de agroquímicos contaminados con metales pesados, se consideró necesario evaluar la presencia de estos metales en los suelos de cultivos de *Zea mays* y *Arachis hypogaea*. El objetivo principal fue determinar si los niveles de metales pesados exceden los límites permitidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos y si representan un riesgo para la salud y el medio ambiente. Así mismo, se buscó identificar las zonas afectadas por derrames de petróleo en el Distrito de Santa María de Nieva, evaluar la presencia y comparar la concentración de Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) de los suelos de *Arachis hypogaea* y *Zea mays* con los ECA para suelos, así mismo, se evaluó la alteración de las propiedades químicas pH y conductividad eléctrica de los suelos de cultivos de *Arachis hypogaea* y *Zea mays* contaminados por derrames de petróleo. La pregunta central que guio esta investigación fue: ¿Existen metales pesados en los suelos de cultivos de *Arachis hypogaea* y *Zea mays* en el distrito de Santa María de Nieva, provincia de Condorcanqui, departamento de Amazonas, que superan los ECA para suelo?

Esta investigación busca contribuir a la comprensión de los impactos de la contaminación por metales pesados en suelos agrícolas y proporcionar información relevante para la toma de decisiones en materia de salud pública y gestión ambiental.

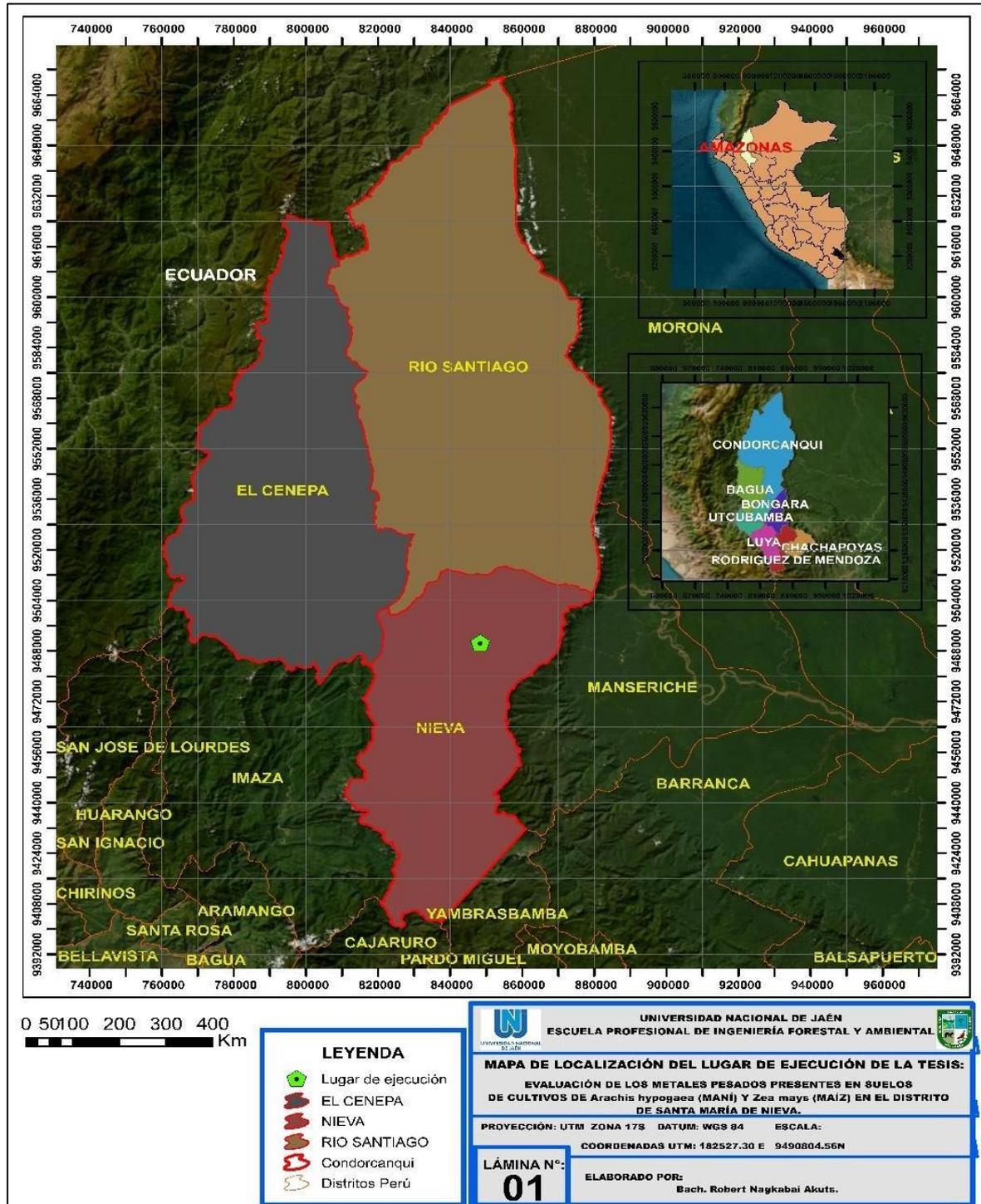
II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

Se recolectaron muestras de suelo de cultivos de *Arachis hypogaea* y *Zea mays* en la Quebrada de la comunidad nativa Kamit Entsa Campo 03 y comunidad nativa Bajo Seasme, perteneciente al distrito de Nieva, Condorcanqui - Amazonas (ver figura 1).

Figura 1

Mapa de ubicación del lugar de ejecución de la investigación



2.2 Población, muestra, muestreo

La población y muestra estuvo conformada por las parcelas de *Arachis hypogaea* y *Zea mays* en el sector Cusumatac de la comunidad nativa Paantam y el caserío Alan García altura del el km. 168 de la carretera Reposo – Wawico – Nuevo Seasme; distrito de Nieva, provincia de Condorcanqui, departamento de Amazonas.

El muestreo fue no probabilístico ya que en campo se identificó las zonas afectadas por derrames de petróleo (30 parcelas).

2.3 Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos

Se identificaron las áreas afectadas por los derrames de petróleo en la Quebrada de la comunidad nativa Kamit Entsa Campo 03 y comunidad nativa Bajo Seasme, perteneciente al distrito de Nieva, provincia de Condorcanqui, departamento de Amazonas. Se localizaron las parcelas cultivadas con *Zea mays* y *Arachis hypogaea*, las cuales fueron georreferenciadas (ver figura 5). Posteriormente, se recolectaron muestras de suelo (1 kg por parcela) para determinar la presencia y concentración de cadmio (Cd) y plomo (Pb). Luego, se evaluaron las alteraciones en las propiedades químicas (pH y conductividad eléctrica) de los suelos en el centro de análisis espectrofotométrico de la UNJ. Para realizar estos procedimientos, se siguieron las metodologías y consideraciones de Anaya *et al.* (2022), Del Castillo y Encina (2021), Andrade *et al.* (2020) y Guzmán *et al.* (2019).

2.3.1 Periodo de campo

2.3.1.1 Identificación de zonas afectadas por derrame de petróleo

Se solicitó información de los derrames de petróleo ocurridos y las zonas afectadas a las autoridades del distrito de Nieva, una vez obtenida esa información se procedió a visitar las zonas afectadas que presenten cultivos de *Zea mays* y *Arachis hypogaea* y se tomó las coordenadas de las parcelas.

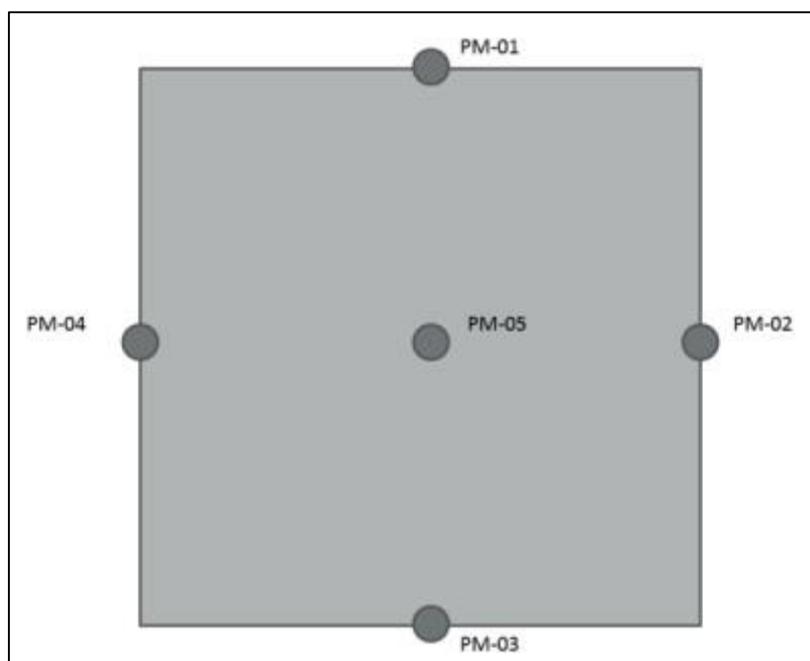
2.3.1.2 Toma de muestras

Para la colecta de muestras se consideró los procedimientos sugeridos por Guzmán (2019), Mendoza y Espinoza (2017) y la guía para muestreo de suelos del Ministerio del Ambiente (2014).

- ❖ Se colectó 30 muestras representativas (una de cada parcela) a una profundidad de 0 a 30 cm. Para ello se tuvo en cuenta si el área afectada tiene una forma regular, rectangular o irregular y se procedió a muestrear conforme lo sugiere el Ministerio del Ambiente (2014), por lo que de acuerdo a las formas de las parcelas se hizo colecta de muestras (ver áreas en anexo 2).

Figura 2

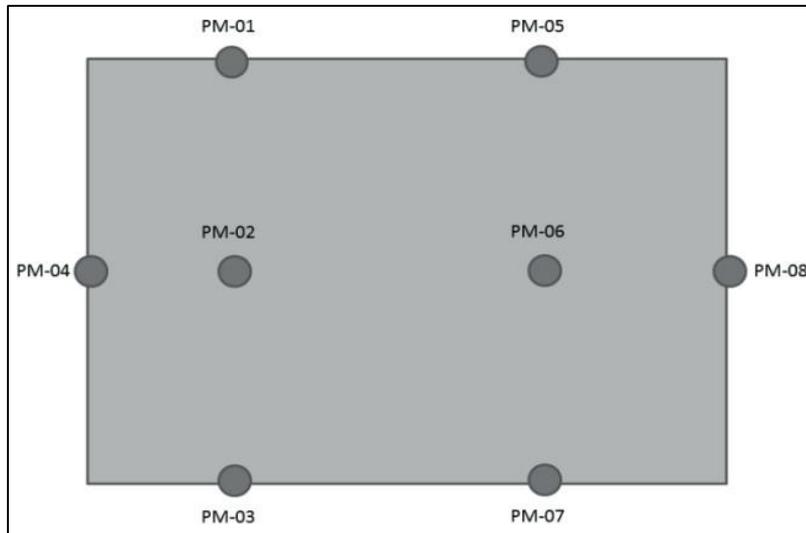
Localización de puntos de muestreo cuando el área de estudio tiene forma cuadrangular



Nota: Para área de estudio de forma cuadrangular se colectó 5 muestras, según lo establecido por el Ministerio del Ambiente (2014).

Figura 3

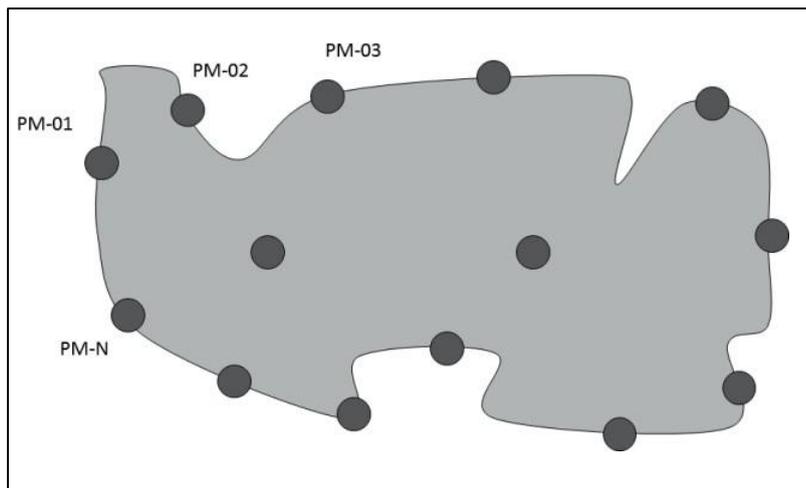
Localización de puntos de muestreo en el área de estudio de forma regular rectangular



Nota: Para área de estudio de forma rectangular se colectaron 8 muestras, según lo recomendado por el Ministerio del Ambiente (2014).

