

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Degradación del suelo en la mancomunidad del lago
Chinchaycocha debido al cultivo de la maca**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Chanco Espinoza, Mirella Kimberly (orcid.org/0000-0001-7437-7722)

Seminario Alata, Kenlly Martin (orcid.org/0000-0002-1102-3182)

ASESOR:

Ph. D. Solorzano Acosta, Richard Andi (orcid.org/0000-0003-3248-046X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA — PERÚ

2023

DEDICATORIA

Gracias a Dios por las victorias y momentos difíciles que me enseñó, para que cada día esté más agradecido con Él por permitirme llegar a este punto tan importante en mis estudios profesionales.

A mis padres por su amor, cariño, comprensión y dedicación en impartirme valores y una mejor educación, con este logro estoy retribuyendo el esfuerzo y su mayor sacrificio. Gracias por ayudarme a desarrollarme más, por darme consejos y comprensión en cada momento de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Me gustaría agradecer a la Universidad César Vallejo y a mis profesores por apoyarme en mis estudios y animarme a seguir estudiando.

Agradezco el apoyo incondicional de mis padres por toda la confianza y apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida, me han demostrado un gran cariño y amor.

Gracias al Ph. D. Solórzano Acosta Richard Andi, con sus características humanas y estilo de enseñanza en ese momento, fue un placer compartir y realizar esta tesis con él, y también ver la importancia de esta investigación y lo útil que puede ser para la comunidad.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SOLORZANO ACOSTA RICHARD ANDI, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Degradación del Suelo en La Mancomunidad Del Lago Chinchaycocha debido al Cultivo De La Maca", cuyos autores son CHANCO ESPINOZA MIRELLA KIMBERLY, SEMINARIO ALATA KENLLY MARTIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 8.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 08 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SOLORZANO ACOSTA RICHARD ANDI DNI: 45283270 ORCID: 0000-0003-3248-046X	Firmado electrónicamente por: RSOLORZANOAC el 08-12-2023 17:47:17

Código documento Trilce: TRI – 0688937



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CHANCO ESPINOZA MIRELLA KIMBERLY, SEMINARIO ALATA KENLLY MARTIN estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Degradación del Suelo en La Mancomunidad Del Lago Chinchaycocha debido al Cultivo De La Maca", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
CHANCO ESPINOZA MIRELLA KIMBERLY DNI: 75589837 ORCID: 0000-0001-7437-7722	Firmado electrónicamente por: MCHANCO el 07-07- 2024 18:21:18
SEMINARIO ALATA KENLLY MARTIN DNI: 71008498 ORCID: 0000-0002-1102-3182	Firmado electrónicamente por: SALATAKE el 08-07- 2024 15:05:27

Código documento Trilce: INV - 1622344

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización	12
3.3. Población.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.6. Método de análisis de datos	23
3.7. Aspectos éticos.....	24

IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN.....	36
VI. CONCLUSIONES	38
VII. RECOMENDACIONES	40
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Instrumentos para el análisis del suelo en la Mancomunidad Del Lago Chinchaycocha.....	14
Tabla 2. Preguntas para la entrevista al agricultor de maca en Junín	16
Tabla 3. Identificación y coordenadas de los puntos de muestreo de las parcelas con cultivo de maca en la Mancomunidad Del Lago Chinchaycocha.....	17
Tabla 4. Identificación y coordenadas de los puntos de muestreo de las parcelas sin cultivo de maca en la Mancomunidad Del Lago Chinchaycocha	18
Tabla 5. Promedios anuales de las condiciones climáticas de los últimos 10 años, entre los años 2014 al 2023.	28
Tabla 6. Parámetros generales de las parcelas muestreadas	32
Tabla 7. Muestras independientes de los macronutrientes de las parcelas muestreadas.....	33
Tabla 8. Muestras independientes de los micronutrientes de las parcelas muestreadas.....	34
Tabla 9. Muestras independientes de los metales pesados de las parcelas muestreadas.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo de suelo en la Mancomunidad Del Lago Chinchaycocha.	20
Figura 2. Maca negra cultivadas en la mancomunidad del lago Chinchaycocha..	25
Figura 3. Maca roja cultivadas en la mancomunidad del Lago Chinchaycocha....	26
Figura 4. Maca negra cultivadas en la mancomunidad del Lago Chinchaycocha	26
Figura 5. Tipo de fertilización utilizada en la cultivación de maca en la mancomunidad del lago Chinchaycocha durante los últimos 10 años	29
Figura 6. Campañas de la maca cultivada en la mancomunidad del lago Chinchaycocha durante los últimos 10 años	29
Figura 7. Técnicas utilizadas para mitigar la degradación del suelo en la mancomunidad del lago Chinchaycocha durante los últimos 10 años	30
Figura 8. Rendimiento de la maca cultivada en la mancomunidad del lago Chinchaycocha durante los últimos 10 años	31

RESUMEN

A medida que la demanda de maca ha aumentado, se han intensificado las prácticas agrícolas, contribuyendo a la degradación del suelo. Por ello, el objetivo de esta investigación fue describir la degradación del suelo asociada al cultivo de la maca en la mancomunidad del Lago Chinchaycocha en Junín. La investigación utiliza métodos de análisis de suelo, observación de campo y entrevistas con agricultores locales para evaluar la calidad del suelo y comprender las prácticas agrícolas empleadas; de igual manera se empleó en análisis estadístico T de Student para determinar si existe una relación entre las propiedades del suelo y el cultivo de maca. Se identifican factores como las variedades de la maca (amarilla, roja y negra), condiciones climáticas, la fertilización del cultivo (química y orgánica), números de campañas, rendimiento, características fisicoquímicas del suelo, macronutrientes, micronutrientes y metales pesados en condiciones de cultivo y sin cultivo de maca. En consecuencia, existe una diferencia significativa al 5% de las medias en los parámetros de conductividad eléctrica, materia orgánica, sodio (Na +1), carbono total, carbono orgánico, nitrógeno total y boro (B), lo que conlleva a un impacto negativo en la actividad agrícola en el suelo.

Palabras clave: *Suelo degradado, Lepidium meyenii, fertilidad, Junín*

ABSTRACT

As demand for maca has increased, agricultural practices have intensified, contributing to soil degradation. Therefore, the objective of this research was to describe the soil degradation associated with the cultivation of maca in the community of Lake Chinchaycocha in Junín. The research uses soil analysis methods, field observation and interviews with local farmers to evaluate soil quality and understand the agricultural practices used; Likewise, Student's T statistical analysis was used to determine if there is a relationship between soil degradation and maca cultivation. Factors such as maca varieties (yellow, red and black), climatic conditions, crop fertilization (chemical and organic), numbers of campaigns, yield, physical-chemical characteristics of the soil where maca is grown and analysis are identified statistics of macronutrients, micronutrients and heavy metals of the plots. Consequently, there is a significant difference at 5% of the means in the parameters of electrical conductivity, organic matter, sodium (Na +1), total carbon, organic carbon, total nitrogen and boron (B), which leads to an impact negative in agricultural activity on the soil.

Keywords: Degraded soil, *Lepidium meyenii*, fertility, Junín

I. INTRODUCCIÓN

La tierra constituye un recurso esencial para la humanidad para la producción de alimentos y la construcción de viviendas. Además, es un componente esencial en los ciclos hidrológicos y biogeoquímicos, ya que actúa como un filtro natural que ayuda a purificar el agua y a almacenar carbono (Borras, 2017). No obstante, el uso inadecuado del suelo puede tener graves consecuencias ambientales y para la salud (FAO, 2023). Entre dichas consecuencias se puede mencionar alteraciones y/o disminución de la fertilidad y pérdida de la calidad del suelo, también denominada degradación del suelo (Wischnewsk, 2022).

La problemática crítica reside en la degradación del suelo debido al uso de insumos químicos, vertidos industriales y el haber sido utilizado como sumidero para rellenos sanitarios (Plazas & Vallejo, 2022). Sin embargo, la agricultura representa una de las actividades principales que contribuye a la contaminación del suelo, que busca abastecer de alimentos y mejorar la calidad de vida humana, muchas veces en desmedro del recurso suelo y de su calidad (Gutierrez, 2019).

La agricultura es una actividad humana que tiene el potencial de generar un impacto considerable en el entorno ambiental, sobre todo si se hace uso excesivo de agroquímicos y fertilizantes (Lanz, Dietz, & Swanson, 2018). De acuerdo con la FAO, la agricultura abarca el 70% del uso global de agua dulce y del 30% de las emisiones a nivel mundial de gases que causan el efecto invernadero (Crespo,

2022). Además, se puede dar el caso en que ciertas especies de cultivos tengan la capacidad de degradar el suelo debido a su alta capacidad de absorción de nutrientes o emisión de metabolitos que generan alelopatía o desplazan a otras especies (Kim & Shin, 2014).

En Perú hay cultivos en zonas de diversidad biológica, cabeceras de cuenca, bofedales o zonas donde el ecosistema es frágil, lo que puede tener un impacto negativo en el suelo (Brack, 2018). , que es un recurso valioso para un país agrícola y que su degradación puede tener consecuencias significativas para la producción de alimentos y la economía en general (Ministerio de Agricultura y Riego del Perú [MINAGRI], 2020); sin embargo, se requiere hallar un balance en la producción agrícola y preservar el entorno y los ecosistemas vulnerables (Orjas, 2019).

Específicamente, en la región Junín, en la mancomunidad del lago Chinchaycocha, existe una explotación comercial del suelo debido al cultivo de la maca (Yábar & Reyes, 2019). La maca es una raíz de conocidas propiedades nutricionales debido a su contenido de proteínas, hidratos de carbono, aminoácidos libres y minerales; así como sus propiedades medicinales para mejorar la fertilidad, la energía y la resistencia al estrés; por ello, su cultivo es masivo en la zona debido a su elevado precio y demanda tanto nacional como internacional (Yábar & Reyes, 2019).

En ese sentido, el cultivo de la maca ha mostrado desgastar los suelos (Custodio, 2021) y también puede tener impactos negativos en el suelo si se cultiva en la misma tierra durante varios años consecutivos sin rotación de cultivos (INIA,

2022). Como se aprecia ante la evidencia empírica existe asociación entre el cultivo de la maca y la degradación del suelo (FAO, 2023). En la mancomunidad del Lago Chinchaycocha, Junín; sin embargo, no se ha profundizado en su diagnóstico ni en establecer qué tan cierto es ello o en qué condiciones se genera por lo tanto la presente investigación busca describir la degradación producida en el suelo, por el cultivo de maca.

Por lo expuesto, este estudio presenta la problemática ¿En qué medida el cultivo de maca está asociado a la degradación del suelo en la mancomunidad del lago Chinchaycocha en el departamento de Junín en 2023?

En el mismo sentido, se plantea el objetivo general de “Describir la degradación del suelo en el cultivo de maca en la mancomunidad del lago Chinchaycocha de Junín en 2023”. De igual modo, se establecieron los siguientes propósitos específicos:

(i) Describir las variedades de maca cultivada en la mancomunidad del lago Chinchaycocha de Junín en 2023.

(ii) Describir las condiciones climáticas en las que se cultiva la maca en la mancomunidad del lago Chinchaycocha de Junín en 2023.

(iii) Describir la fertilización del cultivo de maca en la mancomunidad del lago Chinchaycocha de Junín en 2023.

(iv) Describir el número de campañas de la maca cultivada en la mancomunidad del lago Chinchaycocha de Junín en 2023.

(v) Describir el rendimiento de la maca cultivada en la mancomunidad del lago Chinchaycocha de Junín en 2023.

(vi) Describir las características fisicoquímicas del suelo donde se cultiva la maca en la mancomunidad del lago Chinchaycocha de Junín en 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Este apartado se ha recopilado diversas investigaciones relacionadas con las variables de estudio, presentando un alcance nacional e internacional. Se debe mencionar la falta de investigaciones internacionales relacionadas con el tema "Degradación del Suelo debido al Cultivo De La Maca" debido a que es un tema específico y especializado en el campo de la agricultura y medio ambiente en el Perú. Aunque existen investigaciones realizadas por expertos internacionales en el Perú y otras relacionadas con la degradación de suelos debido a otros cultivos pertenecientes a las familias *Brassicaceae* donde se encuentra a la maca (*Lepidium Meyinii Walp*). Además, se debe agregar que la dilatación de la producción de cultivos de maca en contra de los pastizales nativos de gran altitud está ocurriendo en los Andes peruanos debido al cambio climático y la intensificación agrícola, con poca comprensión de las consecuencias para el ecosistema.

En ese sentido, Huaraca et al. (2022), evaluaron la diversidad bacteriana en suelos de pastizales altoandinos perturbados con el cultivo de *Lepidium meyenii* bajo diferentes gradientes de uso (primer, segundo y tercer uso) y desarrollo del cultivo (presiembr, desarrollo del hipocotilo y post- cosecha). La caracterización de las comunidades bacterianas se realizó mediante la secuenciación metagenómica del ARNr 16S. Reportaron 376 familias de bacterias que se vieron afectadas en su distribución y composición debido a la presión de uso y en suelos empobrecidos.

Wang et al. (2020), determinaron los efectos de los sistemas de cultivo ininterrumpido de maca (Maca con 0, 1, 2 y 3 años de cultivo continuo) sobre la

comunidad microbiana del suelo. Los resultados registrados mostraron los contenidos de materia orgánica del suelo, N total, P total y K total, así como el peso fresco y seco de la maca, aminoraron significativamente con el incremento de los años de cultivo continuo. El cultivo continuo de maca que no exceda los dos años podría ser óptimo para mantener la nutrición del suelo y la comunidad microbiana.

Custodio et al. (2021), determinaron la composición bacteriana del suelo donde crece la maca mediante la continuidad Illumina en la Meseta del Bombón; e indicadores físicos y químicos del suelo mediante métodos analíticos. Los valores de pH y conductividad eléctrica (CE) del suelo bajo condiciones de control y presión de trabajo experimentaron fluctuaciones, oscilando entre 7,51 y 4,53 para el pH, y entre 0,06 y 0,47 dS/m para la CE. El análisis metagenómico identificó familias bacterianas que pueden usarse como indicadores de la buena y mala calidad fisicoquímica del suelo después de analizar la redundancia entre la composición bacteriana y las características del suelo.

Lozano et al. (2019), indican que pocos estudios han abordado los factores que actúan en la productividad de la maca, por ello evaluaron entre otros, el efecto de las propiedades del suelo (humedad, temperatura y fertilidad) sobre el desempeño biológico de cinco accesiones de semillas de maca. Reportan que gran parte de la variación entre sitios puede explicarse por la acidez y las concentraciones de fósforo disponible en el suelo que afecta el crecimiento del cultivo.

Ronaldo et al. (2018), determinaron el impacto de los cambios de uso de la tierra en la fertilidad del suelo y el ciclo de nutrientes. Encontraron una mayor mineralización de N, P y K en suelos de maca recientemente convertidos en relación con los suelos de pastizales nativos adyacentes, probablemente causados por la mineralización de nutrientes inducida por la labranza y por la incorporación de estiércol y residuos de pastizales nativos durante el primer año de preparación de la tierra antes de sembrar maca. Además, sugieren que la erosión del suelo podría ser un problema a largo plazo por lo que el agroecosistema de la Puna requiere la restauración de la cubierta vegetal después del cultivo anual de maca o el establecimiento de pastos cultivados perennes mixtos.