Figura 4

Localización de puntos de muestreo en el área de estudio de forma irregular



Nota: Para área de estudio de forma irregular se colectó una muestra de cada 15 metros lineales en las paredes del perímetro y dos a más muestras en el fondo según el tamaño del área contaminada, teniendo cuenta los sugerido por el Ministerio del Ambiente (2014).

- ❖ Posteriormente las muestras fueron colocadas en un plástico y se mezclaron, luego de ello se aplicó el método del cuarteo hasta obtener una cantidad de un kilogramo de muestra, la misma que fue llevada al laboratorio para luego comparar los resultados con los Estándares de Calidad Ambiental y/o los valores de fondo en concordancia con el D.S. N° 011 – 2017 – MINAM.

2.3.2 Trabajo de laboratorio.

2.3.2.1 Secado de muestras

Se realizó el secado de las muestras en una estufa de laboratorio a una temperatura de 105 °C hasta que las muestras tengan un peso constante (48 horas); para este procedimiento se consideró lo recomendado por Parraga (2022).

2.3.2.2 Trituración de muestras.

Una vez secadas las muestras se procedió a triturar los suelos en un molino, teniendo en consideración lo recomendado por Parraga (2022).

2.3.2.3 Determinación de propiedades químicas

A. pH.

Para el cálculo del pH se tuvo en cuenta la metodología de López y Zamora (2016) y la norma EPA-9045D, donde luego de secar las muestras de suelo se procedió a pesar 10 gramos de suelo en una balanza analítica, paso seguido se procedió a colocar en un vaso de precipitado la muestra de suelo y se agregó 20 mililitros de agua destilada, a continuación se colocó el vaso de precipitado en un agitador magnético por un periodo de 5 minutos, pasado ese tiempo se dejó reposar las muestras por un lapso de 30 minutos, luego de ese tiempo se procedió a filtrar el agua en un papel filtro, luego de ello se determinará el pH con un pH metro.

B. Determinación de conductividad eléctrica.

Para determinar la conductividad eléctrica se tuvo en consideración el procedimiento de López y Zamora (2016), por lo que se colocó 10 gramos de suelo en un vaso de precipitado de 250 mL, luego de ello se agregará 20 mL de agua destilada, luego se colocó el vaso de precipitado en un agitador magnético por un periodo de 30 minutos, luego se dejó reposar la muestra por un periodo de 20 minutos, seguidamente se filtró la muestra y con un multiparámetro se determinó la conductividad eléctrica

C. Determinación de metales pesados.

Para evaluar la presencia de Cadmio y Plomo y su concentración se aplicó el método de Andrade *et al.* (2020); para la digestión de las muestras se utilizó el método EPA 3051 que es aplicable para suelos, lodos, sedimentos y raíces como lo recomienda Summit Environmental Technologies, INC. (2021). Para digerir el suelo se colocó una muestra representativa de hasta 0.5 g en un recipiente de digestión (fluoro carbono (PFA o TFM)), seguidamente se añadió 9 mL de ácido nítrico y 3 mL de ácido clorhídrico concentrado, luego se agregó agua regia seguidamente se tapó herméticamente el envase para luego calentar las muestras a 200 °C por un periodo de 20 minutos después de ello se dejó enfriar, una vez la muestra fría se procedió a filtrar la muestra luego se añadió agua ionizada y finalmente se obtuvo los resultados mediante espectrometría de emisión óptica.

2.3.2.4 Lectura de muestra.

Para ello se consideró lo referido por Llatance (2019) donde primero se estableció la longitud de onda, a continuación, se instaló la celda de absorción y se fijó la trayectoria de la luz, luego se encendió la celda de absorción y el equipo realizó los procesos que contempla para dar lectura a los metales pesados presentes en las muestras del suelo, dicho proceso se desarrolló en el laboratorio del Centro de Análisis Espectrofotométrico de la Universidad Nacional de Jaén.

2.3.3 Análisis de datos

Luego de obtener los resultados estos fueron comparados con los ECA para suelo estipulados en el D.S. N° 011-2017 MINAM, así mismo, se realizó un análisis estadístico mediante el programa IBM SPSS Statistics 25 para evaluar las estadísticas descriptivas cuantitativas, en cuanto a la evaluación de las medias se aplicó la prueba de Tukey.

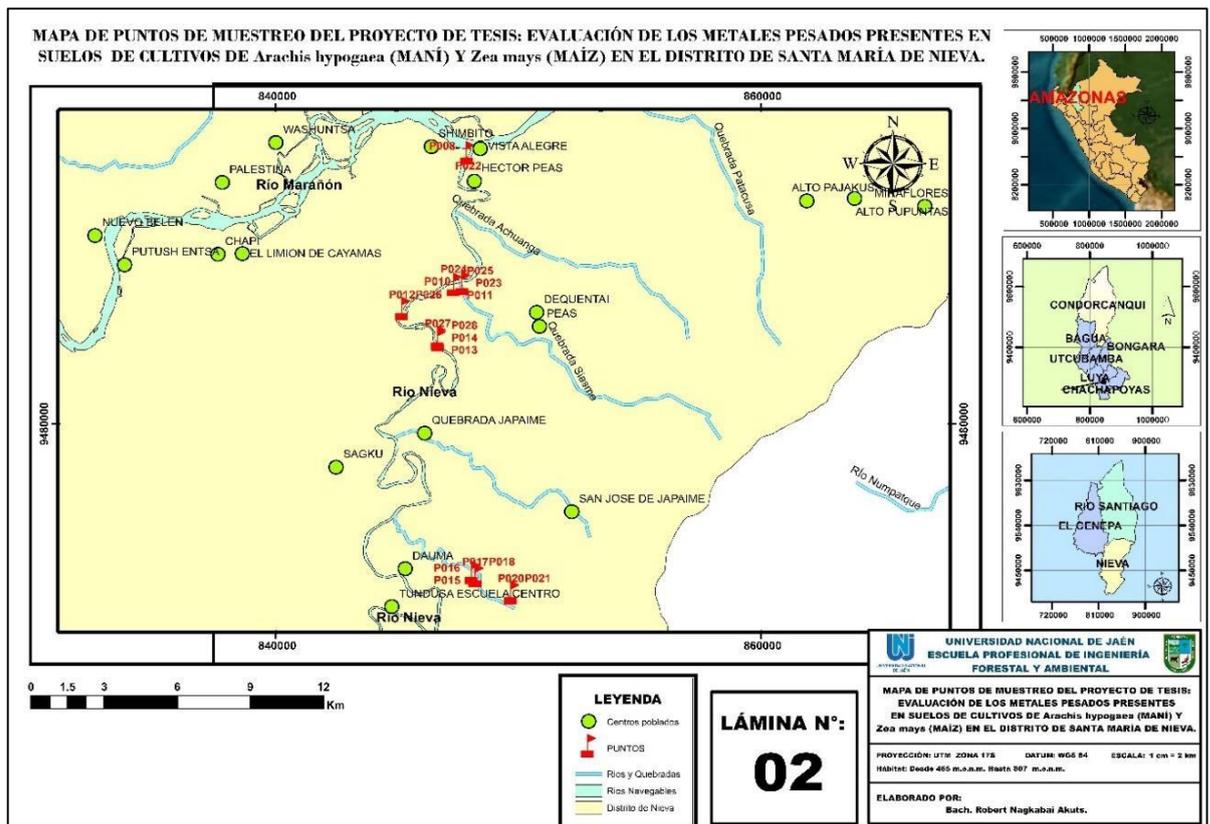
III. RESULTADOS

3.1 Identificar las zonas afectadas por derrames de petróleo en el Distrito de Santa María de Nieva

En la figura 5 se muestra la distribución de 30 puntos de muestreo en el área afectada por el último derrame de petróleo en el sector Cusumatac (coordenadas UTM 181942.75E 9486131.83N) de la comunidad nativa Paantam y el caserío Alan García (altura Km 168 de la carretera Reposo – Wawico – Nuevo Seasme ; distrito de Nieva, provincia de Condorcanqui, departamento de Amazonas

Figura 5

Mapa de distribución de puntos de muestreo

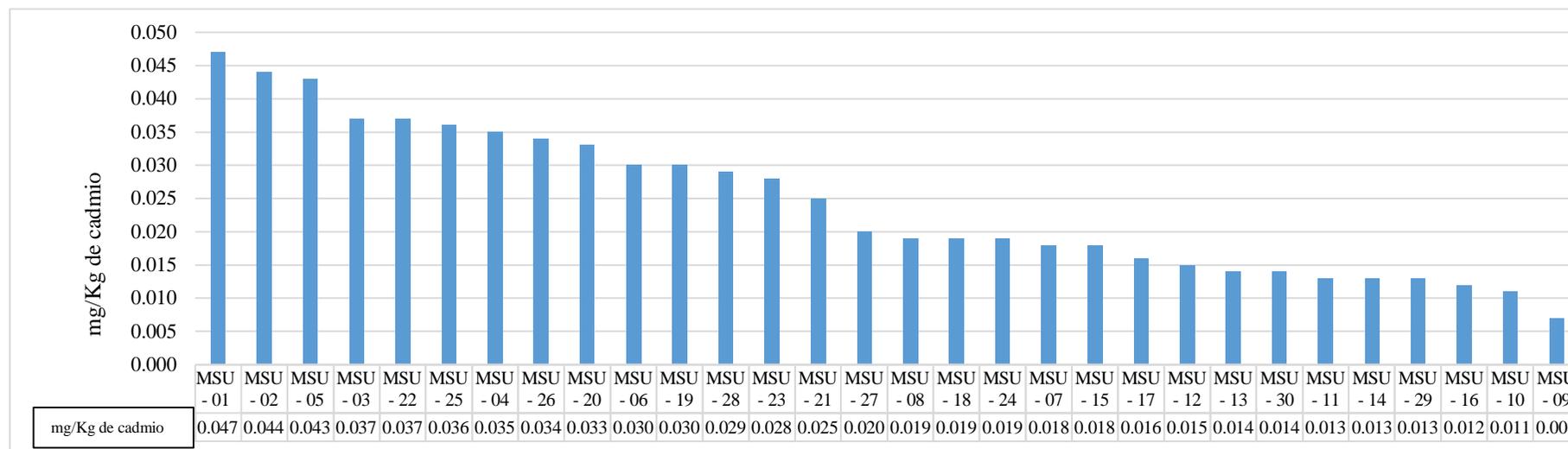


3.2 Evaluar la presencia y comparar la concentración de Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) de los suelos de *Arachis hypogaea* y *Zea mays* con los ECA para suelos

En la figura 6, se puede ver que el punto de muestreo 1 presenta la mayor concentración de cadmio, con 0.047 mg/Kg, en comparación con las otras muestras. Esto se debe a su proximidad al lugar del derrame. Le sigue el punto 2 con 0.044 mg/Kg de cadmio, esto se debería a su cercanía al derrame, después se encuentra el punto 5 con 0.043 mg/Kg de cadmio, que se encuentra alrededor de un remanso del río, donde se acumula una gran cantidad de sedimentos que arrastran contaminantes. Mientras que el punto con menor concentración de cadmio es el 9 con 0.007 mg/Kg de cadmio, esto se debería a que no está cerca a la orilla del río como los puntos con mayor concentración