Rolando et al. (2017), evaluaron los efectos de la modificación en el uso del suelo en la captura, fragmentación y presencia natural de carbono en dos situaciones de estudio en la región de la Puna Central peruana. Así mismo, encontraron reservas de carbono orgánico mayores en pastizales templados (123 y 136 mg C ha⁻¹ en el perfil de suelo de 0 a 30 cm); sin embargo, no difirieron entre el suelo en los que se plantearon que el agotamiento de carbono asociado a minerales en tierras de cultivo de maca, causado por la alteración de los agregados del suelo debido a la labranza y a una mayor concentración inicial de carbono orgánico en parcelas de maca; muestra que no existe ningún fenómeno de degradación de la tierra durante las actividades agrícolas, sino por erosión luego del abandono de la tierra

El estudio estableció las bases teóricas, a través de la determinación de las dimensiones y variables del estudio; por ello, de la teoría vinculada con la investigación se detalla en las próximas líneas.

El suelo agrícola se refiere a aquellos suelos utilizados para la producción de cultivos, ya sea para la agricultura, la ganadería o la silvicultura. Estos suelos deben tener características específicas que los hagan adecuados para el cultivo, como una buena estructura, fertilidad y la habilidad para retener agua y nutrientes (Roo et al., 2022); por ello, es importante destacar que el uso intensivo de los suelos agrícolas puede tener impactos negativos en su calidad y capacidad productiva a largo plazo (Cabeza et al., 2021). Por tanto, es fundamental adoptar prácticas agrícolas sostenibles que promuevan la conservación y mejora del suelo (Fernandez et al., 2022).

Por otra parte, **la degradación del suelo** es una de las consecuencias más obvias, incluido el daño a los componentes y propiedades del suelo, expresado en pérdida de estructura y agregación, reducción de la permeabilidad del agua, acidificación y acumulación de sales, aumento de la toxicidad, reducción de la disponibilidad de nutrientes, así como pérdida de biota. y necrosis planctónica (Álvarez et al., 2020). Este deterioro se produce debido a la pérdida de materia orgánica cuando el suelo se sale de su equilibrio natural y se introduce en los cultivos mediante prácticas de manejo no conservadoras. (Honorato P. & Bonomelli de P., 2002)

Ya que, **la degradación de la tierra** plantea importantes amenazas ambientales para nuestro planeta debido a su impacto en la pérdida del funcionamiento de los ecosistemas al reducir la biodiversidad, dañar la producción de alimentos, el agua y aumentar las liberaciones de gases que provocan el efecto invernadero. (Álvarez et al., 2020). Puesto que, no apoyan la formación de vegetación y forman el filtro abiótico primario que determina en gran medida la colonización natural. (Mayo & Romo, 2018).

Así mismo, **la degradación del suelo asociada al cultivo**, es un proceso de deterioro que se produce como respuesta del uso intensivo de la tierra para la agricultura. Puesto que, este proceso puede incluir el desgaste del suelo, la disminución de nutrientes, la compactación del suelo, la salinización y la acidificación del suelo. Además, la degradación del suelo asociada al cultivo puede tener graves consecuencias en la productividad agrícola, la biodiversidad y el medio ambiente en general (FAO, 2015).

En Perú, se han implementado diversos estudios y estrategias para **combatir la deterioración del suelo vinculada a prácticas agrícolas**. Un ejemplo de ello es el Programa Presupuestal "Reducción de la Degradación de los Suelos Agrarios", cuyo objetivo es reducir la degradación del suelo en el país. Además, se han realizado investigaciones sobre la utilización de coberturas vegetales para la gestión sostenible del suelo en el cultivo de maíz con alto contenido de almidón (Sanambria y otros, 2021).

Por otra parte, la **degradación del suelo relacionada con el cultivo en Chinchaycocha** ha sido objeto de estudio en diversas fuentes. Según De La Cruz Solano (2021), las tierras de cultivo de maca en la meseta de Bombón, Junín, soportan una fuerte presión agrícola y una vez que son cultivados, son abandonados, lo que impacta directamente en la pérdida de suelos productivos. Además, la acumulación excesiva de sal en el suelo puede causar daños físicos, como la compactación del suelo (FAO, 2023).

De igual modo, la **degradación del suelo asociado al cultivo de la maca** (*Lepidium meyenii*) no se reportan antecedentes similares acerca de las características físicas y químicas; sin embargo, se han estudiado algunas propiedades biológicas y en estudios similares se han revisado algunas de las variables asociadas a la calidad del suelo, que al verse alterada o disminuida generan su degradación. Así se han investigado las características del suelo asociadas a comunidades bacterianas en pastizales altoandinos perturbados por el cultivo de la maca en la meseta de Bombón en la región de los Andes centrales del Perú, durante las temporadas de lluvias y estiaje que indican que, con una mayor presión de uso de la tierra, especialmente para suelos cuyo cambio de uso a agricultura de baja tecnología cambia la configuración de la distribución de familias bacterianas e influye en el ciclo, la descomposición de nutrientes, la estructura del suelo y las interacciones biológicas (Huaraca et al., 2021).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Esta investigación se enmarca en el tipo descriptivo, que según Cazau (2006), es aquella en que se recopilan un conjunto de problemas, ideas o factores como en este caso que son los parámetros de calidad del suelo asociados a la degradación por el cultivo de la maca, con el fin, precisamente, de describirlas. De igual manera, Rojas (2015), es importante señalar que representa la comprensión de la realidad tal como se presenta en una situación específica en términos de espacio y tiempo. Por tanto, esta investigación tiene esta visión porque su finalidad es presentar una interpretación correcta de las variables “Calidad del suelo” y el “Cultivo de maca”.

Así mismo, este estudio es de naturaleza no experimental – transversal; puesto que, según Hernández, Fernández y Baptista (2014), indica que la investigación no experimental se lleva a cabo sin la manipulación intencionada de variables, lo que significa que en este tipo de estudio no se modifican de forma deliberada las variables independientes. De igual modo, Agudelo, Aignerren, y Ruiz (2008) indica que, una investigación sistemática y empírica transversal se recopila datos de un momento y un punto en el tiempo, su finalidad consiste en la descripción de variables y el análisis de su frecuencia o relación en un punto específico en el tiempo.

3.2. Variables y operacionalización

Variable 1: Cultivo de maca

Variable 2: Degradación del suelo

3.3. Población

3.3.1. **Población:** suelos donde se cultiva maca en la mancomunidad del Lago Chinchaycocha.

Criterios de inclusión

- Parcela que se encuentre en la mancomunidad del Lago Chinchaycocha
- Parcela donde se cultive maca al menos 1 campaña
- Parcela donde se permita el muestreo de suelos

Criterios de exclusión

- Parcela de difícil acceso logístico para la toma de muestras
- Parcelas cercanas al lago
- Parcelas donde se cultivan otras especies

3.3.2. **Muestra:** 1 kg de suelo en el que se cultiva maca de una parcela y 1 kg de suelo alrededor de esta a 10 metros donde no se ha cultivado para comparar las diferencias de calidad de suelo

3.3.3. **Muestreo:** de tipo no probabilístico o intencional en el que a criterio del investigador se seleccionan el número de muestras en función de las condiciones logísticas o técnicas para la toma de muestras. En este caso específico es el hecho

de tener acceso a la parcela para muestrear y que en ese tiempo específico se hayan dado las condiciones de cultivo

3.3.4. Unidad de análisis: 1 parcela de cultivo de aproximadamente ¼ ha

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: Observación y entrevista

Instrumento: fueron las fichas de registro; ya que, a través de estos se recopilaban los datos de cada uno de los indicadores utilizados para medir las dimensiones y las variables de investigación (Hernández et al., 2014). Así mismo, aquellas variables cuantitativas que emplean un método estándar de laboratorio y por lo tanto un instrumento calibrado se muestran en la Tabla 2.

Tabla 1.

Instrumentos para el análisis del suelo en la Mancomunidad Del Lago Chinchaycocha

Indicador	Características	Método	Técnica	Instrumento
Generales	Humedad	gravimétrico	analítica	balanza analítica
	pH	potenciómetro	pH-metro	pH-metro
	CE	potenciómetro	Conductímetro	Conductímetro
	CIC	saturación intercambio iónico	extracción y análisis químico	espectrofotómetros
Macronutrientes	MO	análisis químico	extracción	espectrofotómetro
	N			
	P			
	K			
	Ca			
	Mg			
Micronutrientes	S	análisis químico	extracción	espectrofotómetro
	Na			
	Fe			
	Cu			
	Zn			
	Mn			
Metales pesados	B	espectroscopía de absorción atómica	Espectrofotometría de absorción atómica	Espectrofotómetro de absorción atómica
	Pb			
	Cd			
	Cr			

Adicionalmente se entrevistó a 25 agricultores donde se recopiló la información asociada al cultivo de la maca desde una perspectiva social, económica y política de manera abierta y libre; puesto que, según Bryman (2016) menciona que, es una técnica utilizada para recopilar información y datos a través de preguntas directas a un grupo de personas. Además, Peris et al. (2001) indica que, esta estimación se traduce en una escala de tiempo para volver a la agricultura orgánica. Por tanto, al utilizar este método, los comités dedicados a la agricultura ecológica y las entidades de supervisión están obligados a determinar el tiempo de reconversión y disponer de criterios objetivos para determinar el plazo. Esta entrevista además de recoger datos como la variedad, tiempo de cultivo, entre otros muestra las expectativas de los agricultores. Este instrumento fue adaptado a partir de Castillo, Giraldo y Escobar (2021).

Entrevista agraria al productor de cultivo de maca

Número de parcela.....
Coordenadas:
Observaciones:
Provincia:
Distrito:
Zona:
Fecha:

Tabla 2.

Preguntas para la entrevista al agricultor de maca en Junín

N	Pregunta	Opciones				
1	Rendimiento del cultivo de la maca	< 1.6 t/ha		1.6 – 3.5 t/ha		> 3.5 t/ha
2	¿Cuánto tiempo lleva cultivando maca en la Mancomunidad del Lago Chinchaycocha?	2	4	6	8	>10
3	¿Qué tipo de fertilizante utilizaste en la cultivación de maca?	Química		/	Orgánica	
4	¿Cuáles son los principales desafíos o problemas que ha enfrentado en relación con la degradación del suelo debido al cultivo de maca?	Erosión del suelo	Agotamiento de nutrientes	Compactación del suelo	Pérdida de materia orgánica	Cambios en la estructura del suelo
5	¿Qué prácticas o técnicas ha utilizado para mitigar la degradación del suelo en su cultivo de maca?	Rotación de cultivos	Uso de abonos orgánicos	Siembra directa	Riego eficiente	Control de plagas y enfermedades
6	¿La degradación del suelo ha afectado la productividad y rentabilidad de sus cultivos de maca?		no	/		sí
7	¿Ha recibido capacitación o asistencia técnica sobre prácticas de conservación del suelo?		SI	/		NO
8	¿Existe alguna colaboración o iniciativa comunitaria para abordar el problema de la degradación del suelo en la Mancomunidad del Lago Chinchaycocha?		SI	/		NO
9	¿Qué medidas o políticas consideran necesarias para prevenir o reducir la degradación del suelo causada por el cultivo de maca en la región?	Implementar prácticas de agricultura sostenible	Fomentar la conservación del suelo	Controlar el uso de agroquímicos	Capacitación y educación	Monitoreo y seguimiento
10	¿Qué consejos daría a otros agricultores que deseen cultivar maca de manera sostenible y minimizando el impacto en el suelo?	Rotación de cultivos	Uso consciente de agroquímicos	Utiliza abonos orgánicos	Uso eficiente del agua	Capacitación y educación
11	¿Cree que es posible lograr un equilibrio entre el cultivo de maca y la conservación del suelo en la Mancomunidad del Lago Chinchaycocha?		SI	/		NO

3.5. Procedimientos

Determinación de las zonas de muestreo

Se separó en tres tramos donde se ubican cerca del lago Chinchaycocha, en el distrito de Junín y alrededor de los límites de los distritos de San Pedro de Cajas y Junín (Véase Tablas 4, 5 y Figura 1).

Tabla 3.

Identificación y coordenadas de los puntos de muestreo de las parcelas con cultivo de maca en la Mancomunidad Del Lago Chinchaycocha

Sub - Grupo	Descripción	Latitud	Longitud	Distrito	Provincia
A	Cerca al lago Chinchay Cocha	-11.012697	-76.005090	Junín	Junín
		-11.015117	-76.008907	Junín	Junín
		-10.995245	-76.013352	Junín	Junín
		-10.995050	-76.012956	Junín	Junín
		-10.996171	-75.990143	Junín	Junín
		-10.995717	-75.989792	Junín	Junín
		-10.989477	-75.987743	Meza	Junín
		-10.989295	-75.987817	Junín	Junín
		-10.992133	-75.985015	Junín	Junín
		-10.991618	-75.985029	Junín	Junín
B	En el distrito de Junín	-11.170382	-75.962205	Junín	Junín
		-11.170137	-75.962075	Junín	Junín
		-11.169685	-75.947577	Junín	Junín
		-11.169755	-75.947825	Junín	Junín
		-11.174810	-75.943658	Junín	Junín
		-11.174250	-75.943255	Junín	Junín
		-11.167271	-75.940324	Junín	Junín
		-11.167007	-75.940250	Junín	Junín
		-11.169830	-75.936182	Junín	Junín
		-11.168849	-75.933548	Junín	Junín
-11.168935	-75.933245	Junín	Junín		

		-11.282242	-75.919538	San Pedro de caja	Tarma
		-11.284232	-75.917473	San Pedro de caja	Tarma
		-11.283928	-75.916904	San Pedro de caja	Tarma
		-11.243254	-75.934266	San Pedro de caja	Tarma
C	Entre los Límites de los Distritos de Junín y San Pedro	-11.242877	-75.933592	San pedro de caja	Tarma
		-11.236836	-75.938051	San Pedro de caja	Tarma
		-11.236401	-75.937055	Junín	Junín
		-11.239460	-75.953135	Junín	Junín
		-11.241617	-75.954056	San Pedro de cajas	Tarma

Nota: *A: cerca al lago Chinchay Cocha, B: en el distrito de Junín, C: entre los Límites de los Distritos de Junín y San Pedro

Tabla 4.

Identificación y coordenadas de los puntos de muestreo de las parcelas sin cultivo de maca en la Mancomunidad Del Lago Chinchaycocha

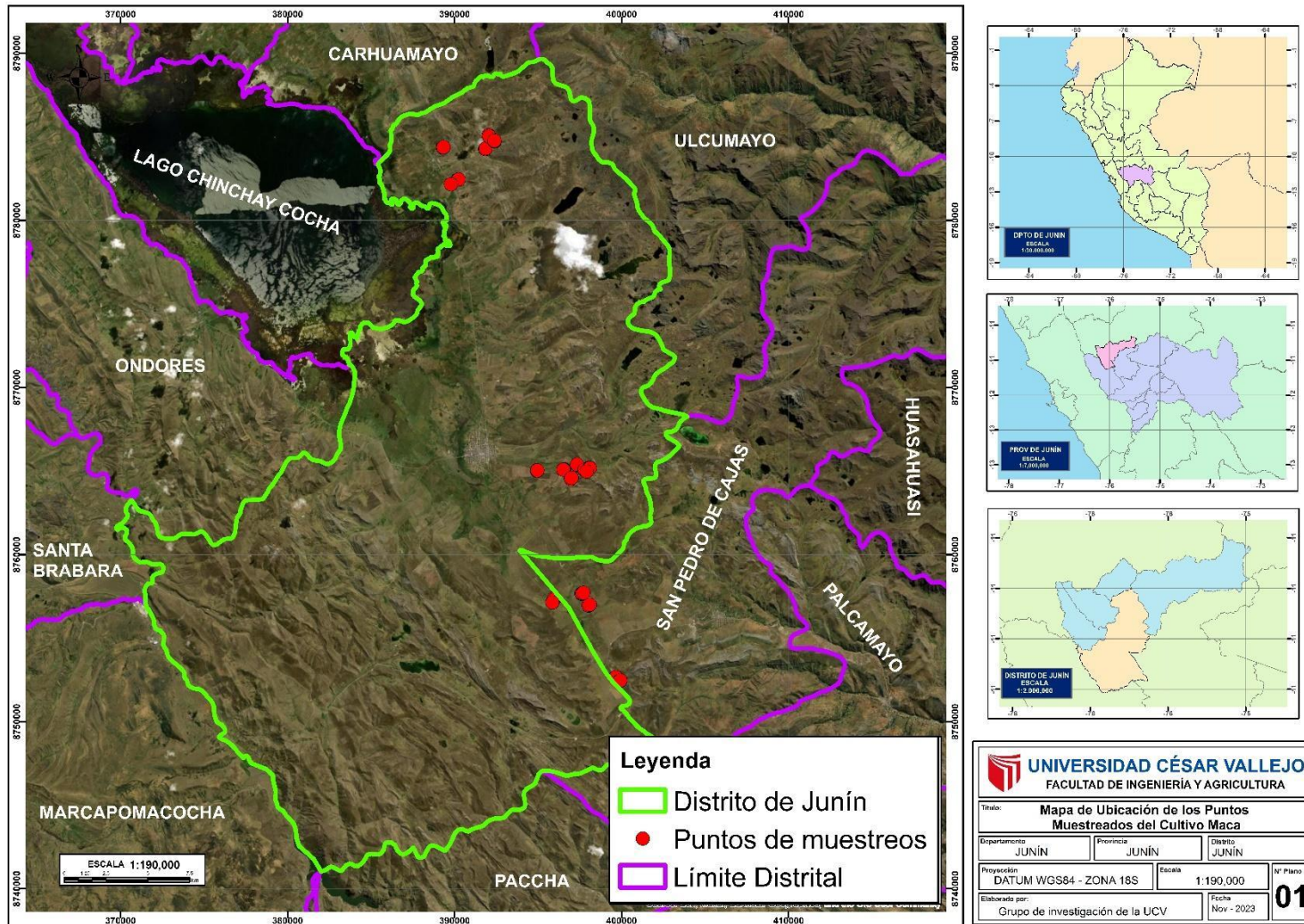
Sub - Grupo	Descripción	Latitud	Longitud	Distrito	Provincia
		-11.012704	-76.005175	Junín	Junín
		-11.012548	-76.004768	Junín	Junín
		-10.995332	-76.013310	Junín	Junín
		-10.995078	-76.012947	Junín	Junín
A	Cerca al lago Chinchay Cocha	-10.996146	-75.990033	Junín	Junín
		-10.995722	-75.989901	Junín	Junín
		-10.988604	-75.988181	Junín	Junín
		-10.989465	-75.987790	Junín	Junín
		-10.992052	-75.984935	Junín	Junín
		-10.991833	-75.985034	Junín	Junín
		-11.170200	-75.962175	Junín	Junín
		-11.170013	-75.962199	Junín	Junín
		-11.169595	-75.947456	Junin	Junín
		-11.169777	-75.947788	Junín	Junín
		-11.174654	-75.943754	Junín	Junín
B	En el distrito de Junín	-11.174206	-75.943258	Junín	Junín
		-11.167302	-75.940195	Junín	Junín
		-11.167013	-75.940301	Junín	Junín
		-11.169856	-75.936294	Junín	Junín
		-11.168802	-75.933509	Junín	Junín
		-11.168892	-75.933324	Junin	Junín
		-11.170759	-75.935080	Junín	Junín

		-11.282174	-75.919368	San Pedro de caja	Tarma
		-11.284035	-75.916877	San Pedro de caja	Tarma
		-11.243340	-75.934197	San Pedro de caja	Tarma
C	Entre los Límites de los Distritos de Junín y San Pedro	-11.242954	-75.933563	San Pedro de caja	Tarma
		-11.237039	-75.937972	San Pedro de cajas	Tarma
		-11.236643	-75.937597	San Pedro de caja	Tarma
		-11.239663	-75.952775	San Pedro de cajas	Tarma
		-11.240350	-75.953572	San Pedro de cajas	Tarma

Nota: *A: cerca al lago Chinchay Cocha, B: en el distrito de Junín, C: entre los Límites de los Distritos de Junín y San Pedro

Figura 1.

Mapa de ubicación de los puntos de muestreo de suelo en la Mancomunidad Del Lago Chinchaycocha.



Muestreo de suelos en parcelas

Se realizó una cuidadosa selección de las parcelas a muestrear; puesto que, estas parcelas deben ser representativas y seleccionadas de manera aleatoria, asegurándose de que tengan características similares en cuanto al uso del suelo y al manejo agrícola. Dado que, se utilizó un tipo de muestreo simple, utilizando el recorrido aleatorio simple, escogiendo puntos al azar que representan el área de muestreo.

Una vez seleccionadas las parcelas, se prepararon las herramientas necesarias para la extracción y recolección de las muestras. Esto incluye una pala para cavar, un cubo de recolección, una etiqueta para identificar las muestras, guantes de protección para evitar la contaminación cruzada, barrenos usados según textura del suelo, GPS, cámara fotográfica y bandeja de plástico para el secado al aire libre. Posteriormente, se procede a la extracción de las muestras. Utilizando la pala, se debe cavar un agujero de aproximadamente 20 centímetros de profundidad. Es importante asegurarse de tomar una muestra representativa del suelo, evitando áreas con restos de vegetación o piedras que puedan alterar los resultados.

Una vez extraída la muestra, ésta se coloca en el cubo de recolección y se etiqueta adecuadamente con información relevante, como el número de parcela y la profundidad del muestreo. Es fundamental mantener un registro claro de cada muestra recolectada para futuros análisis y seguimiento. Así mismo, este proceso se repite en todas las parcelas seleccionadas, asegurándose de seguir los mismos pasos y manteniendo la consistencia en la técnica utilizada. Una vez completada la

extracción y recolección de todas las muestras, estas podrán ser enviadas a un laboratorio especializado para su análisis y obtener información detallada sobre la composición y calidad del suelo en la Mancomunidad Del Lago Chinchaycocha.

Remisión de muestras y análisis en laboratorio

El procedimiento en la recolección y rotulación de cada muestra consistió en indicar la fecha y hora de muestreo, lugar del muestreo (departamento, provincia y distrito), número de parcela, ubicación geográfica, indicador de muestra (parcela con cultivo o parcela sin cultivo), profundidad del muestreo y observaciones; después, se enviaron al Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliaves del INIA donde se realizaron los análisis según los instrumentos para evaluar los parámetros que determinan la calidad del suelo (véase tabla 2), estos métodos son técnicas estandarizadas que sirven para determinar los parámetros estudiados.

Entrevista al agricultor de maca

Las entrevistas realizadas a agricultores sobre la degradación de suelos causada por la maca se basaron en un enfoque participativo y cualitativo. Inicialmente, se seleccionó una muestra representativa de 30 agricultores que cultivan maca en la Mancomunidad Del Lago Chinchaycocha donde cuentan con parcelas con cultivo de maca y parcelas sin cultivo, considerando la diversidad en términos de experiencia y prácticas agrícolas. Posteriormente, se diseñó un cuestionario estructurado que aborde temas como técnicas de cultivo, impacto en el suelo, medidas de conservación y percepciones sobre la degradación del suelo.

Una vez establecido el contacto con los agricultores seleccionados, se programarán las entrevistas en un momento conveniente para ellos, explicando el propósito de la entrevista y obteniendo el consentimiento necesario. Durante las entrevistas, se buscó conducir un diálogo abierto y respetuoso, registrando respuestas detalladas y aclarando cualquier punto que requiera mayor explicación. Posteriormente, se transcribieron y analizaron las respuestas para identificar patrones, temas recurrentes y percepciones comunes, utilizando los resultados para comprender mejor la relación entre el cultivo de maca y la degradación del suelo.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos necesarios para la investigación se obtuvieron a través de los ensayos realizados en el laboratorio y la entrevista abierta. Estos datos fueron tabulados en una planilla electrónica para un análisis estadístico futuro. Para la entrevista se procedió mediante las técnicas de la estadística descriptiva. Para los datos de laboratorio se compararon las características del suelo cultivado y no cultivado con maca mediante la prueba T de Student para muestra relacionadas empleando el software SSPS en su versión 26.

3.7. Aspectos éticos

Este estudio está basado en el Código de Ética de la Universidad Cesar Vallejo (2017). Son principios de ética:

Libertad: Los estudios se realizó de manera autónoma y sin influencia de creencias religiosas, afiliaciones políticas, intereses económicos u otros.

Responsabilidad: Los investigadores tuvieron la obligación de asumir las repercusiones de sus acciones derivadas del proceso de investigación.

Transparencia: La exploración fue evaluada de tal manera que sea factible replicar el método y analizar la validez de los resultados obtenidos.

Respeto a la propiedad intelectual: El explorador respetó los derechos propios e intelectuales de otros exploradores, evitando la copia parcial o total de estudios de otros autores. En cuanto a la normativa ISO 690, se deberá considerar los temas relacionados y se deben citar los contenidos que no son propios del autor y que forman parte del estudio para complementar la información. En cuanto a la originalidad, se cumplirá con los requisitos establecidos por la universidad, incluyendo el porcentaje máximo de similitud del 20% en el software Turnitin.

IV. RESULTADOS

4.1. Variedades de maca cultivadas en la mancomunidad del lago Chinchaycocha de Junín en 2023

La maca presenta una variedad de eco tipos; así mismo, en la mancomunidad del lago Chinchaycocha las más cultivadas son la maca amarilla (*Yuray Puca*), roja (*Puca Milagro*) y negra (*Yana Acacllu Pichu*). Véase figura 2, 3 y 4.

Figura 2.

Maca negra cultivadas en la mancomunidad del lago Chinchaycocha



Nota: Foto captura en los cultivos de maca del lago de la mancomunidad Chinchaycocha

Figura 3.

Maca roja cultivadas en la mancomunidad del Lago Chinchaycocha



Nota: Foto captura en los cultivos de maca del lago de la mancomunidad Chinchaycocha

Figura 4.

Maca negra cultivadas en la mancomunidad del Lago Chinchaycocha



Nota: Foto captura en los cultivos de maca del lago de la mancomunidad Chinchaycocha

Así mismo, la maca amarilla está especialmente recomendada para paliar los efectos de la posmenopausia. Y también estimulan la libido y el deseo sexual, además de incrementar la energía y el entusiasmo por la vida. Por eso, a menudo se la llama "la maca andina especial para la salud de la mujer", especialmente en el período posmenopáusico, porque corrige de forma natural la deficiencia de estrógenos desde el interior y aumenta la libido y el deseo sexual. (Gonzales et al., 2014)

De igual modo, la maca roja andina es una planta natural con muchas propiedades que promueven la salud. Puesto que, reducen la fatiga, la depresión y el estrés; además, ayuda a estimular la fertilidad de la mujer, minimizar los síntomas de la menopausia y la menstruación irregular; y reduce los problemas de próstata y la caída del cabello; también, tiene propiedades antidepresivas, reduce el estrés y aumenta de forma natural la energía y la libido y mejora el estado anímico (Gonzales et al., 2014)

Por otro lado, la maca negra tiene el mayor impacto en el deseo sexual. Ya que, mejora la potencia sexual y los niveles de testosterona. Además, favorece el crecimiento muscular y reduce el estrés tanto en hombres como en mujeres. Una de las propiedades más destacables es el crecimiento muscular y favorece la estabilidad física y mental. Según investigaciones recientes, aumenta los niveles de testosterona debido a su alto contenido en macamida (Gonzales et al., 2014).

4.2. Condiciones climáticas en las que se cultiva la maca en la mancomunidad del lago Chinchaycocha de Junín en 2023.

El cultivo de maca soporta altitudes entre 3.900 y 4.500 m.s.n.m., con temperatura promedio de 7°C, así como temperatura mínima de -5°C y máxima de 15°C. Asimismo, las precipitaciones deben estar entre 500 y 900 mm/año y 625 mm/año durante el período de crecimiento vegetativo. También necesita tierra suelta con mucha materia orgánica y arcilla. De igual modo, las condiciones climáticas durante los últimos 10 años han ido cambiando en la mancomunidad del lago Chinchaycocha; puesto que, la región se realizan cultivos de maca (Véase tabla 5).

Tabla 5.

Promedios anuales de las condiciones climáticas de los últimos 10 años, entre los años 2014 al 2023.

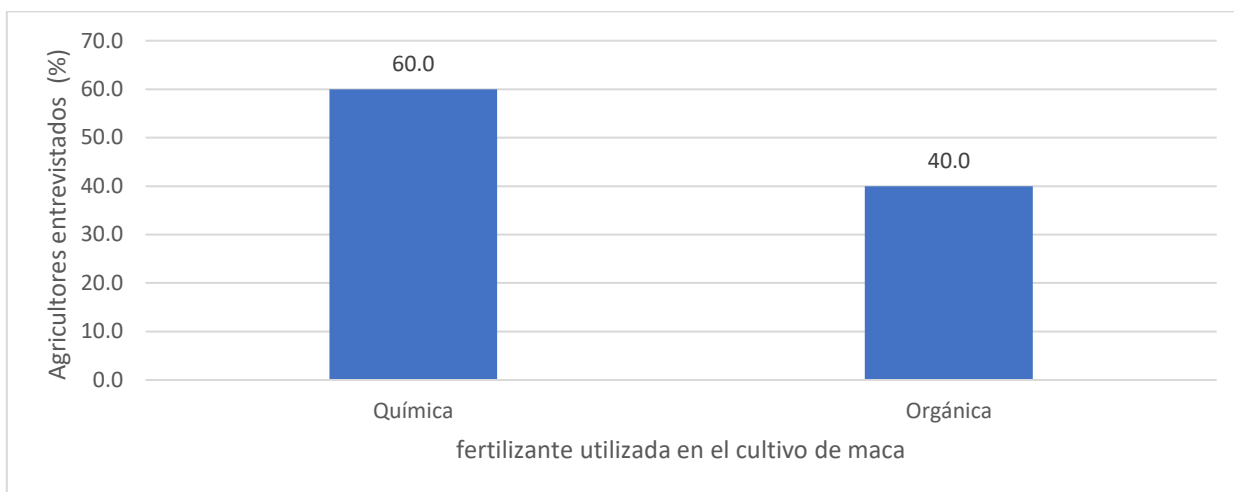
AÑO	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/año)	RADIACIÓN CIELO DESPEJADO (W/m²)	VELOCIDAD VIENTO (m/s)
2014	6.07	71.35	0.02	137.74	1.65
2015	6.14	71.87	0.03	137.96	1.73
2016	6.32	71.05	0.04	138.19	1.60
2017	6.04	72.78	0.03	136.86	1.57
2018	5.76	73.33	0.04	137.35	1.65
2019	6.31	72.05	0.02	136.77	1.83
2020	6.49	70.76	0.02	136.82	1.72
2021	6.16	72.48	0.02	138.04	1.68
2022	6.26	68.44	0.01	137.05	1.62
2023	6.26	75.24	0.14	106.62	1.73
Promedio	6.18	71.93	0.04	134.34	1.68

Nota: Extraídos de la NASA

4.3. Fertilización del cultivo de maca en la mancomunidad del lago Chinchaycocha de Junín en 2023.

Figura 5.