Figura 6

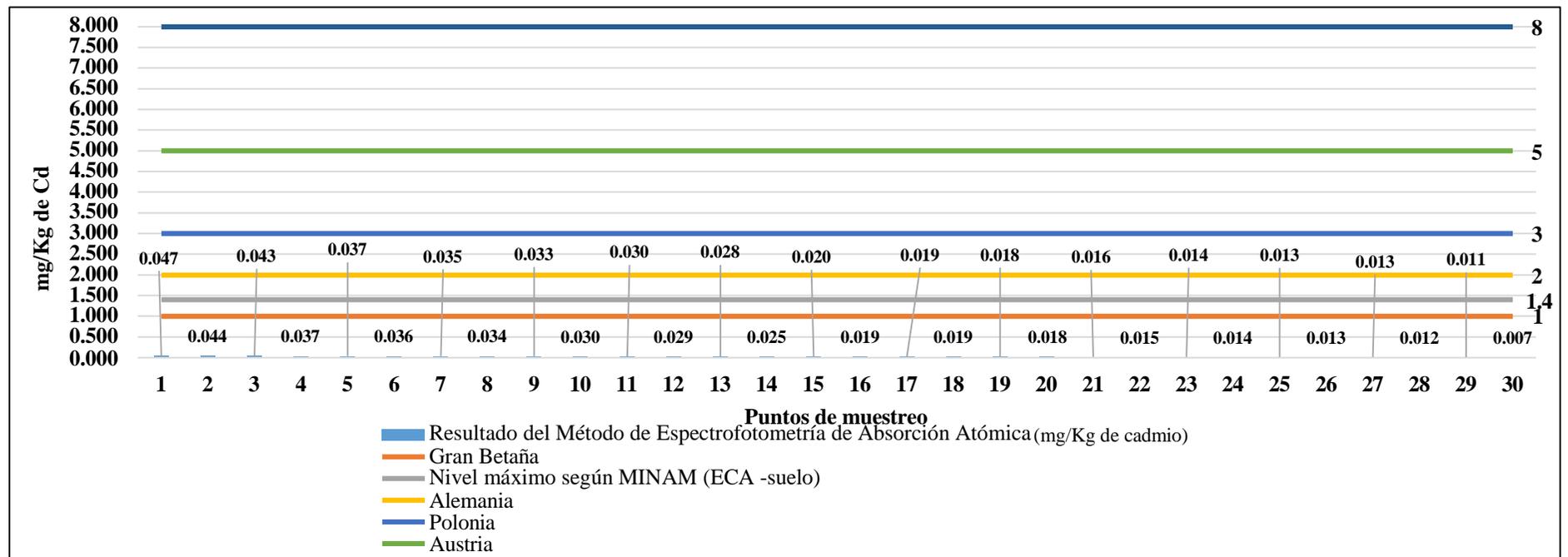
Presencia de cadmio en los suelos de las parcelas evaluadas



En la figura 7 se percibe que los valores obtenidos de Cadmio en las muestras de suelo no superan los ECA suelo estipulados por el MINAM, al mismo tiempo no supera la normativa de Canadá, Austria, Polonia, Alemania y Gran Bretaña. A pesar de ello, si hay presencia de cadmio en los puntos de muestreo, por eso podemos intuir que el *Arachis hypogaea* y el *Zea mays* que se siembran en estas áreas pueden acumular estos contaminantes, en este sentido es recomendable evaluar estos cultivos para determinar su grado de contaminación y poder reducir los impactos sobre la salud y el ecosistema, ocasionados por la contaminación cruzada.

Figura 7

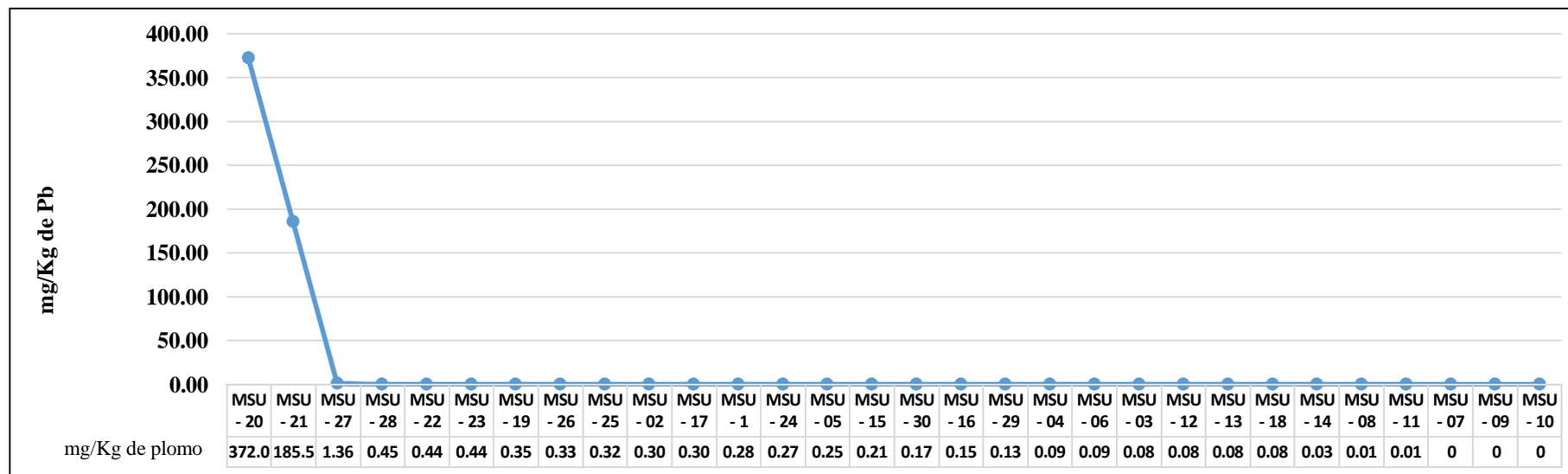
Comparación de niveles de cadmio de los suelos de las parcelas evaluadas con ECA suelo y normativa internacional



Los resultados obtenidos en la Figura 8 revelan una acumulación significativa de plomo en los puntos de muestreo 20 y 21, con concentraciones de 372 mg/kg y 185.50 mg/kg, respectivamente. Esta elevada concentración sugiere la presencia de un evento de contaminación puntual en el pasado, posiblemente un derrame de petróleo ya que se encuentra cerca de un oleoducto. Con el tiempo, este contaminante se ha infiltrado y retenido en los horizontes superficiales del suelo en estos puntos específicos, debido a las propiedades fisicoquímicas del suelo en estas zonas, como una alta capacidad de adsorción o la presencia de materia orgánica. Por el contrario, los puntos 7, 9 y 10 no muestran concentraciones de plomo, lo cual podría explicarse por una menor intensidad de la contaminación inicial, procesos de lixiviación y lavado del suelo por eventos de precipitación, o una mayor capacidad de los suelos en estas zonas para atenuar la movilidad del plomo.

Figura 8

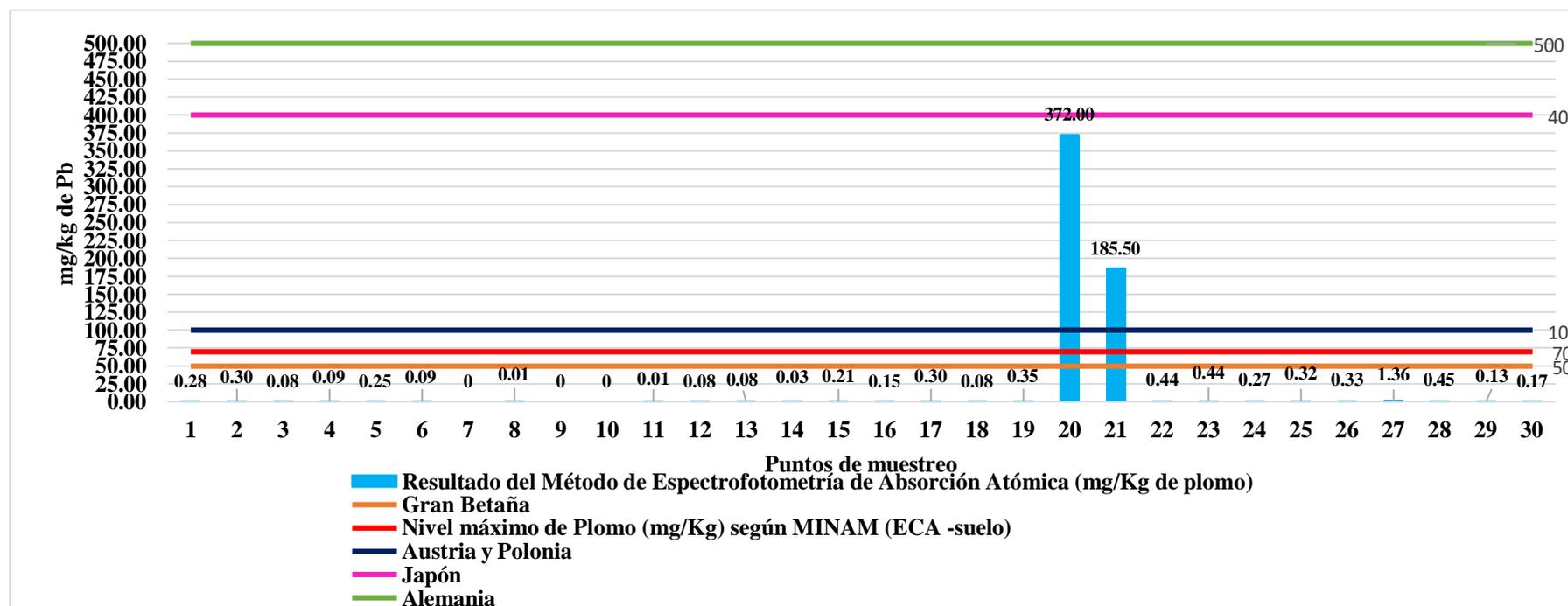
Presencia de plomo en el suelo de las parcelas muestreadas



En la figura 9 se observa que los resultados de las muestras 20 y 21 (372 mg/Kg y 185.50 mg/Kg) superan los ECA para suelo del MINAM y los límites máximos permisibles de Gran Bretaña, Austria y Polonia, significando un riesgo eminente para la población que consume *Arachis hypogaea* y *Zea mays* de esa zona; debido a que, por medio de la cadena trófica esta población viene acumulando plomo en su sangre que a su vez le puede estar causando daños en el sistema nervioso central, sistema cardiovascular, sistema reproductor, insuficiencia renal, anemia, entre otros.

Figura 9

Comparación de niveles de plomo con ECA suelo y normativa internacional

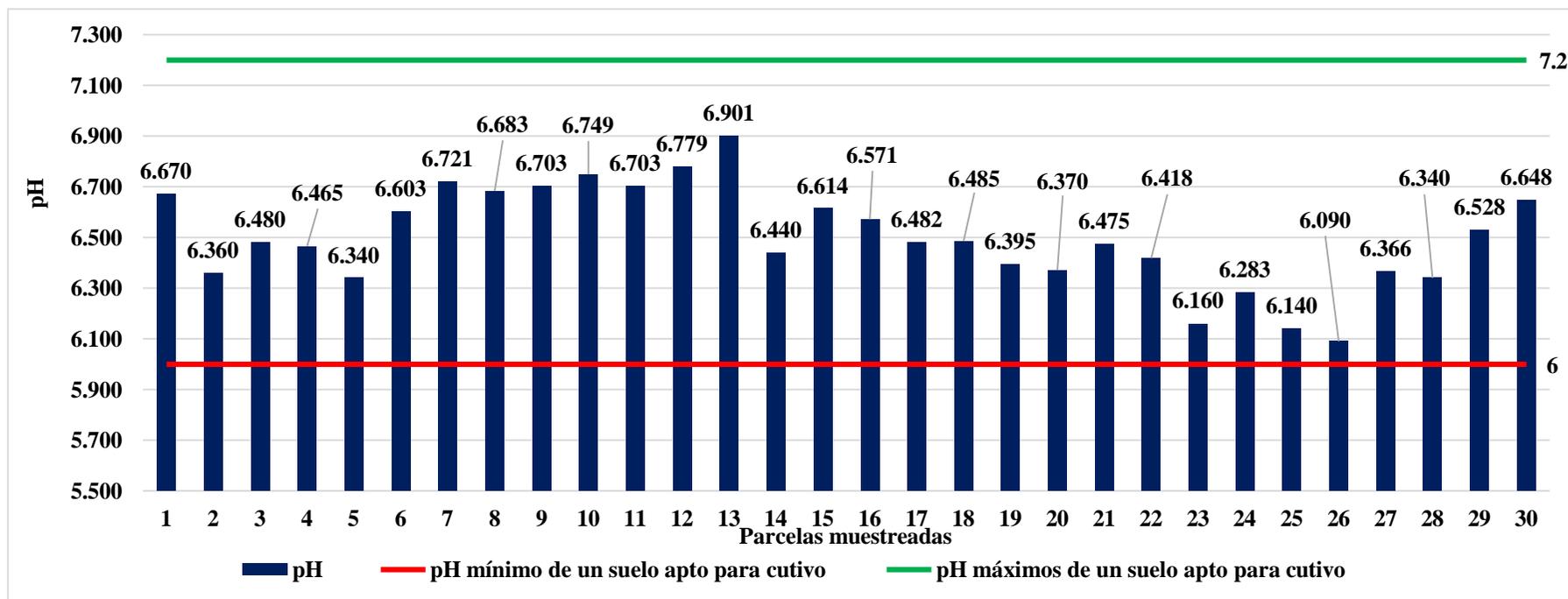


3.3 Evaluar la alteración de las propiedades químicas pH y conductividad eléctrica de los suelos de cultivos de *Arachis hypogaea* y *Zea mays* contaminados por derrames de petróleo

En la figura 10 se observa los valores de pH de las muestras de suelo, estas presentan un pH desde 6.09 (parcela 26) hasta 6.901 (parcela 13), dichos pH indican que el suelo presenta condiciones adecuadas para cultivar *Zea mays*, tal como lo sugiere Yara (2024).