Tipo de fertilización utilizada en la cultivación de maca en la mancomunidad del lago Chinchaycocha durante los últimos 10 años

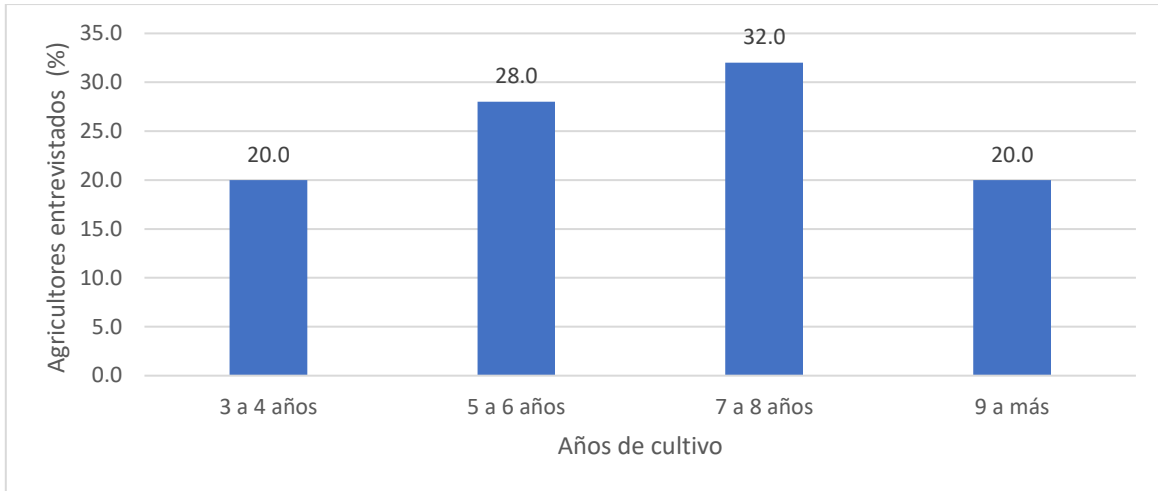


Nota: El 60% de los agricultores utilizaron fertilizantes químicos, equivalentes a 15 encuestados; sin embargo, el 40% de los encuestados utilizaron fertilizantes orgánicos, equivalentes a 10 agricultores.

4.4. Número de campañas de la maca cultivada en la mancomunidad del lago Chinchaycocha de Junín en 2023.

Figura 6.

Campañas de la maca cultivada en la mancomunidad del lago Chinchaycocha durante los últimos 10 años

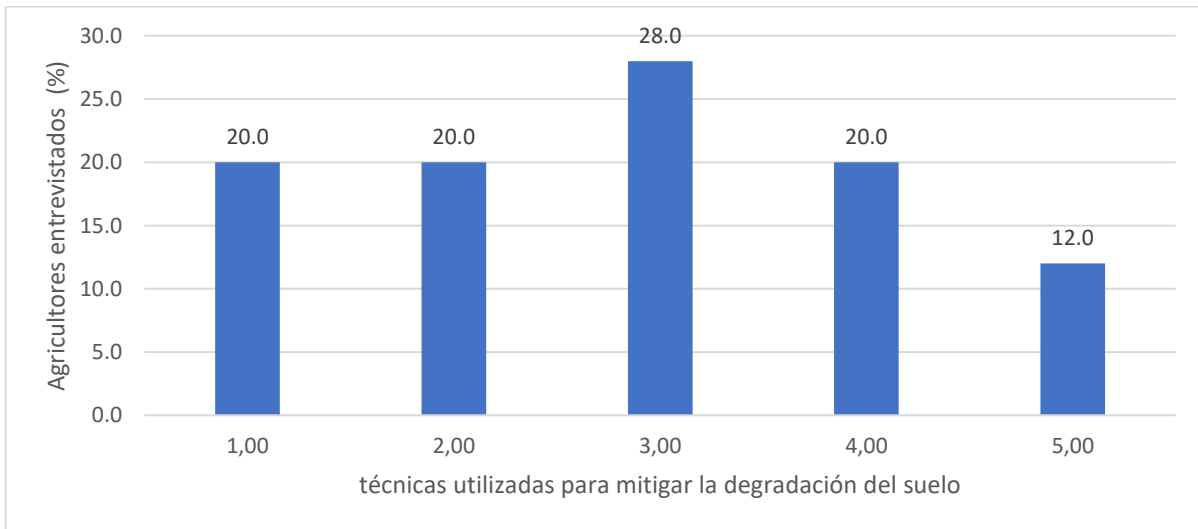


Nota: Los agricultores que tiene 3 a 4 años realizando el cultivo de maca han ejecutado 6 a 8 campañas; de igual modo, los que tienen 5 a 6 años cultivando han participado en 10 a 12 campañas; también, los que tiene 7 a 8 años cultivando han participado en 14 a 16 campañas; además, los que tienen 9 a más años cultivando han participado en más de 18 campañas.

4.5. Rendimiento de la maca cultivada en la mancomunidad del lago Chinchaycocha de Junín en 2023.

Figura 7.

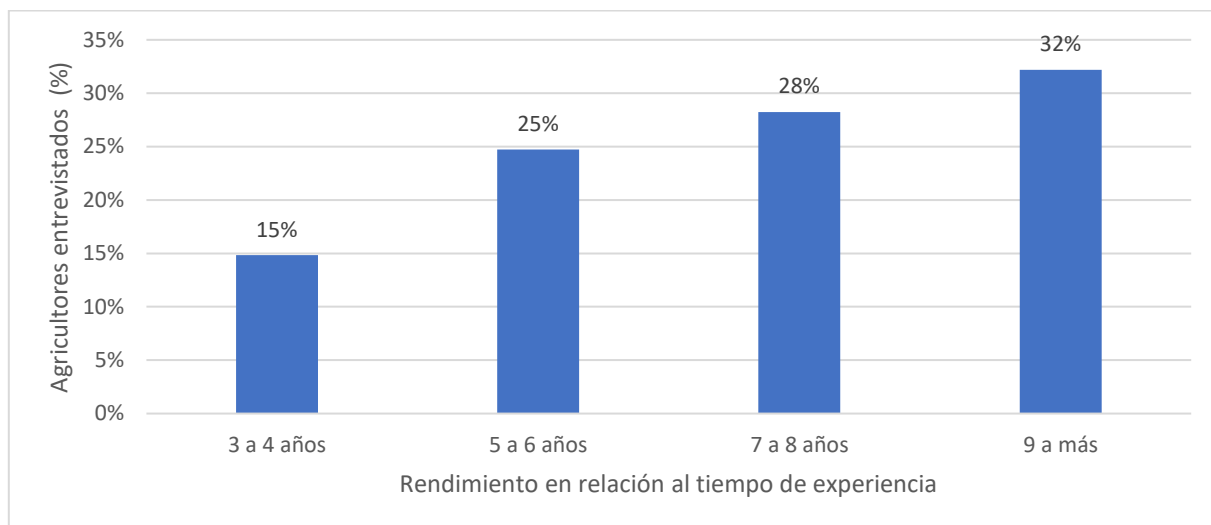
Técnicas utilizadas para mitigar la degradación del suelo en la mancomunidad del lago Chinchaycocha durante los últimos 10 años



Nota: *1: Rotación de cultivos, 2: Uso de abonos orgánicos, 3: Siembra directa, 4: Riego eficiente, 5: Control de plagas y enfermedades

Figura 8.

Rendimiento de la maca cultivada en la mancomunidad del lago Chinchaycocha durante los últimos 10 años



Nota: Los agricultores que tiene 3 a 4 años realizando el cultivo de maca han presentado un rendimiento de 105 t/ha; de igual modo, los que tienen 5 a 6 años cultivando han presentado un rendimiento de 175 t/ha; también, los que tiene 7 a 8 años cultivando han presentado un rendimiento de 200 t/ha; además, los que tienen 9 a más años cultivando han presentado un rendimiento mayor de 228 t/ha.

4.6. Características fisicoquímicas del suelo donde se cultiva la maca en la mancomunidad del lago Chinchaycocha de Junín en 2023.

Este tipo de planta tiene la capacidad de soportar factores muy desfavorables, como un clima donde otras plantas no pueden crecer; Además, ofrece un gran potencial para mejorar la nutrición de las poblaciones rurales y urbanas. Además, también tiene un alto valor nutricional, superior a otros cultivos de raíces en términos de contenido de carbohidratos, minerales (calcio, fósforo, hierro) y vitaminas, buena adaptabilidad y bajo costo y alta rentabilidad.

Así mismo, las características físico-químicas del suelo donde se cultiva la maca en la mancomunidad del lago Chinchaycocha donde se representan en 8 tablas; donde en las Tablas 6, 7, 8 y 9 se indican los análisis estadísticos de los parámetros analizados según sus características físico-químicas como generales (Humedad, pH, conductividad eléctrica, % arena, % arcilla y % lima), macronutrientes (materia orgánica, fósforo, potasio, Ca +2, Mg +2, K +1, Na +1, % carbonato de calcio, Carbono orgánico, nitrógeno total), micronutrientes (Be, V, Co, Ni, Cu, As, Se, Sr, Mo, Ag, Cd, Ta, Pb, Ca) y metales pesados (B, Al, Cr, Mn, Mg, Zn, Ba, Hg, Na, K, Fe); así mismo también, se indican el análisis estadístico T de Student con intervalo de confianza del 95.00 %.

Tabla 6.

Parámetros generales de las parcelas muestreadas

PARÁMETROS	CONDICIÓN	Media	Desviación	t*	Sig. (bilateral) P-Valor
pH	CON CULTIVO	6,9133	0,49947	0,362	0,718
	SIN CULTIVO	6,8700	0,42357	0,362	0,718
Conductividad Eléctrica	CON CULTIVO	38,3200	13,56070	10,699	0,000
	SIN CULTIVO	10,6133	4,15748	10,699	0,000
% Arena **	CON CULTIVO	45,4600	9,43733	0,000	1,000
	SIN CULTIVO	45,4600	9,43733	0,000	1,000
% Arcilla **	CON CULTIVO	20,3467	7,93950	0,000	1,000
	SIN CULTIVO	20,3467	7,93950	0,000	1,000
% Lima**	CON CULTIVO	34,1933	5,52867	0,000	1,000
	SIN CULTIVO	34,1933	5,52867	0,000	1,000

***Nota:** Esta tabla muestra el resumen estadístico de los parámetros seleccionados, donde incluye media y desviación de los parámetros generales de las parcelas muestreadas. Puesto que, $p < 0.05$ en el parámetro de la conductividad eléctrica, se rechaza la hipótesis nula; puesto que, existe una diferencia significativa al 5% de las medias (Sig. = 0.000). Por otra parte, en el pH, % arena, % arcilla y % lima $p > 0.05$, donde se acepta la hipótesis nula; puesto que no existe una diferencia significativa al 5% de las medias.

Tabla 7.*Muestras independientes de los macronutrientes de las parcelas muestreadas*

PARÁMETROS	CONDICIÓN	Media	Desv. Desviación	t	Sig. (bilateral) P- Valor
Materia Orgánica (**)	CON CULTIVO	5,7990	0,74877	3,449	0,001
	SIN CULTIVO	5,2033	0,57808	3,449	0,001
Fosforo **	CON CULTIVO	86,1667	91,87513	0,028	0,978
	SIN CULTIVO	85,2533	152,51947	0,028	0,978
Potasio **	CON CULTIVO	84,2867	37,37522	1,146	0,256
	SIN CULTIVO	72,7233	40,70844	1,146	0,257
Ca +2	CON CULTIVO	4,6433	4,07614	0,470	0,640
	SIN CULTIVO	4,1000	4,85259	0,470	0,640
Mg +2	CON CULTIVO	0,6000	0,83004	1,097	0,277
	SIN CULTIVO	0,4067	0,49336	1,097	0,278
K +1	CON CULTIVO	0,2200	0,11265	1,141	0,259
	SIN CULTIVO	0,1867	0,11366	1,141	0,259
Na +1	CON CULTIVO	0,1067	0,02537	7,563	0,000
	SIN CULTIVO	0,0267	0,05208	7,563	0,000
% Carbonato de Calcio	CON CULTIVO	5,7667	13,19946	1,333	0,188
	SIN CULTIVO	2,2615	2,42241	1,427	0,163
Carbono Total (**)	CON CULTIVO	3,8580	0,40539	4,439	0,000
	SIN CULTIVO	3,4343	0,33010	4,439	0,000
Carbono Orgánico (**)	CON CULTIVO	3,3637	0,43428	3,444	0,001
	SIN CULTIVO	3,0187	0,33543	3,444	0,001
Nitrógeno Total (**)	CON CULTIVO	0,6473	0,10744	-2,857	0,006
	SIN CULTIVO	0,7287	0,11298	-2,857	0,006

Nota: Esta tabla muestra el resumen estadístico de los parámetros seleccionados, donde incluye media y desviación promedio de los macronutrientes de las parcelas muestreadas, Puesto que, $p < 0,05$ en los parámetros de materia orgánica, sodio, carbono total, carbono orgánico y nitrógeno total, se rechaza la hipótesis nula; puesto que, existe una diferencia significativa al 5% de las medias, Por otra parte, en el fosforo, potasio, calcio, magnesio, potasio, sodio y % carbonato de calcio $p > 0,05$, donde se acepta la hipótesis nula; puesto que no existe una diferencia significativa al 5% de las medias

Tabla 8.*Muestras independientes de los micronutrientes de las parcelas muestreadas*