Figura 10

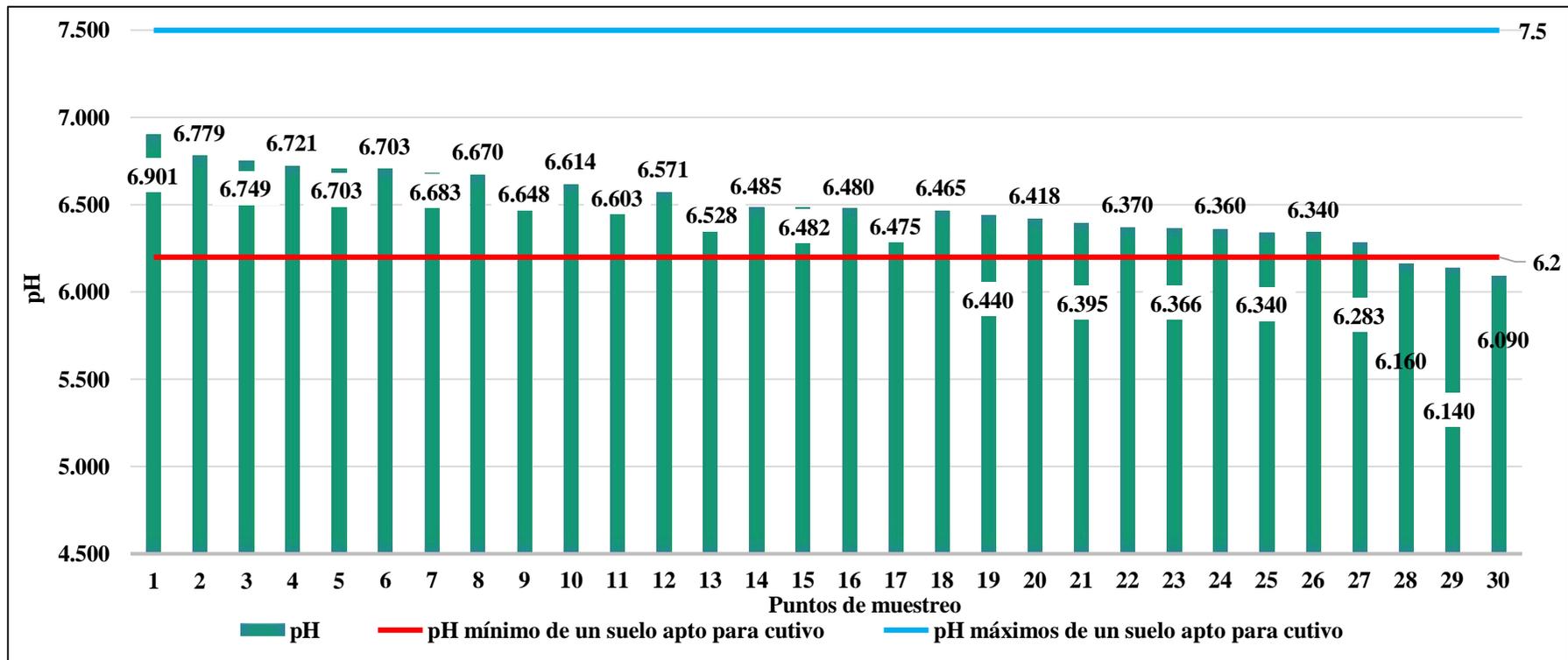
Valores referenciales de pH de suelo de cultivo de *Zea mays*



En la figura 11 se observa que existen muestras de suelo cuyos valores están por debajo de los sugeridos por la ONU (2024), la parcela 28 presenta un pH de 6.160, la parcela 29 presenta un pH de 6.140 y la parcela 30 presenta un pH de 6.090; que como se observa están mínimamente por debajo de lo estipulado (6.2).

Figura 11

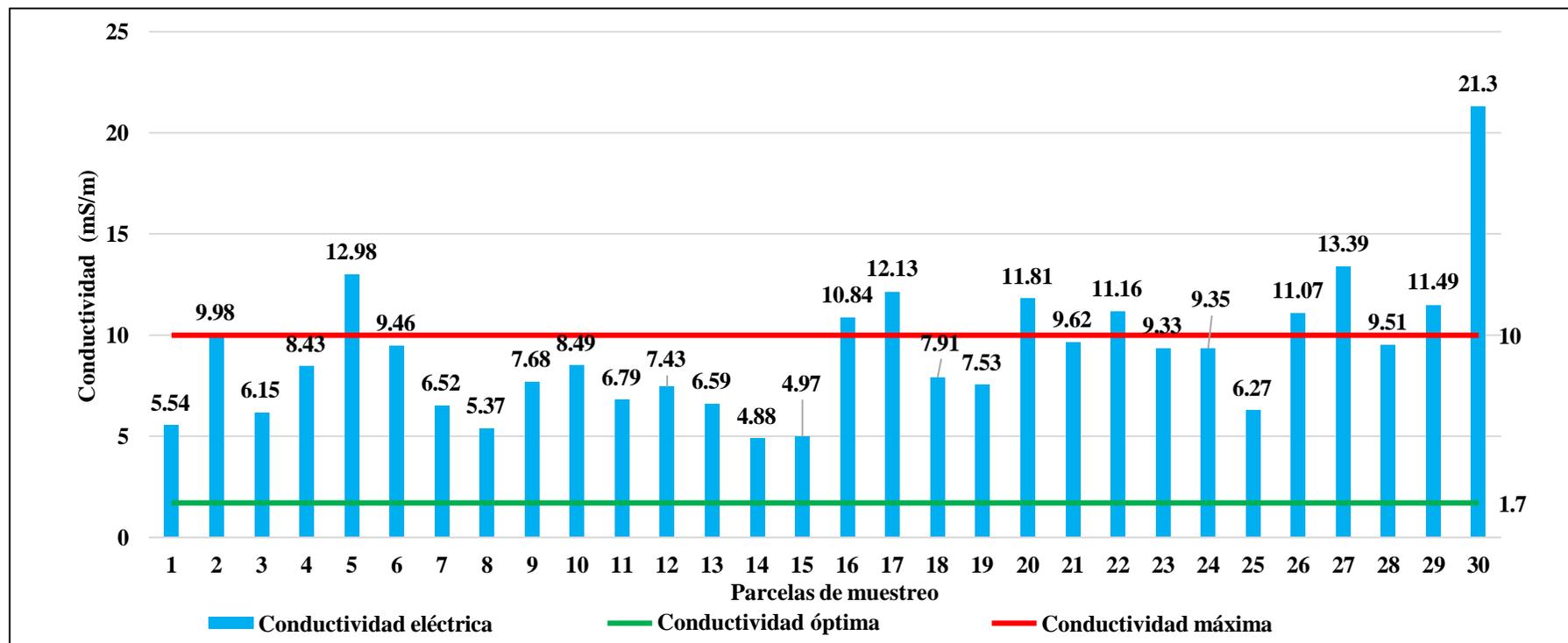
*pH de suelo de cultivos de *Arachis hypogaea**



En la figura 12 se observa que el 30% de muestras de suelo superan los valores máximos estipulados para el cultivo de *Zea mays* y *Arachis hypogaea* por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2019), mientras que el 70% supera los niveles óptimos; sin embargo, los niveles de conductividad eléctrica se encuentran por debajo de los niveles máximos, permitiendo que se pueda cultivar estos productos en estos suelos.

Figura 12

Conductividad eléctrica de las muestras de suelo



IV. DISCUSIONES

La figura 5 muestra 30 parcelas de cultivo de *Zea mays* (maíz) y *Arachis hypogaea* (maní) afectadas por el derrame de petróleo en el sector Cusumatac de la comunidad nativa Paantam y en el caserío Alan García. Un aspecto preocupante es la falta de implementación de tratamientos de biorremediación en estas áreas. Según los residentes, las zonas afectadas solo fueron cubiertas con tierra, lo que no ha sido suficiente para mitigar la contaminación. Esto se evidencia en la figura 14, donde se observa que el petróleo continúa emergiendo a la superficie, lo que indica una remediación ineficaz. Además, los intentos de recolectar el petróleo en el río resultaron infructuosos debido a la corriente, que arrastró el crudo aguas abajo, contaminando cultivos y agravando el problema ambiental.

Esta situación ha generado graves problemas ambientales, como la contaminación del agua, la muerte de flora y fauna, la alteración de las propiedades del suelo, la contaminación del aire y cambios significativos en el ecosistema. Estos impactos no solo afectan el medio ambiente, sino que también tienen consecuencias directas en la salud de la población local. Entre los efectos negativos reportados se encuentran enfermedades respiratorias, problemas dérmicos, trastornos de salud mental y la presencia de plomo en la sangre. Según Fernández (2021), estos problemas de salud podrían estar relacionados con la contaminación cruzada en la cadena alimentaria o con el contacto directo de la población al trabajar en áreas afectadas por los derrames de petróleo.

La persistencia de metales pesados en el suelo, como el plomo y el cadmio, representa un riesgo significativo para la salud humana y la biodiversidad. Aunque los análisis realizados en este estudio mostraron que la mayoría de las muestras de suelo no superaron los límites permisibles establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), la presencia continua de petróleo en la superficie sugiere que la contaminación por metales pesados podría incrementarse con el tiempo. Esto es especialmente preocupante en áreas donde no se han implementado medidas efectivas de remediación. Esto coincide con lo reportado por estudios previos, como los de Soto *et al.* (2020) y Patiño *et al.* (2021), quienes han destacado el impacto de los derrames de petróleo en la contaminación de suelos y cultivos, así como sus efectos en la salud de las comunidades afectadas.

En la figura 9 se observa que ninguna de las muestras de suelo analizadas supera los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del MINAM ni los límites establecidos por normativas internacionales de países como Canadá, Austria, Polonia, Alemania y Gran Bretaña. Este resultado podría atribuirse a la capacidad de *Arachis hypogaea* (maní) y *Zea mays* (maíz) cultivados previamente en la zona, los cuales posiblemente absorbieron y acumularon estos contaminantes. Por ello, se recomienda evaluar estos cultivos para determinar su potencial como fitorremediadores, su nivel de eficacia en la descontaminación y su impacto en la mitigación de la contaminación. Asimismo, es crucial analizar los efectos en la salud y el ecosistema derivados de la contaminación cruzada.