PARÁMETROS	CONDICIÓN	Media	Desv, Desviación	t	Sig, (bilateral) P- Valor
Berilio (Be)	CON CULTIVO	0,7897	,36678	-0,271	0,787
	SIN CULTIVO	0,8163	,39398	-0,271	0,787
Vanadio (V)	CON CULTIVO	23,9530	9,94529	0,076	0,940
	SIN CULTIVO	23,7577	9,97327	0,076	0,940
Cobalto (Co)	CON CULTIVO	5,0987	1,97023	-0,995	0,324
	SIN CULTIVO	18,2060	72,13633	-0,995	0,328
Níquel (Ni)	CON CULTIVO	11,8847	5,73510	0,534	0,595
	SIN CULTIVO	11,1503	4,88079	0,534	0,595
Cobre (Cu)	CON CULTIVO	13,9607	7,89221	0,208	0,836
	SIN CULTIVO	13,5217	8,41805	0,208	0,836
Arsénico (As)	CON CULTIVO	36,5107	24,55680	0,081	0,936
	SIN CULTIVO	36,0017	24,31408	0,081	0,936
Selenio (Se)	CON CULTIVO	1,0040	0,92560	0,510	0,612
	SIN CULTIVO	0,8720	1,07292	0,510	0,612
Estroncio (Sr)	CON CULTIVO	13,5987	7,42639	0,825	0,413
	SIN CULTIVO	12,0580	7,03438	0,825	0,413
Molibdeno (Mo)	CON CULTIVO	0,8830	1,20099	0,787	0,434
	SIN CULTIVO	0,6653	0,92262	0,787	0,435
Plata (Ag)	CON CULTIVO	0,0850	0,06606	-0,233	0,817
	SIN CULTIVO	0,0907	0,11576	-0,233	0,817
Cadmio (Cd)	CON CULTIVO	2,0533	2,72531	0,681	0,499
	SIN CULTIVO	1,6220	2,14827	0,681	0,499
Talio (Tl)	CON CULTIVO	0,2850	0,14694	0,581	0,564
	SIN CULTIVO	0,2647	0,12322	0,581	0,564
Plomo (Pb)	CON CULTIVO	43,4763	22,68654	0,298	0,767
	SIN CULTIVO	41,2957	33,04960	0,298	0,767
Calcio (Ca)	CON CULTIVO	4466,6613	5128,60868	-0,365	0,717
	SIN CULTIVO	5106,0157	8123,84210	-0,365	0,717

Nota: Esta tabla muestra el resumen estadístico de los parámetros seleccionados, donde incluye media y desviación promedio de los micronutrientes de las parcelas muestreadas. Puesto que, $p > 0,05$ en los parámetros de Berilio (Be), Vanadio (V), Cobalto (Co), Níquel (Ni), Cobre (Cu), Arsénico (As), Selenio (Se), Estroncio (Sr), Molibdeno (Mo), Plata (Ag), Cadmio (Cd), Talio (Tl), Plomo (Pb) y Calcio (Ca), se acepta la hipótesis nula; puesto que, no existe una diferencia significativa al 5% de las medias,

Tabla 9.*Muestras independientes de los metales pesados de las parcelas muestreadas*

PARÁMETROS	CONDICIÓN	Media	Desv, Desviación	t	Sig, (bilateral) P- Valor
Boro (B)	CON CULTIVO	6,9530	1,14874	-7,671	0,000
	SIN CULTIVO	8,8917	,77232	-7,671	0,000
Aluminio (Al)	CON CULTIVO	14535,7647	3801,96880	-0,167	0,868
	SIN CULTIVO	14700,7880	3849,32858	-0,167	0,868
Cromo (Cr)	CON CULTIVO	11,8027	5,10519	0,174	0,863
	SIN CULTIVO	11,5863	4,52065	0,174	0,863
Manganeso (Mn)	CON CULTIVO	854,4557	569,40463	0,717	0,476
	SIN CULTIVO	758,9880	455,99071	0,717	0,477
Zinc (Zn)	CON CULTIVO	188,0427	179,11454	0,168	0,867
	SIN CULTIVO	180,3813	174,26291	0,168	0,867
Bario (Ba)	CON CULTIVO	133,4453	133,74096	0,644	0,522
	SIN CULTIVO	114,0450	96,67312	0,644	0,522
Mercurio (Hg)	CON CULTIVO	0,2817	0,61347	1,590	0,117
	SIN CULTIVO	0,1000	0,12362	1,590	0,122
Sodio (Na)	CON CULTIVO	51,7360	39,02555	-0,355	0,724
	SIN CULTIVO	55,4483	41,96948	-0,355	0,724
Magnesio (Mg)	CON CULTIVO	2006,3403	1411,24614	-0,841	0,404
	SIN CULTIVO	2422,7003	2315,78634	-0,841	0,405
Potasio (K)	CON CULTIVO	1123,6840	457,40382	1,012	0,316
	SIN CULTIVO	1015,1160	368,64928	1,012	0,316
Hierro (Fe)	CON CULTIVO	15288,1483	3993,54710	-0,095	0,924
	SIN CULTIVO	15384,6900	3841,57891	-0,095	0,924

Nota: Esta tabla muestra el resumen estadístico de los parámetros seleccionados, donde incluye media y desviación promedio de los metales pesados de las parcelas muestreadas, Puesto que, $p < 0,05$ en el parámetro de Boro (B), se rechaza la hipótesis nula; puesto que, existe una diferencia significativa al 5% de las medias (Sig, = 0,000), Por otra parte, en el Aluminio (Al), Cromo (Cr), Manganeso (Mn), Zinc (Zn), Bario (Ba), Mercurio (Hg), Sodio (Na), Magnesio (Mg), Hierro (Fe) y Potasio (K) $p > 0,05$, donde se acepta la hipótesis nula; puesto que, no existe una diferencia significativa al 5% de las medias,

V, DISCUSIÓN

Según Gonzales et al (2014) menciona que, las variedades más cultivadas es la negra, pues mejora el recuento de espermatozoides, la memoria y la capacidad de aprendizaje, el control del azúcar en sangre y la resistencia física; también, la maca roja; ya que, es mejor para la hiperplasia prostática benigna y la osteoporosis, Por otro lado, Yábar y Reyes (2019) menciona que la maca amarilla ayuda a previenen enfermedades crónicas cuando se consumen como parte de dietas variadas (funcionales) tan comunes en nuestra cultura culinaria y no como compuestos bioactivos distintos (nutracéuticos), De igual modo, según los resultados obtenidos, se encontraron variedades de maca roja, negra y amarilla; así mismo, la maca negra tiene un mayor impacto en el deseo sexual, mientras que la maca amarilla a paliar los efectos de la posmenopausia, En consecuencia, según las investigaciones revisadas y los resultados obtenidos se concluye que, las variedades de maca se siembran de manera rotativo en la mancomunidad del lago Chinchaycocha y que cada una de ellas presenta diversas características que permiten a cuidar la salud,

Por otra parte, Turín et al (2017) en su investigación mencionan que, las políticas públicas que alienten estas actividades para estimular las economías locales deben tener en cuenta los impactos ambientales y sociales; ya que, la falta de políticas o mecanismos que garanticen una alta protección de las tierras andinas, planificación y acción para mitigar el cambio climático continúa son limitados en el desarrollo rural sostenible, Por otra parte, Calderón y Cáceres (2018) mencionan

que, el ciclo de cultivo vegetativo de la maca debe ser dos campañas al año para presentar un rendimiento adecuado, De esa manera, según los resultados obtenidos, en materia orgánica, sodio, carbono total, carbono orgánico y nitrógeno total presentan una relación en la degradación del suelo debido al cultivo de maca, En consecuencia, según las investigaciones revisadas y los resultados obtenidos se concluye que, el cultivo de maca es el agente degradador del suelo afectando al N total, P total, C total y C orgánico, En consecuencia, según las investigaciones revisadas y los resultados obtenidos se concluye que, el cultivo de maca es el agente degradador del suelo y es necesario aportar estrategias para minimizarlo y evitar el sobre cultivo; ya que, la maca necesita gran cantidad de nutrientes para su desarrollo,

Por otro lado, según los resultados obtenidos, en materia orgánica, sodio, carbono total, carbono orgánico y nitrógeno total presentan una relación en la degradación del suelo debido al cultivo de maca, Por otro lado, Berilio (Be), Vanadio (V), Cobalto (Co), Níquel (Ni), Cobre (Cu), Arsénico (As), Selenio (Se), Estroncio (Sr), Molibdeno (Mo), Plata (Ag), Cadmio (Cd), Talio (Tl), Plomo (Pb) y Calcio (Ca), Aluminio (Al), Cromo (Cr), Manganeseo (Mn), Zinc (Zn), Bario (Ba), Mercurio (Hg), Sodio (Na), Magnesio (Mg), Hierro (Fe) y Potasio (K) no presentan una relación en la degradación del suelo debido al cultivo de maca, En consecuencia, según los resultados obtenidos se concluye que, el cultivo de maca es el agente degradador del suelo afectando al N total, P total, C total y C orgánico,

VI, CONCLUSIONES

En la mancomunidad del lago Chinchaycocha se encontraron mayormente tres variedades de maca de las cuales se encuentra la maca amarilla, maca roja y maca negra debido a la demanda por sus propiedades para reducir la fatiga, la depresión y el estrés, entre otros,

De igual manera, durante los últimos 10 años las condiciones climáticas que ha estado propensa el cultivo de maca en la mancomunidad del lago Chinchaycocha en la temperatura promedio de 6,18 °C, un 71,93% en la humedad relativa, 0,04 mm/año en la precipitación, 134,34 W/m² en la radiación del cielo despejado y 1,68 m/s en la velocidad del viento,

Así mismo, El 60% de los agricultores utilizaron fertilizantes químicos; sin embargo, el 40% de los encuestados utilizaron fertilizantes orgánicos en los cultivos de maca en la mancomunidad del lago Chinchaycocha del distrito de Junín durante los últimos 10 años,

Por otra parte, Los agricultores que tiene 3 a 4 años realizando el cultivo de maca han ejecutado 6 a 8 campañas (20%); de igual modo, los que tienen 5 a 6 años cultivando han participado en 10 a 12 campañas (28%); también, los que tiene 7 a 8 años cultivando han participado en 14 a 16 campañas (32%); además, los que tienen 9 a más años cultivando han participado en más de 18 campañas (20%) en los cultivos de maca en la mancomunidad del lago Chinchaycocha del distrito de Junín durante los últimos 10 años,

Además, los agricultores que tiene 3 a 4 años realizando el cultivo de maca han presentado un rendimiento de 105 t/ha (5%); de igual modo, los que tienen 5 a 6 años cultivando han presentado un rendimiento de 175 t/ha (25%); también, los que tiene 7 a 8 años cultivando han presentado un rendimiento de 200 t/ha (28%); además, los que tienen 9 a más años cultivando han presentado un rendimiento mayor de 228 t/ha (32%) en los cultivos de maca en la mancomunidad del lago Chinchaycocha del distrito de Junín durante los últimos 10 años,

En definitiva, esta planta tiene una destacada capacidad para soportar condiciones adversas que pueden limitar el crecimiento de otros cultivos, Además, tiene un potencial significativo para enriquecer las dietas de las comunidades rurales y urbanas, Su excepcional valor nutricional, destacado por su contenido en hidratos de carbono, minerales (como calcio, fósforo, hierro) y vitaminas, así como su adaptabilidad, bajo coste y alta rentabilidad, lo convierten en una fuente de recursos prometedores en los campos de la agricultura y nutrición,

En consecuencia, con relación con el objetivo general se concluye que, existe una diferencia significativa al 5% de las medias en los parámetros de conductividad eléctrica, materia orgánica, sodio (Na +1), carbono total, carbono orgánico, nitrógeno total y boro (B), por lo tanto, existen diferencias significativas en la calidad y salud del suelo entre las parcelas con cultivo de maca y las parcelas sin cultivo en la mancomunidad del lago Chinchaycocha, lo que conlleva a un impacto negativo en la actividad agrícola en el suelo,

VII, RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar el impacto del cultivo de la maca en la estructura del suelo, incluyendo la compactación, erosión y pérdida de materia orgánica durante los últimos años; así como también, analizar los cambios en la calidad del suelo, como el contenido de nutrientes y el pH, debido al cultivo extensivo de la maca; ya que, así se puede evidenciar el impacto del cultivo en la degradación del suelo,

De igual modo, investigar prácticas agrícolas sostenibles que puedan mitigar la degradación del suelo, como cultivos rotativos, el uso de enmiendas orgánicas y la implementación de técnicas de conservación del suelo; así como también, proponer estrategias de manejo del suelo que puedan preservar su fertilidad a largo plazo y promover la sostenibilidad del cultivo de la maca en la mancomunidad del Lago Chinchaycocha,

Además, examinar el impacto ambiental y socioeconómico de la degradación del suelo en la comunidad, incluyendo posibles implicaciones para la seguridad alimentaria y el sustento de los agricultores locales y desarrollar recomendaciones para el manejo sostenible del suelo en áreas de cultivo de maca, que puedan incluir prácticas de conservación, uso eficiente de recursos y alternativas agrícolas

REFERENCIAS

- Agudelo, G., Aigner, M., & Ruiz, J. (2008), Diseño de investigación experimental y no experimental, *Centro de Estudios de Opiniones*, 1-46, Obtenido de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ceo/article/view/6545/5996>
- Bautista, A., Etchevers, J., Castillo, R., & Gutiérrez, C. (2004), La calidad del suelo y sus indicadores, *Ecosistemas*, 13(2), Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/540/54013210.pdf>
- Beharry, S., & Heinrich, M. (2018), Is the hype around the reproductive health claims of maca (*Lepidium meyenii* Walp.) justified? *Journal of Ethnopharmacology*, 211, 126-170, doi:<https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.08.003>
- Bono Cabré, R. (2012), *DISEÑOS CUASI-EXPERIMENTALES Y LONGITUDINALES*, Barcelona: Universidad de Barcelona, Obtenido de Universidad de Barcelona : <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30783/1/D,%20cuasi%20y%20longitudinales.pdf>
- Brack, A. (2018), BIODIVERSIDAD AMAZÓNICA: POTENCIALIDADES Y RIESGOS, *Global Business Administration Journal*, 2(2), 1-12, Obtenido de https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Global_Business/article/view/2203/2248
- Bryman, A. (2016), *Social Research Methods* (Quinta ed.), New York: Oxford, Obtenido de https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=N2zQCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Social+Research+Methods+-+Alan+Bryman+citar&ots=dqItGXN6rh&sig=-sMmY4GLAAv9v1Th-t_Rp6h39bo#v=onepage&q&f=false
- Calderón, A., & Cáceres, C. (2018), PRODUCCIÓN DE MACA (*Lepidium meyenii* Walp.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO USANDO GUANO

FERMENTADO Y PGPRs BAJO DOS SISTEMAS DE CULTIVO EN SAN PEDRO DE CAJAS – JUNÍN, PERÚ, *Ecología Aplicada*, 17(2), 133-139, doi:<https://doi.org/10.21704/rea,v17i2,1233>

Cantú, I., & Yáñez, M, (2018), Efecto del cambio de uso de suelo en el contenido del carbono orgánico y nitrógeno del suelo, *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(45), Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/634/63457233005/>

Cartes, G, (2013), Degradación de suelos agrícolas y el SIRSD-S, *Ministerio de Agricultura de Chile*, 1-6, Obtenido de <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2013/10/SueloAgricola201310.pdf>

Castillo, N., Giraldo, D., & Escobar, R, (2021), Análisis de datos cualitativos mediante el uso de unidades de color, *Scientia Et Technica*, 26(4), 532-540, doi:<https://doi.org/10.22517/23447214,24797>

Castillo, X., Etchevers, J., Hidalgo, C., & Aguirre, A, (2021), Evaluación de la calidad de suelo: generación e interpretación de indicadores, *Terra Latinoamericana*, 39, 1-12, doi:<https://doi.org/10.28940/terra,v39i0,698>

Cazau, P, (2006), *Introducción a la investigación en ciencias sociales*, Buenos Aires, Obtenido de <http://alcazaba.unex.es/asg/400758/MATERIALES/INTRODUCCI%C3%93N%20A%20LA%20INVESTIGACI%C3%93N%20EN%20CC,SS.,pdf>

Custodio, M., Huaraca, F., Peñaloza, R., Alvarado, J., & De la Cruz, H, (2021), Composición bacteriana en suelos de cultivo de maca (*Lepidium meyenii* Walp) analizada mediante metagenómica: un estudio en los Andes centrales del Perú, *Scientia Agropecuaria*, 12(2), 175-183, doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci,agropecu,2021,020>

Ding, S., Zhou, D., Wei, H., Wu, S., & Xie, B, (2021), Aliviar la degradación del suelo provocada por el obstáculo del cultivo continuo de sandía: Aplicación de

compost de residuos urbanos, *quimiosfera*, 262, doi:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere,2020,128387>

FAO, (1 de Febrero de 2015), El suelo es un recurso no renovable, *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*, 1-4, Obtenido de <https://www.fao.org/3/i4373s/i4373s.pdf>

FAO, (26 de Mayo de 2015), *Los suelos constituyen la base de la vegetación*, Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <https://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/287559/#:~:text=Los%20suelos%20sanos%20son%20muy,y%20la%20producci%C3%B3n%20de%20ox%C3%ADgeno>,

FAO, (2015), *Los suelos están en peligro, pero la degradación puede revertirse*, Obtenido de <https://www.fao.org/news/story/es/item/357165/icode/>

FAO, (2023), *Agricultura de conservación*, Obtenido de <https://www.fao.org/conservation-agriculture/case-studies/china/es/>

FAO, (2023), *Los suelos están en peligro, pero la degradación puede revertirse*, Obtenido de <https://www.fao.org/news/story/es/item/357165/icode/>

Gonzales, G., Villaonduña, L., Gasco, M., Rubio, J., & Gonzales, C, (2014), Maca (*Lepidium meyenii* Walp), una revisión sobre sus propiedades biológicas, *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 31(1), 100-110, Obtenido de http://www.scielo.org,pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342014000100015

González, Y., Álvarez, J., Rodríguez, S., & Liriano, R, (2023), Propuesta de prácticas para el manejo sostenible de los suelos en la finca “La Gabriela”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 13(2), Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5862/586275348005/>

- Hanschen, F., Yim, B., Winkelmann, T., Smalla, K., & Schreiner, M, (2015), Degradación de isotiocianatos biofumigantes y glucosinolato de alilo en el suelo y sus efectos sobre la composición de la comunidad microbiana, *Más uno*, 10(7), doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132931>
- Honorato P., R., & Bonomelli de P., C, (2002), Suelos Degradados y Agricultura Sustentable, *Agronomía y Forestal*(15), 20-24, Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14001/32836>
- Indoria, A., Sharma, K., & Reddy, K, (2020), Chapter 18 - Hydraulic properties of soil under warming climate, *Climate Change and Soil Interactions*, 473-508, doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818032-7.00018-7>
- INTAGRI, (2020), *Propiedades Físicas del Suelo y el Crecimiento de las Plantas*, Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas>
- Jin, Q., Wang, C., Sardans, J., Vancov, T., Fang, Y., Wu, L., , , Wang, W, (2022), Efecto de la degradación del suelo sobre la concentración de carbono y la retención de nitrógeno y fósforo en los arrozales chinos, *CADENA*, 209(2), doi:<https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105810>
- Lanz, B., Dietz, S., & Swanson, T, (2018), The Expansion of Modern Agriculture and Global Biodiversity Decline: An Integrated Assessment, *Ecological Economics*, 144, 260-277, doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.07.018>
- Lozano, A., Janampa, M., Clark, D., & González, W, (2019), El peso de la semilla predice la emergencia de las plántulas, y el suelo extremadamente ácido y la baja disponibilidad de fósforo se asocian con un rendimiento deficiente de las plantas en *Lepidium meyenii* Walpers (maca), *Ciencia hortícola*, 253, 341-348, doi:[10.1016/j.scienta.2019.04.059](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.04.059)

- Mendoza, R., & Espinoza, A, (2017), *Guía Técnica para muestreo de suelo* (Primera ed.), Nicaragua: Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services, Obtenido de <https://repositorio,una,edu,ni/3613/1/P33M539,pdf>
- Montatixe, C., & Eche, M, (2021), Degradación del suelo y desarrollo económico en la agricultura familiar de la parroquia Emilio María Terán, Píllaro, *Siembra*, 8(1), 1-22, Obtenido de <https://www,redalyc,org/journal/6538/653869486001/>
- Panziera, W., Rodrigues, C., Timm, L., Sanzi, L., Silva, W., Stumpf, L., , , , Pauletto, E, (2022), Investigar las relaciones entre los atributos del suelo y la caña de azúcar bajo diferentes configuraciones de espaciamiento de hileras y ciclos de cultivos utilizando el enfoque de espacio de estados, *Investigación de suelos y labranza*, 217, doi:<https://doi,org/10,1016/j,still,2021,105270>
- Pérez, M., Gómez, Á., López, F., Ayala, F., Soni, E., González, M., & Pérez, H, (2023), Las propiedades fisicoquímicas del suelo cambian según la edad del cultivo de palma aceitera, *Helión*, 9(6), doi:<https://doi,org/10,1016/j,heliyon,2023,e16302>
- PEREZ, R, (2002), *Degradación del suelo causas, procesos, evaluación e investigación*, Obtenido de <http://www,serbi,ula,ve/serbiula/libros-electronicos/Libros/degradacion/pfd/librocompleto,pdf>
- Peris, M., Roselló, J., Añó, C., & Antolín, C, (2001), La calidad de las prácticas agrícolas en el proceso de transformación de la agricultura ecológica en Enguera y Anna (Comunidad Valenciana), *Revistas de la Universidad de Granada*, 21, 129-147, Obtenido de <https://revistaseug,ugr,es/index,php/cuadgeo/article/view/1946>
- Plazas, L., & Vallejo, V, (2022), La agricultura de conservación como estrategia potencial para aumentar la calidad del suelo en los agroecosistemas colombianos, *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 23(3), 1-19, doi:https://doi,org/10,21930/rcta,vol23_num3_art:2674

- Reyes, S., & Cano, D, (2022), Efectos de la agricultura intensiva y el cambio climático sobre la biodiversidad, *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 24(1), 53–64, doi:<http://dx.doi.org/10.18271/ria,2022,328>
- Rojas, M, (2015), Tipos de Investigacion científica: Una simplificacion de la complicada incoherente nomenclatura y clasificacion, *Revista Electronica de Veterinaria*, 16(1), Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63638739004.pdf>
- Rolando, J,, Dubeux, J,, Pérez, W,, Ramírez, D,, Turín, C,, Ruiz, M,, , , , Quiroz, R, (2017), Soil organic carbon stocks and fractionation under different land uses in the Peruvian high-Andean Puna, *Geoderma*, 307, 65-72, doi:10.1016/j.geoderma,2017,07,037
- Rolando, J,, Dubeux, J,, Ramírez, D,, Ruiz, M,, Turín, C,, Yeguas, V,, , , , Quiroz, R, (2018), Efectos del uso de la tierra sobre la fertilidad del suelo y el ciclo de nutrientes en los pastizales de la puna altoandina peruana, *Revista de la Sociedad de Ciencias del Suelo de América*, 82(2), 463-474, doi:10.2136/sssaj2017,09,0309
- Salazar, J,, & Lutens, A, (2000), *Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo*, La Paz: Instituto de Suelos, Obtenido de <https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-10/Gu%c3%ada%20para%20la%20Evaluaci%c3%b3n%20de%20la%20Calidad%20y%20Salud%20del%20Suelo.pdf>
- Salcedo, S,, Canihua, J,, Cruz, J,, Pérez, W,, & Cosme, R, (2022), Cultivos de cobertura asociados a quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en el Altiplano peruano: Reducción de la erosión, mejora de la salud del suelo y rendimiento agrícola, *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 265-274, doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci,agropecu,2022,024>
- Sanambria, S,, Mendoza, K,, Sargay, S,, & Cosme, R, (2021), Use of cover crops for sustainable soil management associated with corn (*Zea*, *Scientia*

Agropecuaria, 12(3), 329-336, Obtenido de <http://www.scielo.org,pe/pdf/agro/v12n3/2077-9917-agro-12-03-329.pdf>

Sione, S., Wilson, M., Lado, M., & Paz, A, (2017), Evaluación de la degradación del suelo producida por sistemas de cultivo de arroz en un Vertisol, utilizando un índice de calidad del suelo, *CADENA*, 150, 79-86, doi:<https://doi.org/10,1016/j,catena,2016,11,011>

Turín, C., Carbajal, M., Zorosgatua, P., & Chamorro, A, (2017), El boom de la maca, transformando paisajes y sociedades rurales de la zona altoandina, *Seminario Permanente de Investigación Agraria (SEPIA)*, 1-23, Obtenido de <https://cgspace,cgiar.org/handle/10568/83530>

Volverás, B., Merchancano, J., & Campo, J, (2020), Propiedades físicas del suelo en el sistema de siembra en wachado en Nariño, Colombia, *Agronomía Mesoamericana*, 31(3), 743-760, Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/437/43764233016/>

Yábar, E., & Reyes, V, (2019), Maca (*lepidium meyenii walpers*) andean functional food: bioactive, biochemical and biological activity, *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 21(2), 139 - 152, doi:<http://dx,doi.org/10,18271/ria,2019,457>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de variables

Variables	Definición	Dimensiones	Indicadores	
Cultivo de maca	Se refiere a la producción agrícola de la planta de maca (<i>Lepidium meyenii</i>), también conocida como "ginseng peruano". La maca es una planta herbácea originaria de los Andes peruanos y bolivianos, y se cultiva principalmente por sus raíces comestibles y sus propiedades medicinales	Variedad o tipo de la maca	roja negra blanca	
		Condiciones climáticas	Temperatura	°C
			Humedad relativa	%
			Precipitación	mm/año
			Radiación del cielo despejado	W/m ²
		Fertilización	Velocidad de viento	m/s
			química ecológica u orgánica	
		Campaña	primer año	
			segundo año	
		Rendimiento	tn/ha	
Degradación del suelo	Se refiere a los efectos más evidentes relacionados con la destrucción de sus componentes y propiedades, expresados en pérdida de estructura y agregación, reducción de la permeabilidad al agua, acidificación, acumulación de sales, aumento de la toxicidad, reducción de la disponibilidad de nutrientes, así como pérdida de biota y necrosis planctónica.	Características fisicoquímicas	Textura	
			Generales	pH
				CE
				CIC
			Macronutrientes	MO
				N
				P
				K
				Ca
				Mg
				S
				Na
			Micronutrientes	Fe
				Cu
				Zn
				Mn
B				
Pb				
Metales pesados	Cd			
	Cr			

Anexo 2. Resultados de las muestras de suelo de la mancomunidad del lago Chinchaycocha,



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



INFORME DE ENSAYO
N° 12007-23/SU/ LABSAF - SEDE CENTRAL

ITEM	55	56	57	58	59	60		
Código de Laboratorio	SU1850-SC-23	SU1851-SC-23	SU1852-SC-23	SU1853-SC-23	SU1854-SC-23	SU1855-SC-23		
Matriz Analizada	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS		
Fecha de Muestreo	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	-	-	-	-	-	-		
Condición de la muestra	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	R1-SC-PC	R2-SC-PC	R1-SC-PCH	R2-SC-PCH	R1-SC-P	R2-SC-P		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	unid. pH	--	6.60	6.4	6.6	6.6	7.0	6.9
Conductividad Eléctrica	mS/m	--	15.0	9.4	11.8	13.2	9.3	10.2
Fosforo **	mg/kg	--	35.7	56.4	50.7	44.5	54.1	22.6
Potasio **	mg/kg	--	58.4	69.4	47.7	73.0	126.2	128.2
Ca +2	meq/100g	--	1.0	1.0	2.1	1.9	5.0	4.0
Mg +2	meq/100g	--	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3	0.2
K +1	meq/100g	--	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.3
Na +1	meq/100g	--	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
% Arena **	%	--	41.9	41.9	45.8	45.8	27.8	27.8
% Arcilla **	%	--	25.8	25.8	23.8	23.8	39.8	39.8
% Lima**	%	--	32.3	32.3	30.4	30.4	32.4	32.4
Tipo de Suelo**		--	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco Arcillosa	Franco Arcillosa
% Carbonato de Calcio	%	--	0.1	<lc	0.1	0.1	0.6	4.1
Materia Orgánica (**)	%	--	4.81	5.41	5.53	6.22	5.33	5.38
Carbono Total (**)	%	--	3.11	3.48	3.63	3.95	3.41	3.87
Carbono Orgánico (**)	%	--	2.79	3.14	3.21	3.61	3.09	3.12
Nitrógeno Total (**)	%	--	0.70	0.80	0.76	0.88	0.68	0.81
Metales								
Berilio (Be)	mg/kg	0.12	0.64	0.30	0.40	0.16	0.92	0.78
Vanadio (V)	mg/kg	0.11	18.25	18.63	18.79	23.06	41.62	36.54
Cobalto (Co)	mg/kg	0.06	3.19	2.80	1.86	2.60	10.69	9.02
Níquel (Ni)	mg/kg	0.12	6.92	6.25	10.38	5.86	19.55	17.02
Cobre (Cu)	mg/kg	0.21	7.76	9.47	7.94	8.07	23.44	19.49
Arsénico (As)	mg/kg	0.08	23.97	31.15	29.57	23.44	26.88	30.39
Selenio (Se)	mg/kg	0.50	3.35	1.82	1.08	1.42	0.02	0.75
Estroncio (Sr)	mg/kg	0.21	7.38	6.77	7.62	7.97	12.41	12.98
Molibdeno (Mo)	mg/kg	0.08	0.14	0.16	0.04	0.08	0.80	0.64
Plata (Ag)	mg/kg	0.06	0.10	0.08	0.10	0.06	0.08	0.08
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.05	0.50	0.78	0.88	0.60	1.10	1.10
Talio (Tl)	mg/kg	0.04	0.20	0.22	0.20	0.20	0.38	0.33
Plomo (Pb)	mg/kg	0.20	34.46	39.72	35.53	33.23	35.30	47.99
Calcio (Ca)	mg/kg	24.86	453.41	601.42	1,217.61	1,154.68	2,911.71	2,406.72
Metales (**)								
Boro (B)	mg/kg	0.30	10.33	9.76	9.04	10.41	8.84	9.05
Aluminio (Al)	mg/kg	6.30	11,209.39	10,959.31	9,981.43	10,992.37	21,059.60	19,261.25
Cromo (Cr)	mg/kg	0.28	8.68	8.61	8.02	8.79	16.86	14.74
Manganeso (Mn)	mg/kg	0.38	500.70	448.94	368.59	535.95	1,127.89	1,085.98
Zinc (Zn)	mg/kg	0.41	75.55	79.45	79.97	70.26	108.50	126.70
Bario (Ba)	mg/kg	0.09	32.43	33.23	42.60	33.43	84.10	74.14
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.10	0.06	0.08	0.04	0.06	0.02	0.02
Sodio (Na)	mg/kg	14.04	16.04	23.40	45.12	24.06	66.02	26.65
Magnesio (Mg)	mg/kg	12.48	765.58	755.95	655.26	722.84	3,019.51	2,396.17
Potasio (K)	mg/kg	9.16	655.62	638.50	595.36	708.11	1,776.56	1,585.48
Hierro (Fe)	mg/kg	5.94	12,889.67	12,370.23	11,420.23	14,851.38	23,831.54	21,269.81