Julca (2022) y Hernández *et al.* (2019) destacan que el *Zea mays* tiene la capacidad de remediar, en promedio, un 45% del plomo presente en suelos contaminados. Además, en el caso del cadmio, este cultivo puede eliminar hasta un 77% de su presencia en el suelo. Estos hallazgos sugieren que las bajas concentraciones de cadmio y plomo detectadas en los suelos podrían ser resultado de la fitorremediación realizada por los cultivos antes de la investigación. Por lo tanto, es fundamental profundizar en el estudio de estas especies para aprovechar su potencial en la recuperación de suelos contaminados y reducir los riesgos asociados a la contaminación por metales pesados.

En su investigación, Cristóbal (2017) encontró que los suelos con un pH más elevado, como los ubicados en Sincos y Muquiyauyo, presentaron las mayores concentraciones de cadmio tanto en el suelo como en las plantas de *Zea mays*. Por el contrario, en suelos con un pH más bajo, como los de Quilcas y Sicaya, se observaron niveles de cadmio significativamente menores. Estos resultados resaltan el papel crucial del pH del suelo en la disponibilidad y acumulación de cadmio en el *Zea mays*. En el presente estudio, el pH de las muestras de suelo analizadas se encuentra en un rango ligeramente ácido, y las concentraciones de cadmio no superan los límites establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del MINAM ni los estándares de países como Canadá, Austria, Polonia, Alemania y Reino Unido.

Considerando los rangos de pH obtenidos en esta investigación, es importante mencionar que un pH ligeramente ácido favorece la absorción de metales pesados, como el cadmio (Cd) y el plomo (Pb), por las raíces de las plantas. Según Rodríguez (2019), el pH óptimo del suelo para una absorción eficiente de nutrientes y metales oscila entre 5,7 y 6,5.

Esto sugiere que, en suelos con pH dentro de este rango, existe una mayor probabilidad de que las plantas absorban metales pesados, lo que podría explicar la presencia de estos elementos en los cultivos, aunque en concentraciones que no exceden los límites permisibles. Estos hallazgos refuerzan la importancia de monitorear y regular el pH del suelo como parte de las estrategias para mitigar la acumulación de metales pesados en los cultivos y reducir los riesgos asociados a la contaminación.

Linthoingambi *et al.* (2024) destacan que las plantas han desarrollado diversas estrategias defensivas para enfrentar la presencia de metales pesados. Entre estas estrategias se incluyen la producción de fitoquelatinas, sistemas antioxidantes robustos, enzimas como la peroxidasa, el superóxido dismutasa y la catalasa, así como antioxidantes no enzimáticos como el ácido ascórbico. Además, procesos como la exudación de ácidos orgánicos a través de las raíces y la compartimentación de metales ayudan a prevenir la interacción de iones metálicos con componentes celulares vitales. Estas adaptaciones son fundamentales para proteger a las plantas del estrés generado por los metales pesados. Al contrastar estos hallazgos con los resultados de la presente investigación, se coincide con lo señalado por Linthoingambi *et al.* (2024) en que las plantas han desarrollado mecanismos para mitigar los efectos de los metales pesados. Esto se evidencia en que la mayoría de las muestras de suelo analizadas se encuentran dentro de los límites establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del MINAM y los estándares máximos permisibles de países como Gran Bretaña, Austria y Polonia. Estos resultados sugieren que los valores obtenidos podrían ser consecuencia de la capacidad fitorremediadora de los cultivos de *Zea mays* (maíz) y *Arachis hypogaea* (maní), los cuales habrían absorbido y reducido la concentración de metales pesados en el suelo. Esta capacidad de las plantas para remediar suelos contaminados refuerza su importancia en la mitigación de los impactos ambientales causados por la presencia de metales pesados.

Cusi (2021) señala que las plantas fitorremediadoras, como el *Zea mayz* (maíz) y el *Arachis hypogaea* (maní), utilizan sus raíces para absorber contaminantes del suelo. Estos contaminantes son transportados a través de los tejidos vegetales y pueden ser almacenados en distintas partes de la planta o transformados en compuestos menos tóxicos. Este proceso natural ha demostrado ser una herramienta eficaz para la descontaminación de suelos. Al contrastar con los hallazgos de esta investigación, se confirma lo expuesto por Cusi, ya que, a pesar del derrame de petróleo en la zona de estudio, se observaron niveles bajos de plomo

(Pb) y cadmio (Cd) en las muestras de suelo. Esto podría atribuirse a que, durante el año posterior al derrame, se han sembrado repetidamente cultivos de *Arachis hypogaea* y *Zea mays*, los cuales han contribuido a la remediación de los suelos, reduciendo significativamente las concentraciones de Pb y Cd en el área afectada.

Caso (2020) destaca que el *Zea mays* (maíz) actúa como un excelente biorremediador. En su estudio, encontró que esta especie acumula entre 0.031 ppm y 0.186 ppm de plomo (Pb) por planta, con un promedio de 0.108 ppm. Además, determinó que diez de las veinte muestras analizadas superaron el límite máximo de 0.1 ppm de Pb establecido por el Codex Alimentarius STAN 193-1995, Revisión 2014. Al contrastar estos hallazgos con los resultados de la presente investigación, se observa que los niveles de Pb en los suelos donde se cultivó *Zea mays* son bajos, lo que sugiere que estas plantas están contribuyendo activamente a la biorremediación de los suelos contaminados. Sin embargo, aunque este comportamiento de las plantas es beneficioso para la recuperación de suelos degradados, representa un riesgo potencial para la salud humana y animal. El consumo de mazorcas de maíz provenientes de estas plantas, o de animales que los han ingerido, podría generar una contaminación cruzada, introduciendo metales pesados en la cadena alimentaria. Este riesgo es especialmente preocupante en comunidades que dependen de estos cultivos como fuente principal de alimentación

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se afectó 30 parcelas de cultivos de *Zea mays* y *Arachis hypogaea* debido al derrame de petróleo en la quebrada de las comunidades nativas Kamit Entsa Campo 03 y Bajo Seasme, ubicadas en el distrito de Nieva, provincia de Condorcanqui, departamento de Amazonas.
- Los suelos de los cultivos de *Zea mays* y *Arachis hypogaea* presentan cadmio (Cd) dentro de los límites normativos nacionales (ECA) e internacionales, mientras que el plomo (Pb) solo el 6.7% de muestras superó los ECA y los límites establecidos por Gran Bretaña, Austria y Polonia.
- Los suelos cultivados con maíz presentaron un pH entre ligeramente ácido y casi neutro (6.09–6.90), mientras que los de maní mostraron un pH ligeramente ácido (6.09–6.16), ambos dentro de los rangos óptimos para estos cultivos. Además, la conductividad eléctrica se mantuvo en niveles adecuados, confirmando condiciones favorables para su productividad.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda al MINAM analizar otros metales pesados, hidrocarburos totales de petróleo (HTP), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en las parcelas afectadas por los derrames de petróleo.
- Aplicar medidas de remediación de suelos y agua afectados por los derrames de petróleo.
- Se recomienda utilizar la técnica de Fito estabilización natural para la recuperación de suelos contaminados por cadmio por su bajo costo y buena efectividad.
- Se recomienda al congreso crear leyes más drásticas para las empresas responsables de la explotación, que haga que realmente se recuperen estos suelos contaminados y se indemnice a la población afectada.
- Se recomienda que futuras investigaciones continúen evaluando principalmente los metales pesados de mayor riesgo para la salud y el medio ambiente, como el plomo (Pb) y el cadmio (Cd), debido a su alta toxicidad.
- Se recomienda analizar el poder de absorción de cadmio y plomo del maíz y el maní en los suelos contaminados por derrame de crudo del petróleo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alban, L. D., y Calle, J. J. (2020). *Metales pesados en Mangifera indica L. cultivada a Orillas del Rio Amarillo y su repercusión socio ambiental - 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Machala]. Repositorio institucional. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15579/1/TTFCS-2020-GEA-DE00001.pdf>
- Anaya, M. A., Rangel, F. M., Iannacone, J. A., y Romero, L. M. (2022). Metales pesados en hortalizas y suelos agrícolas irrigados con aguas superficiales: una revisión sistemática. *IDESIA*, 40(3), 33-41. https://revistas.uta.cl/pdf/1338/03-anaya%2040_3_2021.pdf
- Andrade, K., Castillo, I., y Quispe, R. (2020). Determinación de metales pesados en suelos agrícolas y suelos para cultivo de solanum tuberosum de la bahía interior de Puno. *SciELO*, 20(1), 147-153. doi:10.23881/idupbo.020.1-11i
- Barragán, J. M., y Carrera, L. A. (2019). *Determinación de valor nutricional y metales pesados en Manguifera indica cosechados en la Facultad de Ciencias Químicas*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio institucional. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/40716>
- Beltrán, M. E., y Gómez, A. M. (2016). Biorremediación de metales pesados mecanismos bioquímicos e ingeniería genética: una revisión cadmio (Cd), cromo (Cr) y mercurio (Hg). *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 12(2), 172-197. doi:<http://dx.doi.org/10.18359/rfcb.2027>
- Callaghan, C. O., Flores, J. A., Lizárraga, P., Okamoto, T., Papoulias, D. M., Barclay, F., . . . Astete, J. (2018). Extracción de petróleo en la cuenca del Amazonas y exposición a metales en poblaciones indígenas. *Science Direct*, 162(1), 226-230. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.013>

- Caso, J. (2020). *Determinación de concentraciones de plomo en maíz (Zea mays) procedente de la cuenca del río San Juan Chincha*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio institucional. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/6a9a1018-f28b-4483-98d7-7a0abbb1ec01/content>
- Cristobal, D. E. (2017). *Evaluación de las concentraciones de cadmio en las hojas de maíz en relación a su disponibilidad en suelos de diferente pH en el Valle del Mantaro*. [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio institucional. <https://core.ac.uk/download/pdf/266972864.pdf>
- Cusi, V. (2021). *Concentración de cadmio y plomo en la planta de papa (Solanum tuberosum L.), cultivada en suelos contaminados de El Mantaro, Sincos, Huancaní y Mito. 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio institucional. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11465/1/IV_FIN_107_TE_Cusi_Ticllacuri_2021.pdf
- Del Castillo, H., y Encina, J. (2021). *Evaluación del suelo, por metales pesados, producto del uso de agroquímicos en cultivos de arroz, Mishquiyacu, Tarapoto, 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/84581>
- Diario Oficial de las Comunidades Europeas. (1986). *Valores límite de concentración de metales pesados en los suelos según la Unión Europea*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31986L0278>
- Dueña, J. P., y Intriago, F. G. (2022). Contenido de metales pesados (Cu, Pb, Ni, Cd) en abonos orgánicos y las materias primas para su elaboración. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*, 27(3), 26-35. doi: https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i27.3674
- El Comercio. (15 de Mayo de 2023). Amazonas: reportan derrame de petróleo en río Nieva en la provincia de Condorcanqui. *El Comercio*, págs. 1-10. <https://elcomercio.pe/peru/amazonas/amazonas-hallan-laboratorio-clandestino-con-mas-de-800-kilos-de-cocaina-video-pnp-ultimas-noticia/>

- Espinoza, G. R., Cárdenas, J. A., y Echegaray, N. G. (2022). Presencia de metales pesados en suelos agrícolas de la subcuenca Llallimayo, departamento de Puno. *C&T Riqchary Revista De investigación En Ciencia Y tecnología*, 4(1), 12-19. doi:<https://doi.org/10.57166/riqchary/v4.n1.2022.83>
- Fernández, O. (2021). *Hallan altos niveles de plomo en sangre en población indígena de la Amazonía peruana*. [Tesis de pregrado, Universidad Oberta de Catalunya]. Repositorio institucional. <https://www.uoc.edu/es/news/2021/153-plomo-petroleo-amazonia-salud>
- Guzmán, A. R., Cruz, O., y Valdés, R. (2019). Efectos de la contaminación por metales pesados en un suelo con uso agrícola. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(1), 1-9. <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v28n1/2071-0054-rcta-28-01-e04.pdf>
- Hernández, Y., Rodríguez, P., Peña, M., Meriño, Y., y Cartaya, O. (2019). Toxicidad del Cadmio en las plantas y estrategias para disminuir sus efectos. Estudio de caso: El tomate. *Cultivos Tropicales*, 40(3), 1-10. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362019000300010&lng=es&tlng=es.
- Hincapié, W. (2019). *Análisis de la disponibilidad de metales pesados en la fase sólida del suelo del agroecosistema en Aquitania, Boyacá*. [Tesis de pregrado, Universidad de la Salle]. Repositorio institucional. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2147&context=ing_ambiental_sanitaria
- Huaranga, F., Méndez, E., Quilcat, V., Bernui, F., Costilla, N., y Huaranga, F. (2021). Determinación de Metales Pesados Cadmio, Níquel, Plomo y Zinc en la Zona de Influencia del Relleno Sanitario de Sonsonate, El Salvador. *Arnaldoa*, 28(1), 149-162. <http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.281.28109>
- Julca, J. J. (2022). *Capacidad fitorremediadora del maíz y el girasol en suelos contaminados del botadero municipal de Lucma*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/31486/Julca%20Casta%20C3%B1eda%20Jhack%20Jhelsin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Linthoingambi , N., BN , H., Tabalique , Y., Punabati, H., y Discoteca, S. (2024). Descifrando la tolerancia al estrés de las plantas que preparan para el uso de metales pesados a través de mecanismos fisiológicos, bioquímicos, moleculares y ómicos. *Science Directt*, 165(1), 16-25. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2024.02.032>
- Llatance, W. G. (2019). *Caracterización de la respuesta fisiológica de Salvinia sp. frente a la exposición a metales pesados y su relación con la eficiencia del proceso de fitorremediación*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica Argentina]. Repositorio institucional. <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/9634>
- López, G. M., y Zamora, A. R. (2016). *Diagnóstico de la fertilidad del suelo en el área de investigación, innovación y desarrollo de la ESPAM- MFL*. . [Tesis de posgrado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. Repositorio institucional.. <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/270/1/TA54.pdf>
- Mendoza, B., Torres, D., Lué, M., Gómez, C., Estanga, M., y García, Y. (2021). Concentración de metales pesados en suelos agrícolas bajo diferentes sistemas de labranza. *TecnoLógicas*, 24(51), 1-10. <https://doi.org/10.22430/22565337.1738>
- Mendoza, R., y Espinoza, A. (2017). *Guía Técnica para Muestreo de Suelos*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services (CRS)]. Repositorio institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>
- Meza, B. M., y Molina , N. (2023). *Efecto de la capacidad fitorremediadora de la papa (Solanum ajanhuiri) en el porcentaje de remoción de mercurio y plomo*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.14597/6184>
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Guía para el muestreo de suelos*. <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/Guia-Para-El-Muestreo-De-Suelos-final.pdf>

- MONGABAY. (2023). *Derrame de más de tres mil barriles de petróleo afecta a por lo menos 30 comunidades indígenas en la Amazonía de Perú*. <https://es.mongabay.com/2023/01/derrame-de-petroleo-afecta-a-por-lo-menos-30-comunidades-indigenas-en-la-amazonia-de-peru/>
- Munive, R., Loli, O., Azabache, A., y Gamarra, G. (2018). Fitorremediación con Maíz (*Zea mays* L.) y compost de Stevia en suelos degradados por contaminación con metales pesados. *Scientia Agropecuaria*, 9(4), 551-560. doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.04.11>
- Octavio, P., y Olmos, D. A. (2022). Efectos sobre la salud del agua contaminada por metales pesados. *Herreriana*, 4(1), 43-47. doi:<https://doi.org/10.29057/h.v4i1.8630>
- Organización de las Naciones Unidas. (2024). *Tecnificación del cultivo del maní*. <https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea17s/ch32.htm#:~:text=Los%20suelos%20que%20contienen%20una,variar%20entre%206.2%20y%207.5.>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación . (2019). *La salinidad del suelo y su fertilidad* . <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/NTF-19-025-La-salinidad-del-suelo-y-su-fertilidad.pdf>
- Parra, F., Manrique, H., y Martínez, V. (2019). *Derrames de petróleo y afectación a la salud materno infantil en pueblos indígenas de la amazonía peruana: un análisis exploratorio desde los determinantes de la salud*. [Tesis de pregrado, Universidad del Pacífico]. Repositorio institucional. https://cies.org.pe/wp-content/uploads/2019/12/derrames_de_petroleo_y_afectacion_a_la_salud_materno_infantil.pdf
- Parraga, M. G. (2022). *Contenido de humedad de diferentes tipos de suelos usando nuevas tecnologías, Huancayo 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Los Andes]. Repositorio institucional. https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/4609/T037_47187867_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Patiño, O., Robles, H., y León, L. (2021). Biodegradación de petróleo por *Bacillus thuringiensis* como alternativa para la recuperación de suelos agrícolas. *Arnaldoa* 8(2), 339-348. doi:<http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.282.28205>

- Polo, C., y Sulca, L. (2019). Metales pesados: fuentes y su toxicidad sobre la salud humana. *Ciencias*, 2(1), 20-36. doi:<https://doi.org/10.33326/27066320.2018.1.842>
- Rodríguez, A. (2019). Formulación de Soluciones Nutritivas para Cultivo de Arándano. Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://es.scribd.com/document/462498901/3-formulacion-arandanos-ica-2019>
- Reyes, Y. C. (2020). *Estudio de bioacumulación de metales pesados en plantas de consumo humano para sensado molecular In situ*. [Tesis de doctorado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio institucional. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/54953/Documento%20final%20Tesis%20doctoral%20Yulieth%20Reyes%20Roa.pdf?sequence=1>
- Rigñack, M., Sánchez, A. M., Reyes, A., y Arias, R. (2020). Reducción de metales pesados en el crudo ligero cubano con el uso de zeolita. *Tecnología Química*, 40(3), 469-487. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852020000300469
- Soto, M., Rodriguez, L., Olivera, M., Arostegui, V., Colina, C., y Garate, J. (2020). Riesgos para la salud por metales pesados en productos agrícolas cultivados en áreas abandonadas por la minería aurífera en la Amazonía peruana. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 49-59. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.06>
- Soto, M., Rodriguez, L., Olivera, M., Arostegui, V., Colina, C., y Garate, J. (2020). Riesgos para la salud por metales pesados en productos agrícolas cultivados en áreas abandonadas por la minería aurífera en la Amazonía peruana. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 49-59. doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.06>
- Tayebeh , A., Gavanji, S., y Mojiri, A. (2022). Absorción y toxicidad del plomo y el zinc en el maíz y su manejo. *Plantas (Basilea)*, 11(15), 1-17. doi:<https://doi.org/10.3390/plants11151922>
- Torrente, A., Calderón, L. V., y Joven, E. M. (2020). Metales en suelos productores de arroz del distrito Juncal, Huila – Colombia. *Dialnet*, 50(1 y 2), 1-12. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=783153>

- Vargas, C. (2019). Análisis de la bioacumulación de plomo en frutos comestibles de la arborización urbana de Neiva y su posible relación con la calidad del aire [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio insitucional. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/28293/cvargasve.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vizuite, R. A., Pascual, A. E., Taco, C. W., y Morales, M. M. (2020). Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos a base de bacterias utilizadas como bioproductos. *Revista Lasallista de Investigación*, 17(1), 177 - 187. doi: 10.22507/rli.v17n1a19
- YARA. (2024). *Suelos y encalado*. <https://www.yara.com.mx/nutricion-vegetal/maiz/suelos-y-encalado/>
- Zapata, J. (2019). *Contenido de metales pesados en vegetación alrededor de una mina cerrada en la región Piura*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio institucional. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4052/ING_627.pdf?sequence=1&isAllowed=y

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por haberme dado la vida y por permitirme escalar un peldaño más en mi formación profesional, a la vez a mis padres Julio y Adela, cuyo apoyo incondicional ha sido el pilar fundamental en mi formación académica. A mis asesores M Sc. Gustavo Adolfo Martínez Sovero, y el M Sc. Joseph Campos Ruiz, quienes con su sabiduría y paciencia me guiaron en este camino. Y a todos aquellos que, de alguna manera, contribuyeron a la culminación de este trabajo.

Bach. Robert Nagkabai Akuts

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, Julio Nagkabei Majeán y Adela Akuts Salazar, ustedes son mi motivación gracias por su apoyo incondicional, su cariño, confianza todo lo que he obtenido es gracias a ustedes. A mis hermanas Miriam y Lea Consuelo por sus consejos y por el ánimo para seguir superándome.

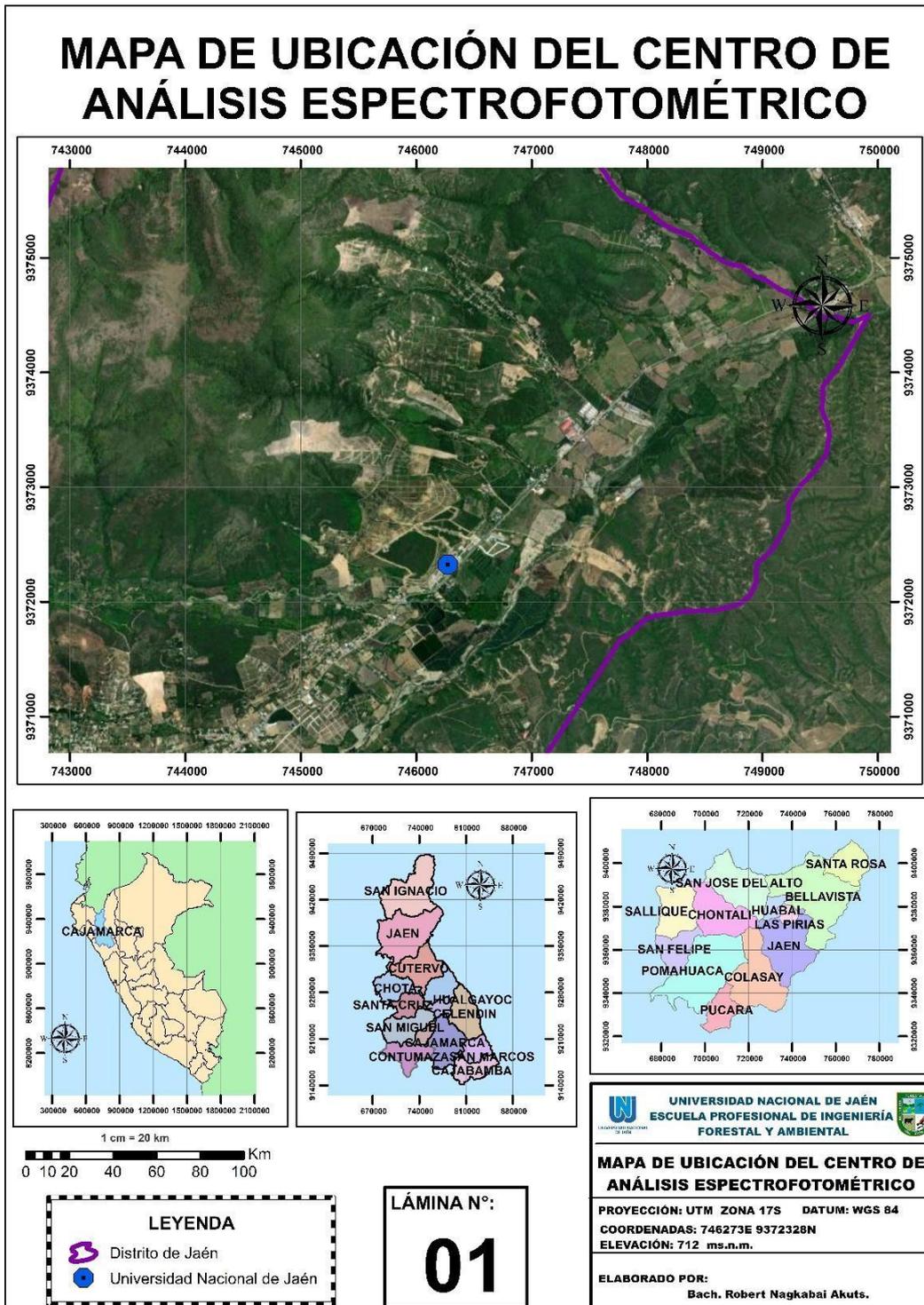
Bach. Robert Nagkabei Akuts

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación del centro de análisis espectrofotométrico