Firmado digitalmente por:
ESPIRITU NATIVIDAD JIMMY EDWARD
RIR-832024221818-0
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18/12/2023 18:06:41-0500



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

Dirección: Av. La Molina N° 1981 - La Molina - Lima

Página 11 de 12
F-46 / Ver.04
www.inia.gob.pe

INFORME DE ENSAYO
N° 12007-23/SU/ LABSAF - SEDE CENTRAL

ITEM	49	50	51	52	53	54		
Código de Laboratorio	SU1844-SC-23	SU1845-SC-23	SU1846-SC-23	SU1847-SC-23	SU1848-SC-23	SU1849-SC-23		
Matriz Analizada	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS		
Fecha de Muestreo	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	-	-	-	-	-	-		
Condición de la muestra	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	R1-SC-PACA	R2-SC-PACA	R1-SC-Q	R2-SC-Q	R1-SC-RUPU	R2-SC-RUPU		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	unid. pH	--	7.00	7.0	7.9	7.7	6.6	6.4
Conductividad Eléctrica	mS/m	--	7.0	12.3	16.9	16.2	8.8	7.9
Fosforo **	mg/kg	--	24.3	28.8	38.7	23.4	117.1	70.8
Potasio **	mg/kg	--	57.0	51.7	46.9	42.6	64.8	34.4
Ca +2	meq/100g	--	3.2	7.1	3.9	6.8	0.3	0.3
Mg +2	meq/100g	--	0.3	0.2	1.0	1.9	0.1	0.0
K +1	meq/100g	--	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
Na +1	meq/100g	--	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0
% Arena **	%	--	47.6	47.6	45.7	45.7	47.6	47.6
% Arcilla **	%	--	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8
% Lima**	%	--	38.6	38.6	40.5	40.5	38.6	38.6
Tipo de Suelo**		--	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco
% Carbonato de Calcio	%	--	1.3	1.2	2.7	6.6	1.4	<lc
Materia Orgánica (**)	%	--	5.31	5.62	4.79	5.53	4.98	6.33
Carbono Total (**)	%	--	3.41	3.83	3.05	3.77	3.29	3.81
Carbono Orgánico (**)	%	--	3.08	3.26	2.78	3.21	2.89	3.67
Nitrógeno Total (**)	%	--	0.68	0.79	0.71	0.87	0.69	0.74
Metales								
Berilio (Be)	mg/kg	0.12	1.04	1.20	0.44	0.86	0.58	0.90
Vanadio (V)	mg/kg	0.11	24.17	24.05	14.15	16.28	38.16	41.00
Cobalto (Co)	mg/kg	0.06	6.19	6.11	3.96	4.80	3.30	4.31
Niquel (Ni)	mg/kg	0.12	18.52	14.64	8.78	9.44	7.28	8.48
Cobre (Cu)	mg/kg	0.21	13.56	13.90	5.16	7.04	4.70	7.36
Arsénico (As)	mg/kg	0.08	42.01	47.55	12.14	15.04	60.74	93.32
Selenio (Se)	mg/kg	0.50	0.02	0.80	1.02	0.02	0.70	0.32
Estroncio (Sr)	mg/kg	0.21	9.37	13.58	7.68	8.92	11.26	21.87
Molibdeno (Mo)	mg/kg	0.08	1.06	0.95	0.02	0.20	0.36	0.52
Plata (Ag)	mg/kg	0.06	0.06	0.04	0.06	0.02	0.02	0.20
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.05	1.42	5.76	0.10	0.16	1.52	2.97
Talio (Tl)	mg/kg	0.04	0.48	0.38	0.08	0.10	0.36	0.34
Plomo (Pb)	mg/kg	0.20	33.32	54.74	8.68	13.94	23.76	36.21
Calcio (Ca)	mg/kg	24.86	3,651.46	5,226.51	11,282.05	15,761.18	720.18	5,830.77
Metales (**)								
Boro (B)	mg/kg	0.30	8.73	8.61	9.16	8.76	9.48	8.98
Aluminio (Al)	mg/kg	6.30	16,174.53	15,809.08	6,514.69	8,470.72	10,477.62	13,969.75
Cromo (Cr)	mg/kg	0.28	14.28	12.06	7.36	9.18	14.58	17.88
Manganeso (Mn)	mg/kg	0.38	845.13	1,045.47	375.03	470.36	601.88	867.74
Zinc (Zn)	mg/kg	0.41	225.27	513.10	28.11	35.60	271.72	324.50
Bario (Ba)	mg/kg	0.09	84.86	135.81	89.14	126.06	56.82	74.52
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.10	0.06	0.02	0.02	0.04	0.02	0.16
Sodio (Na)	mg/kg	14.04	181.34	33.01	47.46	43.86	21.94	54.13
Magnesio (Mg)	mg/kg	12.48	1,478.39	1,711.26	8,249.90	11,282.80	534.04	727.41
Potasio (K)	mg/kg	9.16	1,048.88	993.09	658.78	791.66	514.40	709.58
Hierro (Fe)	mg/kg	5.94	18,080.92	17,851.00	10,434.67	11,556.10	12,599.18	15,269.93



Firmado digitalmente por:
ESPIRITU NATIVIDAD JIMMY EDWARD
RIR43202422 hard
Máximo Soy el autor del documento
Fecha: 18/12/2023 18:06:06-0500

INFORME DE ENSAYO
N° 12007-23/SU/ LABSAF - SEDE CENTRAL

ITEM	43	44	45	46	47	48		
Código de Laboratorio	SU1838-SC-23	SU1839-SC-23	SU1840-SC-23	SU1841-SC-23	SU1842-SC-23	SU1843-SC-23		
Matriz Analizada	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS		
Fecha de Muestreo	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	-	-	-	-	-	-		
Condición de la muestra	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	R1-SC-CR	R2-SC-CR	R1-SC-CH	R2-SC-CH	R1-SC-SCR	R2-SC-SCR		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	unid. pH	--	6.60	6.8	6.7	6.6	6.7	6.7
Conductividad Eléctrica	mS/m	--	8.2	8.9	5.0	10.7	12.6	4.7
Fosforo **	mg/kg	--	71.6	87.0	84.2	74.3	25.5	27.1
Potasio **	mg/kg	--	45.9	64.4	47.3	100.3	48.5	32.1
Ca +2	meq/100g	--	0.7	2.1	0.5	1.1	1.7	0.2
Mg +2	meq/100g	--	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0
K +1	meq/100g	--	0.1	0.2	0.1	0.3	0.1	0.1
Na +1	meq/100g	--	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
% Arena **	%	--	47.6	47.6	37.5	37.5	41.9	41.9
% Arcilla **	%	--	13.8	13.8	24.0	24.0	25.8	25.8
% Lima**	%	--	38.6	38.6	38.6	38.6	32.3	32.3
Tipo de Suelo**		--	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco
% Carbonato de Calcio	%	--	1.4	2.3	1.4	1.4	<lc	<lc
Materia Orgánica (**)	%	--	4.24	5.53	4.60	5.19	4.98	5.19
Carbono Total (**)	%	--	2.91	3.49	3.01	3.66	3.27	3.57
Carbono Orgánico (**)	%	--	2.46	3.21	2.67	3.01	2.89	3.01
Nitrógeno Total (**)	%	--	0.79	0.86	0.72	0.89	0.55	0.76
Metales								
Berilio (Be)	mg/kg	0.12	1.16	1.28	0.94	0.42	0.72	0.36
Vanadio (V)	mg/kg	0.11	24.44	27.30	15.54	14.69	14.49	14.77
Cobalto (Co)	mg/kg	0.06	5.95	5.77	4.58	4.00	3.91	4.14
Niquel (Ni)	mg/kg	0.12	14.31	14.66	7.94	7.60	8.59	7.88
Cobre (Cu)	mg/kg	0.21	13.99	12.36	7.80	10.14	12.26	8.56
Arsénico (As)	mg/kg	0.08	40.62	46.13	20.12	40.06	23.88	23.77
Selenio (Se)	mg/kg	0.50	0.10	0.38	3.64	0.02	1.75	0.02
Estroncio (Sr)	mg/kg	0.21	10.30	11.42	10.44	7.96	4.09	3.70
Molibdeno (Mo)	mg/kg	0.08	0.80	0.82	0.30	0.24	0.14	0.22
Plata (Ag)	mg/kg	0.06	0.04	0.00	0.04	0.08	0.02	0.04
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.05	6.41	9.39	0.42	0.84	0.32	0.34
Talio (Tl)	mg/kg	0.04	0.42	0.42	0.28	0.30	0.30	0.28
Plomo (Pb)	mg/kg	0.20	40.02	43.99	33.38	57.64	30.12	29.53
Calcio (Ca)	mg/kg	24.86	2.329.87	2.657.43	818.76	724.73	991.39	956.20
Metales (**)								
Boro (B)	mg/kg	0.30	8.68	10.02	8.26	8.46	7.26	9.70
Aluminio (Al)	mg/kg	6.30	18,046.39	18,516.75	16,167.20	14,282.95	19,409.33	19,451.70
Cromo (Cr)	mg/kg	0.28	14.19	13.38	8.40	8.00	7.14	7.68
Manganeso (Mn)	mg/kg	0.38	807.84	828.87	598.70	609.52	395.51	400.36
Zinc (Zn)	mg/kg	0.41	554.89	684.39	113.92	108.44	78.47	76.25
Bario (Ba)	mg/kg	0.09	69.79	76.78	58.30	51.48	39.81	39.52
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.10	0.08	0.02	0.04	0.04	0.06	0.04
Sodio (Na)	mg/kg	14.04	101.36	38.66	59.62	35.85	197.89	28.35
Magnesio (Mg)	mg/kg	12.48	1,971.31	2,053.32	1,175.52	1,118.71	1,469.74	1,494.02
Potasio (K)	mg/kg	9.16	1,080.87	1,029.35	976.26	1,054.54	760.27	633.99
Hierro (Fe)	mg/kg	5.94	19,373.09	19,937.56	14,041.92	13,016.49	12,400.74	12,538.71



Firmado digitalmente por:
ESPIRITU NATIVIDAD JIMMY EDWARD
R# 43202423 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18/12/2023 18:05:28-0500

INFORME DE ENSAYO
N° 12007-23/SU/ LABSAF - SEDE CENTRAL

ITEM	37	38	39	40	41	42		
Código de Laboratorio	SU1832-SC-23	SU1833-SC-23	SU1834-SC-23	SU1835-SC-23	SU1836-SC-23	SU1837-SC-23		
Matriz Analizada	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS		
Fecha de Muestreo	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	-	-	-	-	-	-		
Condición de la muestra	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	R1-SC-ANRA	R2-SC-ANRA	R1-SC-LL	R2-SC-LL	R1-SC-CU	R2-SC-CU		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	unid. pH	--	6.70	6.6	7.2	6.9	6.6	6.7
Conductividad Eléctrica	mS/m	--	8.3	12.0	10.8	12.5	7.0	6.3
Fosforo **	mg/kg	--	95.4	176.5	92.3	111.9	88.3	81.0
Potasio **	mg/kg	--	77.2	149.4	228.4	104.0	68.8	55.5
Ca +2	meq/100g	--	4.0	6.6	9.3	9.5	0.8	1.9
Mg +2	meq/100g	--	0.4	0.9	0.8	0.5	0.1	0.2
K +1	meq/100g	--	0.2	0.4	0.6	0.3	0.2	0.1
Na +1	meq/100g	--	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
% Arena **	%	--	55.8	55.8	45.8	45.8	41.9	41.9
% Arcilla **	%	--	15.7	15.7	23.8	23.8	25.8	25.8
% Lima**	%	--	28.4	28.4	30.4	30.4	32.3	32.3
Tipo de Suelo**		--	Franco Arenosa	Franco Arenosa	Franco	Franco	Franco	Franco
% Carbonato de Calcio	%	--	1.4	1.4	4.3	3.4	2.3	1.4
Materia Orgánica (**)	%	--	4.95	5.53	3.86	5.21	4.95	5.53
Carbono Total (**)	%	--	3.14	3.58	2.89	3.41	3.29	3.71
Carbono Orgánico (**)	%	--	2.87	3.21	2.24	3.02	2.87	3.21
Nitrogeno Total (**)	%	--	0.59	0.69	0.77	0.86	0.73	0.81
Metales								
Berilio (Be)	mg/kg	0.12	0.36	0.92	1.14	0.99	1.66	1.36
Vanadio (V)	mg/kg	0.11	16.17	15.81	22.15	20.65	24.47	26.04
Cobalto (Co)	mg/kg	0.06	5.24	5.42	6.72	5.43	5.34	5.42
Niquel (Ni)	mg/kg	0.12	8.36	9.43	12.13	10.11	16.29	16.14
Cobre (Cu)	mg/kg	0.21	22.19	32.17	24.06	24.33	9.02	10.04
Arsénico (As)	mg/kg	0.08	21.05	21.88	38.19	36.86	43.12	46.08
Selenio (Se)	mg/kg	0.50	0.02	0.04	0.56	0.99	0.20	0.02
Estroncio (Sr)	mg/kg	0.21	11.04	23.28	17.58	21.95	19.91	19.78
Molibdeno (Mo)	mg/kg	0.08	1.12	1.26	0.48	0.76	0.68	0.60
Plata (Ag)	mg/kg	0.06	0.08	0.14	0.10	0.10	0.04	0.06
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.05	0.42	0.58	0.76	1.00	2.82	2.94
Talio (Tl)	mg/kg	0.04	0.12	0.14	0.20	0.17	0.38	0.40
Plomo (Pb)	mg/kg	0.20	32.03	52.94	63.07	50.16	37.69	40.26
Calcio (Ca)	mg/kg	24.86	2,310.42	6,694.74	8,029.95	7,597.11	3,625.85	4,340.26
Metales (**)								
Boro (B)	mg/kg	0.30	8.78	7.93	8.88	9.66	7.62	9.30
Aluminio (Al)	mg/kg	6.30	12,763.20	12,228.26	13,661.05	13,270.19	18,222.15	17,987.46
Cromo (Cr)	mg/kg	0.28	7.10	6.62	13.55	13.74	21.05	22.36
Manganeso (Mn)	mg/kg	0.38	1,275.33	2,295.16	1,154.47	1,374.17	762.34	846.40
Zinc (Zn)	mg/kg	0.41	93.36	158.49	135.77	159.94	244.70	245.98
Bario (Ba)	mg/kg	0.09	250.70	468.89	216.36	299.14	84.77	97.88
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.10	0.14	0.14	0.48	0.54	0.10	0.06
Sodio (Na)	mg/kg	14.04	51.20	65.87	53.55	38.00	33.39	37.38
Magnesio (Mg)	mg/kg	12.48	1,630.73	1,874.68	2,548.30	1,915.54	1,788.33	1,865.74
Potasio (K)	mg/kg	9.16	1,070.77	1,969.44	1,796.21	1,171.44	1,053.42	1,043.64
Hierro (Fe)	mg/kg	5.94	15,987.97	16,826.04	14,092.02	13,971.75	18,276.53	18,284.82



Firmado digitalmente por:
ESPIRITU NATIVIDAD JIMMY EDWARD
RIR-42020421 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18/12/2023 18:04:55-0500