Figura 13

Mapa de ubicación del centro de análisis espectrofotométrico



Anexo 2. Ubicación y área de las parcelas

Tabla 1

Ubicación y área de las parcelas

Código	Norte	Este	Cultivo	Área del terreno (m²)
Parcela 1	9486131.83	181942.75	Cultivo <i>Arachis hypogaea</i>	1764.6
Parcela 2	9486065.47	181598.09	Cultivo <i>Arachis hypogaea</i>	678.07
Parcela 3	9485027.52	179477.33	Cultivo maíz	600.93
Parcela 4	9483813.03	180962.50	Cultivo <i>Zea mays</i>	768.23
Parcela 5	9483731.70	180966.94	Cultivo <i>Zea mays</i>	698.44
Parcela 6	9483733.00	180968.00	Cultivo <i>Arachis hypogaea</i>	854.68
Parcela 7	9486133.00	181944.00	Cultivo <i>Zea mays</i>	962.3
Parcela 8	9483814.00	180963.00	Cultivo <i>Arachis hypogaea</i>	874.5
Parcela 9	9483734.00	180969.00	Cultivo <i>Zea mays</i>	985.6
Parcela 10	9486132.83	181944.75	Cultivo <i>Arachis hypogaea</i>	689.3
Parcela 11	9486066.47	181599.09	Cultivo <i>Arachis hypogaea</i>	568.4
Parcela 12	9485029.52	179478.33	Cultivo <i>Zea mays</i>	589.4
Parcela 13	9483815.03	180963.50	Cultivo <i>Zea mays</i>	963.5
Parcela 14	9483732.70	180968.94	Cultivo <i>Zea mays</i>	896.7
Parcela 15	9483734.00	180969.00	Cultivo <i>Arachis hypogaea</i>	854.2
Parcela 16	9486138.00	181945.00	Cultivo <i>Zea mays</i>	968.1
Parcela 17	9483819.00	180966.00	Cultivo <i>Arachis hypogaea</i>	698.1
Parcela 18	9483737.00	180966.00	Cultivo <i>Zea mays</i>	658.9
Parcela 19	9488404.23	183363.62	Cultivo <i>Zea mays</i>	758.3
Parcela 20	9488213.10	183372.67	Cultivo <i>Zea mays</i>	845.3
Parcela 21	9488124.80	183383.80	Cultivo <i>Zea mays</i>	965.2
Parcela 22	9487994.48	183430.19	Cultivo <i>Arachis hypogaea</i>	845.9
Parcela 23	9488221.65	181835.07	Cultivo <i>Arachis hypogaea</i>	876.1
Parcela 24	9489200.15	181727.00	Cultivo <i>Zea mays</i>	862.8
Parcela 25	9489096.00	181663.01	Cultivo <i>Arachis hypogaea</i>	925.3
Parcela 26	9488989.87	181662.48	Cultivo <i>Zea mays</i>	985.1
Parcela 27	9488817.36	181483.63	Cultivo <i>Arachis hypogaea</i>	748.6
Parcela 28	9488662.39	181567.95	Cultivo <i>Zea mays</i>	896.6
Parcela 29	9488538.48	181631.74	Cultivo <i>Zea mays</i>	748.9
Parcela 30	9489079.12	181673.38	Cultivo <i>Arachis hypogaea</i>	600

Anexo 3. Panel fotográfico

Figura 14

Punto de muestreo 1



Figura 15

Punto de muestreo 2



Nota: Se observa que canal de riego muestra presencia de crudo de petróleo

Figura 16

Recorrido exploratorio de zonas afectada por derrame



Figura 17

Identificación de parcelas de Zea mays

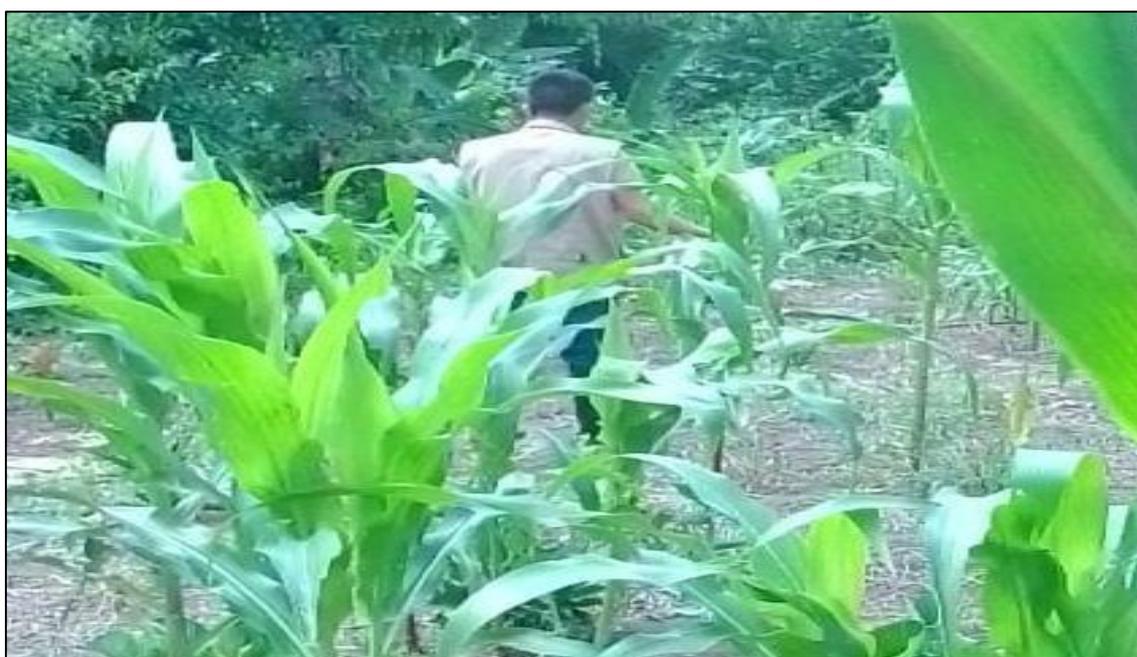


Figura 18

Identificación de parcelas de *Arachis hypogaea*

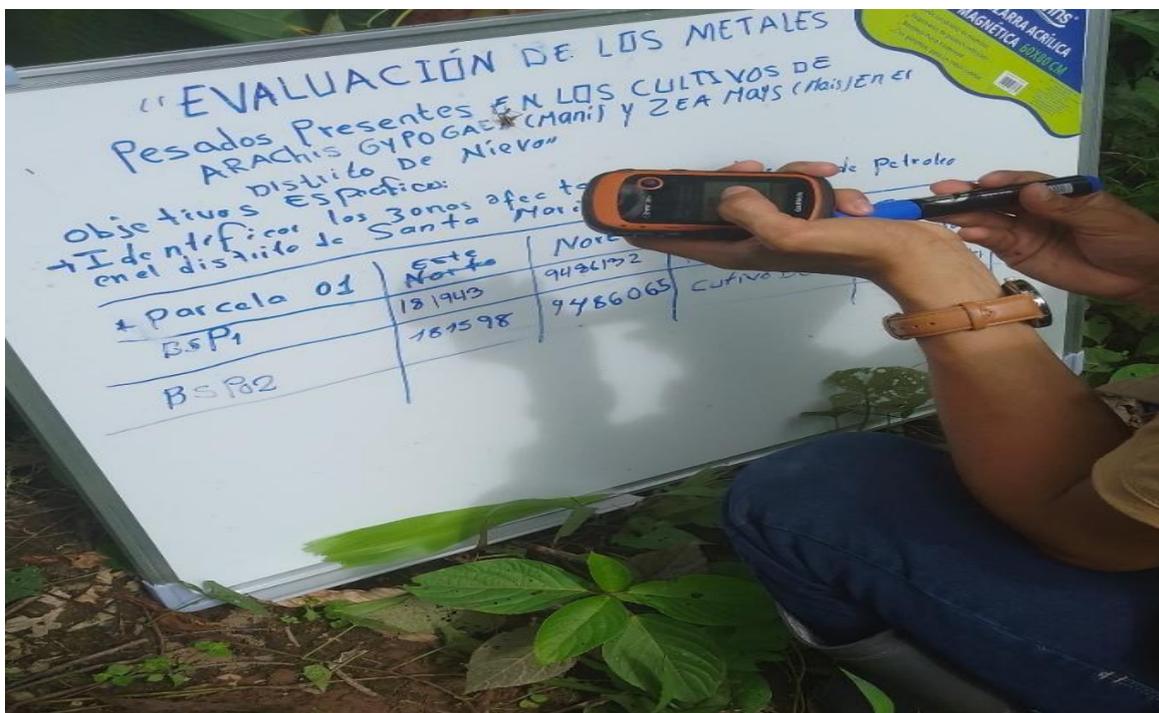


Figura 19

Georreferenciación de parcelas





Figura 20

Recorrido exploratorio por las aguas del río Nieva



Figura 21

Colecta de muestras



Figura 22

Transporte de muestras



Figura 23

Preparación de muestras



Figura 24

Aplicación del método del cuarteo



Figura 25

Acondicionamiento de muestras para llevar al laboratorio



Figura 26

Preparación de muestras para analizar metales pesados



igura 27

Preparación de muestras para análisis de Cd y Pb



Figura 28

Análisis de Pb y Cd



Figura 29

Análisis de pH y conductividad eléctrica



Anexo 4. Resultados de cadmio y plomo obtenidos

Centro de Análisis
Espectrofotométrico - CAE



INFORME DE ENSAYO CAE N°00140624-AA-020

Emitido en Jaén, el 14 de agosto del 2024

Nombre del Solicitante	: Bach. Robert Nagkabai Akuts
Servicio solicitado	: Análisis de metales en muestras de suelo: Cd y Pb
Características	: Muestras proporcionadas por el solicitante
Condiciones de recepción	: En aparente buen estado
Fecha de recepción de muestra	: 15 de julio del 2024
Fecha de inicio de Ensayo	: 16 de julio del 2024
Fecha de término de Ensayo	: 09 de agosto del 2024
Fines	: Ejecución de proyecto de tesis titulado: "Evaluación de metales pesados presentes en suelos de cultivos de <i>Arachis hypogaea</i> (MANÍ) y <i>Zea mays</i> (MAÍZ) en el distrito de Santa María de Nieva"
Tipo de muestra	: Suelo
Cantidad de muestra	: 30 muestras x 500 g

Resultados de Suelo



NÚMERO DE MUESTRA	CÓDIGO DE LABORATORIO	DETERMINACIONES	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADOS
01	MSU-04-CAE-24	Cadmio	USEPA 2007/ Método 3051-A	mg/L	0.044
		Plomo		mg/L	0.280
02	MSU-05-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.047
		Plomo		mg/L	0.300
03	MSU-06-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.027
		Plomo		mg/L	0.080
04	MSU-07-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.035
		Plomo		mg/L	0.090
05	MSU-08-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.043
		Plomo		mg/L	0.250
06	MSU-09-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.030
		Plomo		mg/L	0.090



CONTACTO

957108551 / 946848879



EMAIL

ceasa@unj.edu.pe



DIRECCIÓN

Carretera Jaén - San Ignacio Km
24 Sector Yanuyacu



REDES SOCIALES

www.unj.edu.pe

Centro de Análisis:
Espectrofotométrico - CAE



Resultados de Suelo

NÚMERO DE MUESTRA	CÓDIGO DE LABORATORIO	DETERMINACIONES	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADOS
07	MSU-10-CAE-24	Cadmio	USEPA 2007/ Método 3051-A	mg/L	0.018
		Plomo		mg/L	0.000
08	MSU-11-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.019
		Plomo		mg/L	0.010
09	MSU-12-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.007
		Plomo		mg/L	0.000
10	MSU-13-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.011
		Plomo		mg/L	0.000
11	MSU-14-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.013
		Plomo		mg/L	0.010
12	MSU-15-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.015
		Plomo		mg/L	0.080
13	MSU-16-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.014
		Plomo		mg/L	0.080
14	MSU-17-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.013
		Plomo		mg/L	0.030
15	MSU-18-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.018
		Plomo		mg/L	0.210
16	MSU-19-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.012
		Plomo		mg/L	0.150
17	MSU-20-CAE-24	Cadmio	mg/L	0.016	
		Plomo	mg/L	0.300	
18	MSU-21-CAE-24	Cadmio	mg/L	0.019	
		Plomo	mg/L	0.080	
19	MSU-22-CAE-24	Cadmio	mg/L	0.030	
		Plomo	mg/L	0.350	



CONTACTO

957108553 / 946848879



EMAIL

ceasa@unj.edu.pe



DIRECCIÓN

Carretera Jaén - San Ignacio Km 24 Sector Yanuvacu



REDES SOCIALES

www.unj.edu.pe

Resultados de Suelo

NÚMERO DE MUESTRA	CÓDIGO DE LABORATORIO	DETERMINACIONES	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADOS
20	MSU-23-CAE-24	Cadmio	USEPA 2007/ Método 3051-A	mg/L	0.033
		Plomo		mg/L	372.000
21	MSU-24-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.025
		Plomo		mg/L	185.500
22	MSU-25-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.037
		Plomo		mg/L	0.440
23	MSU-26-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.028
		Plomo		mg/L	0.440
24	MSU-27-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.019
		Plomo		mg/L	0.270
25	MSU-28-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.036
		Plomo		mg/L	0.320
26	MSU-29-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.034
		Plomo		mg/L	0.330
27	MSU-30-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.020
		Plomo		mg/L	1.360
28	MSU-31-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.029
		Plomo		mg/L	0.450
29	MSU-32-CAE-24	Cadmio		mg/L	0.013
		Plomo		mg/L	0.130
30	MSU-33-CAE-24	Cadmio	mg/L	0.014	
		Plomo	mg/L	0.170	




Ing. Daniela Violeta Sánchez Córdova
Coordinadora del Centro de Análisis
Espectrofotométrico



CONTACTO

957108553 / 946848879



EMAIL

caesa@unj.edu.pe



DIRECCION

Carretera Jaén - San Ignacio km
24 Sector Yanuyacu



REDES SOCIALES

 www.unj.edu.pe

Anexo 5. Resultados de pH y conductividad eléctrica

Centro de Análisis en Suelos
y Aguas - CEASA



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE JAÉN**
INFORME DE ENSAYO
CEASA N°000240614-EL-037

Emitido en Jaén, el 14 de agosto del 2024

Nombre del solicitante	: Bach. Robert Nagkabai Akuts
Muestreado por	: Solicitante
Número de muestras / Cantidad	: 30 muestra / 500 g
Producto declarado	: Suelo
Características	: Bolsa de plástico
Servicio solicitado	: Análisis de pH y Conductividad Eléctrica
Condiciones de recepción	: En aparente buen estado
Fecha de recepción	: 15 de julio del 2024
Fecha de inicio de Ensayo	: 16 de julio del 2024
Fecha de término de Ensayo	: 12 de agosto del 2024
Fines	: Ejecución de proyecto de tesis titulado: "Evaluación de metales pesados presentes en suelos de cultivos de <i>Arachis hypogaea</i> (MANI) y <i>Zea mays</i> (MAÍZ) en el distrito de Santa María de Nieva"

Resultados



CÓDIGO DE MUESTRA DEL SOLICITANTE	CÓDIGO DEL LABORATORIO	DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
M-01	MSU-034-CEASA-24	pH	-	6.670
		Conductividad Eléctrica	mS/m	5.54
M-02	MSU-035-CEASA-24	pH	-	6.360
		Conductividad Eléctrica	mS/m	9.98
M-03	MSU-036-CEASA-24	pH	-	6.480
		Conductividad Eléctrica	mS/m	6.15
M-04	MSU-037-CEASA-24	pH	-	6.465
		Conductividad Eléctrica	mS/m	8.43
M-05	MSU-038-CEASA-24	pH	-	6.340
		Conductividad Eléctrica	mS/m	12.89
M-06	MSU-039-CEASA-24	pH	-	6.603
		Conductividad Eléctrica	mS/m	9.46



CONTACTO

957108553 / 946848879



EMAIL

ceasa@unj.edu.pe



DIRECCIÓN

Carretera Jaén - San Ignacio Km
24 Sector Yamuyacu



REDES SOCIALES

www.unj.edu.pe

INFORME DE ENSAYO
CEASA N°000240814-EL-037

Resultados

CÓDIGO DE MUESTRA DEL SOLICITANTE	CÓDIGO DEL LABORATORIO	DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
M-19	MSU-052-CEASA-24	pH	-	6.395
		Conductividad Eléctrica	mS/m	7.53
M-20	MSU-053-CEASA-24	pH	-	6.370
		Conductividad Eléctrica	mS/m	11.81
M-21	MSU-054-CEASA-24	pH	-	6.475
		Conductividad Eléctrica	mS/m	9.62
M-22	MSU-055-CEASA-24	pH	-	6.418
		Conductividad Eléctrica	mS/m	11.16
M-23	MSU-056-CEASA-24	pH	-	6.160
		Conductividad Eléctrica	mS/m	9.33
M-24	MSU-057-CEASA-24	pH	-	6.283
		Conductividad Eléctrica	mS/m	9.35
M-25	MSU-058-CEASA-24	pH	-	6.140
		Conductividad Eléctrica	mS/m	6.27
M-26	MSU-059-CEASA-24	pH	-	6.090
		Conductividad Eléctrica	mS/m	11.07
M-27	MSU-060-CEASA-24	pH	-	6.366
		Conductividad Eléctrica	mS/m	13.39
M-28	MSU-061-CEASA-24	pH	-	6.340
		Conductividad Eléctrica	mS/m	9.51
M-29	MSU-062-CEASA-24	pH	-	6.528
		Conductividad Eléctrica	mS/m	11.49
M-30	MSU-063-CEASA-24	pH	-	6.648
		Conductividad Eléctrica	mS/m	21.3



CONTACTO

957108553 / 946848879



EMAIL

ceasa@unj.edu.pe



DIRECCION

Calletera Jaén - San Ignacio Km
24 Sector Yanuyacu



REDES SOCIALES



www.unj.edu.pe

INFORME DE ENSAYO
CEASA N°000240814-EL-037

METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	: EPA 9045D, Rev 4, 2004, Soil and waste pH.
Conductividad eléctrica	: ISO 11265, First Edition. 1994. Soil Quality. Determination of the Specific Electrical Conductivity

Acotaciones:

- Los resultados son válidos para las muestras referidas por cada fecha en el presente informe
- El informe de ensayo tiene una validez de 365 días.
- El laboratorio no se responsabiliza por el muestreo tomado por el solicitante
- La medición de pH fue realizada a las siguientes temperaturas:

MSU-034-CEASA-24: 23.0 °C	MSU-049-CEASA-24: 21.0 °C
MSU-035-CEASA-24: 22.8 °C	MSU-050-CEASA-24: 20.6 °C
MSU-036-CEASA-24: 22.5 °C	MSU-051-CEASA-24: 20.4 °C
MSU-037-CEASA-24: 22.6 °C	MSU-052-CEASA-24: 20.5 °C
MSU-038-CEASA-24: 23.0 °C	MSU-053-CEASA-24: 20.5 °C
MSU-039-CEASA-24: 22.5 °C	MSU-054-CEASA-24: 20.5 °C
MSU-040-CEASA-24: 22.5 °C	MSU-055-CEASA-24: 20.6 °C
MSU-041-CEASA-24: 22.4 °C	MSU-056-CEASA-24: 21.4 °C
MSU-042-CEASA-24: 23.4 °C	MSU-057-CEASA-24: 21.0 °C
MSU-043-CEASA-24: 22.7 °C	MSU-058-CEASA-24: 20.8 °C
MSU-044-CEASA-24: 23.3 °C	MSU-059-CEASA-24: 20.8 °C
MSU-045-CEASA-24: 23.1 °C	MSU-060-CEASA-24: 21.1 °C
MSU-046-CEASA-24: 23.3 °C	MSU-061-CEASA-24: 20.8 °C
MSU-047-CEASA-24: 22.1 °C	MSU-062-CEASA-24: 21.1 °C
MSU-048-CEASA-24: 20.7 °C	MSU-063-CEASA-24: 20.9 °C

- La medición de C.e. fue realizada a las siguientes temperaturas:

MSU-034-CEASA-24: 21.8 °C	MSU-049-CEASA-24: 23.3 °C
MSU-035-CEASA-24: 21.7 °C	MSU-050-CEASA-24: 23.7 °C
MSU-036-CEASA-24: 21.6 °C	MSU-051-CEASA-24: 23.6 °C
MSU-037-CEASA-24: 21.7 °C	MSU-052-CEASA-24: 23.3 °C
MSU-038-CEASA-24: 21.5 °C	MSU-053-CEASA-24: 23.5 °C
MSU-039-CEASA-24: 21.8 °C	MSU-054-CEASA-24: 23.4 °C
MSU-040-CEASA-24: 21.6 °C	MSU-055-CEASA-24: 23.5 °C
MSU-041-CEASA-24: 21.8 °C	MSU-056-CEASA-24: 24.3 °C
MSU-042-CEASA-24: 23.1 °C	MSU-057-CEASA-24: 23.9 °C
MSU-043-CEASA-24: 21.8 °C	MSU-058-CEASA-24: 23.0 °C
MSU-044-CEASA-24: 22.5 °C	MSU-059-CEASA-24: 23.0 °C
MSU-045-CEASA-24: 23.1 °C	MSU-060-CEASA-24: 23.3 °C
MSU-046-CEASA-24: 22.0 °C	MSU-061-CEASA-24: 23.2 °C
MSU-047-CEASA-24: 21.6 °C	MSU-062-CEASA-24: 23.1 °C
MSU-048-CEASA-24: 23.8 °C	MSU-063-CEASA-24: 23.2 °C



Ing. Danitza Violeta Sánchez Córdova
Coordinadora del Centro de Análisis en Suelos y Aguas



CONTACTO

957108553 / 946848879



EMAIL

ceasa@unj.edu.pe



DIRECCIÓN

Carretera Jaén - San Ignacio
Km 24, Sector Yanuyacu



REDES SOCIALES


www.unj.edu.pe

INFORME DE ENSAYO
CEASA N°000240814-EL-037

Resultados

CÓDIGO DE MUESTRA DEL SOLICITANTE	CÓDIGO DEL LABORATORIO	DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
M-07	MSU-040-CEASA-24	pH	-	6.721
		Conductividad Eléctrica	mS/m	6.52
M-08	MSU-041-CEASA-24	pH	-	6.683
		Conductividad Eléctrica	mS/m	5.37
M-09	MSU-042-CEASA-24	pH	-	6.703
		Conductividad Eléctrica	mS/m	7.68
M-10	MSU-043-CEASA-24	pH	-	6.749
		Conductividad Eléctrica	mS/m	8.49
M-11	MSU-044-CEASA-24	pH	-	6.703
		Conductividad Eléctrica	mS/m	6.79
M-12	MSU-045-CEASA-24	pH	-	6.779
		Conductividad Eléctrica	mS/m	7.43
M-13	MSU-046-CEASA-24	pH	-	6.901
		Conductividad Eléctrica	mS/m	6.59
M-14	MSU-047-CEASA-24	pH	-	6.440
		Conductividad Eléctrica	mS/m	4.88
M-15	MSU-048-CEASA-24	pH	-	6.614
		Conductividad Eléctrica	mS/m	4.97
M-16	MSU-049-CEASA-24	pH	-	6.571
		Conductividad Eléctrica	mS/m	10.84
M-17	MSU-050-CEASA-24	pH	-	6.482
		Conductividad Eléctrica	mS/m	12.13
M-18	MSU-051-CEASA-24	pH	-	6.485
		Conductividad Eléctrica	mS/m	7.91



CONTACTO

957108553 / 946848879



EMAIL

ceasa@unj.edu.pe



DIRECCION

Carretera Jaén - San Ignacio Km
24 Sector Yanuyacu



REDES SOCIALES



www.unj.edu.pe