INFORME DE ENSAYO
N° 12007-23/SU/ LABSAF - SEDE CENTRAL

ITEM	31	32	33	34	35	36		
Código de Laboratorio	SU1826-SC-23	SU1827-SC-23	SU1828-SC-23	SU1829-SC-23	SU1830-SC-23	SU1831-SC-23		
Matriz Analizada	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS		
Fecha de Muestreo	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	-	-	-	-	-	-		
Condición de la muestra	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	R1-SC-RLL	R2-SC-RLL	R1-SC-CIMA	R2-SC-CIMA	R1-SC-MEGA	R2-SC-MEGA		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	unid. pH	--	6.60	6.9	7.7	8.0	6.6	6.8
Conductividad Eléctrica	mS/m	--	7.2	9.3	22.0	19.9	6.3	8.7
Fosforo **	mg/kg	--	35.3	26.9	37.3	36.8	23.0	33.1
Potasio **	mg/kg	--	50.2	50.6	62.8	53.3	62.7	80.0
Ca +2	meq/100g	--	1.3	3.9	16.2	21.7	1.5	3.4
Mg +2	meq/100g	--	0.3	0.7	0.4	0.3	0.5	2.0
K +1	meq/100g	--	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2
Na +1	meq/100g	--	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
% Arena **	%	--	37.5	37.5	45.7	45.7	71.8	71.8
% Arcilla **	%	--	24.0	24.0	13.8	13.8	7.7	7.7
% Lima**	%	--	38.6	38.6	40.5	40.5	20.4	20.4
Tipo de Suelo**		--	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco Arenosa	Franco Arenosa
% Carbonato de Calcio	%	--	0.1	0.5	3.5	11.4	1.2	3.2
Materia Orgánica (**)	%	--	5.22	6.00	4.97	5.38	3.81	5.72
Carbono Total (**)	%	--	3.41	3.81	3.33	3.61	2.62	3.71
Carbono Orgánico (**)	%	--	3.03	3.48	2.88	3.12	2.21	3.32
Nitrogeno Total (**)	%	--	0.63	0.83	0.42	0.58	0.53	0.74
Metales								
Berilio (Be)	mg/kg	0.12	0.24	0.48	1.28	0.84	1.46	0.66
Vanadio (V)	mg/kg	0.11	14.41	13.34	46.68	45.11	22.76	19.21
Cobalto (Co)	mg/kg	0.06	2.66	2.48	7.56	7.18	5.98	3.57
Niquel (Ni)	mg/kg	0.12	4.78	4.02	19.62	21.57	11.27	6.69
Cobre (Cu)	mg/kg	0.21	7.60	4.04	23.54	36.69	5.43	13.54
Arsénico (As)	mg/kg	0.08	15.05	8.46	101.82	96.09	11.11	11.76
Selenio (Se)	mg/kg	0.50	0.02	0.58	3.70	1.38	1.38	0.04
Estroncio (Sr)	mg/kg	0.21	4.22	8.74	15.46	34.26	4.79	5.01
Molibdeno (Mo)	mg/kg	0.08	0.02	0.02	4.16	3.33	0.02	0.02
Plata (Ag)	mg/kg	0.06	0.06	0.04	0.10	0.66	0.16	0.06
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.05	0.20	0.10	2.04	2.95	0.12	0.12
Talio (Tl)	mg/kg	0.04	0.12	0.12	0.38	0.44	0.10	0.10
Plomo (Pb)	mg/kg	0.20	20.19	16.32	71.04	196.73	14.44	12.44
Calcio (Ca)	mg/kg	24.86	663.66	2,217.70	12,394.52	42,947.69	793.82	1,868.67
Metales (**)								
Boro (B)	mg/kg	0.30	8.66	9.12	7.22	8.62	8.76	8.67
Aluminio (Al)	mg/kg	6.30	10,940.32	12,387.56	19,693.86	18,730.89	17,253.25	13,131.39
Cromo (Cr)	mg/kg	0.28	6.00	5.98	15.10	14.75	14.22	7.29
Manganeso (Mn)	mg/kg	0.38	253.68	66.22	1,254.02	1,062.85	249.58	260.96
Zinc (Zn)	mg/kg	0.41	40.12	27.04	184.40	511.15	29.88	25.52
Bario (Ba)	mg/kg	0.09	128.01	132.66	87.40	75.96	113.58	263.18
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.10	0.06	0.04	0.14	0.26	0.08	0.08
Sodio (Na)	mg/kg	14.04	74.71	28.48	51.72	101.94	36.10	46.35
Magnesio (Mg)	mg/kg	12.48	2,794.74	3,147.72	1,333.78	2,823.07	6,062.41	3,314.24
Potasio (K)	mg/kg	9.16	1,027.23	760.02	1,237.42	1,289.67	825.73	1,017.19
Hierro (Fe)	mg/kg	5.94	9,868.19	8,550.68	21,494.52	20,913.81	15,348.21	14,192.99



Firmado digitalmente por:
ESPIRITU NATIVIDAD JIMMY EDWARD
RIR 43202422 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18/12/2023 18:03:57-0500

INFORME DE ENSAYO
N° 12007-23/SU/ LABSAF - SEDE CENTRAL

ITEM	25	26	27	28	29	30		
Código de Laboratorio	SU1820-SC-23	SU1821-SC-23	SU1822-SC-23	SU1823-SC-23	SU1824-SC-23	SU1825-SC-23		
Matriz Analizada	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS		
Fecha de Muestreo	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	-	-	-	-	-	-		
Condición de la muestra	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	R1-CM-PC	R2-CM-PC	R1-CM-PCH	R2-CM-PCH	R1-CM-P	R2-CM-P		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	unid. pH	--	6.70	6.6	6.7	6.9	6.7	6.8
Conductividad Eléctrica	mS/m	--	26.7	31.2	38.9	31.3	35.5	51.0
Fosforo **	mg/kg	--	68.9	68.6	58.7	27.6	77.2	62.1
Potasio **	mg/kg	--	53.6	59.3	60.8	55.5	121.8	137.8
Ca +2	meq/100g	--	1.6	1.1	1.1	1.2	2.4	4.5
Mg +2	meq/100g	--	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4
K +1	meq/100g	--	0.1	0.2	0.2	0.1	0.3	0.4
Na +1	meq/100g	--	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
% Arena **	%	--	41.9	41.9	45.8	45.8	27.8	27.8
% Arcilla **	%	--	25.8	25.8	23.8	23.8	39.8	39.8
% Lima**	%	--	32.3	32.3	30.4	30.4	32.4	32.4
Tipo de Suelo**		--	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco Arcillosa	Franco Arcillosa
% Carbonato de Calcio	%	--	1.1	3.4	5.0	0.9	0.8	1.6
Materia Orgánica (**)	%	--	5.45	5.88	5.76	6.53	4.97	5.15
Carbono Total (**)	%	--	3.62	4.07	3.84	4.13	3.25	3.75
Carbono Orgánico (**)	%	--	3.16	3.41	3.34	3.79	2.88	2.99
Nitrogeno Total (**)	%	--	0.62	0.73	0.54	0.61	0.66	0.71
Metales								
Berilio (Be)	mg/kg	0.12	0.90	0.58	0.14	0.38	1.12	0.87
Vanadio (V)	mg/kg	0.11	20.42	19.61	20.87	19.55	43.57	37.27
Cobalto (Co)	mg/kg	0.06	3.24	3.24	2.65	1.22	9.35	8.89
Niquel (Ni)	mg/kg	0.12	9.72	8.66	5.58	6.88	21.24	17.20
Cobre (Cu)	mg/kg	0.21	7.98	9.82	6.98	5.50	22.25	19.08
Arsénico (As)	mg/kg	0.08	26.94	26.31	22.99	12.88	25.83	27.79
Selenio (Se)	mg/kg	0.50	1.82	3.22	0.12	2.84	0.52	0.39
Estroncio (Sr)	mg/kg	0.21	18.72	18.11	7.78	6.18	12.67	14.24
Molibdeno (Mo)	mg/kg	0.08	0.72	0.50	0.20	0.02	0.76	0.60
Plata (Ag)	mg/kg	0.06	0.04	0.08	0.02	0.02	0.04	0.12
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.05	0.82	0.66	0.46	0.48	0.86	1.68
Talio (Tl)	mg/kg	0.04	0.26	0.26	0.20	0.22	0.36	0.33
Plomo (Pb)	mg/kg	0.20	38.94	41.14	31.16	28.45	33.48	48.35
Calcio (Ca)	mg/kg	24.86	1,583.40	911.74	407.62	501.90	1,500.76	2,530.60
Metales (**)								
Boro (B)	mg/kg	0.30	7.82	7.98	7.52	8.20	7.67	8.53
Aluminio (Al)	mg/kg	6.30	12,095.46	12,275.89	10,668.10	10,717.89	22,027.33	19,410.33
Cromo (Cr)	mg/kg	0.28	11.10	9.86	8.61	7.74	16.80	14.40
Manganeso (Mn)	mg/kg	0.38	476.20	501.12	438.20	78.09	1,014.14	1,125.09
Zinc (Zn)	mg/kg	0.41	113.50	100.54	58.93	43.68	109.07	133.60
Bario (Ba)	mg/kg	0.09	49.18	47.24	31.92	36.47	83.40	72.92
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.10	0.04	0.22	0.02	0.04	0.04	0.08
Sodio (Na)	mg/kg	14.04	19.64	11.36	18.50	22.39	48.10	31.71
Magnesio (Mg)	mg/kg	12.48	782.06	847.54	706.66	571.39	3,081.14	2,501.64
Potasio (K)	mg/kg	9.16	684.84	768.71	666.69	576.81	1,919.94	1,607.82
Hierro (Fe)	mg/kg	5.94	13,909.82	12,814.89	12,783.55	8,993.76	24,070.12	21,211.48



Firmado digitalmente por:
ESPIRITU NATIVIDAD JIMMY EDWARD
RIR 4330342 hard
Móvil: Soy el autor del documento
Fecha: 18/12/2023 18:02:57-0500

INFORME DE ENSAYO
N° 12007-23/SU/ LABSAF - SEDE CENTRAL

ITEM	19	20	21	22	23	24		
Código de Laboratorio	SU1814-SC-23	SU1815-SC-23	SU1816-SC-23	SU1817-SC-23	SU1818-SC-23	SU1819-SC-23		
Matriz Analizada	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS		
Fecha de Muestreo	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	-	-	-	-	-	-		
Condición de la muestra	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	R1-CM-PACA	R2-CM-PACA	R1-CM-Q	R2-CM-Q	R1-CM-RUPU	R2-CM-RUPU		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	unid. pH	--	6.80	6.7	7.9	8.1	6.7	5.9
Conductividad Eléctrica	mS/m	--	26.4	30.3	26.7	46.5	55.8	20.8
Fosforo **	mg/kg	--	53.2	91.9	52.5	52.8	76.3	109.9
Potasio **	mg/kg	--	50.0	56.3	79.8	145.6	47.3	65.0
Ca +2	meq/100g	--	4.2	2.4	7.6	10.3	1.2	1.1
Mg +2	meq/100g	--	0.2	0.2	1.3	3.2	0.1	0.1
K +1	meq/100g	--	0.1	0.1	0.2	0.4	0.1	0.2
Na +1	meq/100g	--	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
% Arena **	%	--	47.6	47.6	45.7	45.7	47.6	47.6
% Arcilla **	%	--	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8
% Lima**	%	--	38.6	38.6	40.5	40.5	38.6	38.6
Tipo de Suelo**		--	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco
% Carbonato de Calcio	%	--	1.7	0.5	0.8	6.2	0.1	0.7
Materia Orgánica (**)	%	--	4.60	5.21	5.76	6.52	4.98	5.40
Carbono Total (**)	%	--	3.11	3.56	3.87	4.12	3.34	3.69
Carbono Orgánico (**)	%	--	2.67	3.02	3.34	3.78	2.89	3.13
Nitrógeno Total (**)	%	--	0.49	0.68	0.56	0.71	0.56	0.68
Metales								
Berilio (Be)	mg/kg	0.12	1.32	1.44	0.46	0.30	1.20	0.72
Vanadio (V)	mg/kg	0.11	27.04	27.69	12.26	15.58	36.25	36.88
Cobalto (Co)	mg/kg	0.06	6.78	6.86	6.00	4.66	5.19	4.17
Niquel (Ni)	mg/kg	0.12	19.75	17.96	8.96	7.28	9.48	7.07
Cobre (Cu)	mg/kg	0.21	12.43	15.10	11.50	12.86	6.88	8.27
Arsénico (As)	mg/kg	0.08	45.57	39.12	19.35	31.72	62.69	82.09
Selenio (Se)	mg/kg	0.50	0.02	1.45	0.20	1.92	1.48	0.32
Estroncio (Sr)	mg/kg	0.21	12.01	12.87	6.52	8.68	10.30	19.27
Molibdeno (Mo)	mg/kg	0.08	1.28	1.16	0.02	0.00	0.22	0.04
Plata (Ag)	mg/kg	0.06	0.08	0.02	0.06	0.04	0.02	0.06
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.05	2.02	5.28	0.10	0.38	6.13	2.92
Talio (Tl)	mg/kg	0.04	0.52	0.44	0.10	0.12	0.36	0.30
Plomo (Pb)	mg/kg	0.20	42.76	47.17	18.33	30.94	41.10	48.82
Calcio (Ca)	mg/kg	24.86	4,666.60	2,893.28	3,944.58	12,220.94	2,479.85	4,662.10
Metales (**)								
Boro (B)	mg/kg	0.30	8.26	5.91	7.54	7.82	6.52	7.33
Aluminio (Al)	mg/kg	6.30	17,052.75	18,043.03	7,898.84	8,711.96	12,376.62	12,173.76
Cromo (Cr)	mg/kg	0.28	15.02	13.70	7.12	8.06	15.38	13.16
Manganeso (Mn)	mg/kg	0.38	984.48	999.51	441.84	478.10	1,225.24	729.97
Zinc (Zn)	mg/kg	0.41	262.85	625.08	33.07	50.76	378.63	270.75
Bario (Ba)	mg/kg	0.09	92.76	152.77	81.63	108.98	94.59	67.21
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.10	0.10	0.08	0.38	1.58	0.10	0.14
Sodio (Na)	mg/kg	14.04	39.09	42.36	31.55	37.80	19.87	36.72
Magnesio (Mg)	mg/kg	12.48	1,520.89	1,915.53	3,015.05	6,827.62	654.07	652.94
Potasio (K)	mg/kg	9.16	1,025.86	1,264.45	1,022.93	1,408.90	474.52	608.71
Hierro (Fe)	mg/kg	5.94	18,109.86	20,210.46	13,160.64	14,900.26	13,952.33	12,921.93



Firmado digitalmente por:
ESPIRITU NATIVIDAD JIMMY EDWARD
RIR 43202422 hard
Módulo: Soy el autor del documento
Fecha: 18/12/2023 18:02:25-0500

INFORME DE ENSAYO
N° 12007-23/SU/ LABSAF - SEDE CENTRAL

ITEM	13	14	15	16	17	18		
Código de Laboratorio	SU1808-SC-23	SU1809-SC-23	SU1810-SC-23	SU1811-SC-23	SU1812-SC-23	SU1813-SC-23		
Matriz Analizada	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS		
Fecha de Muestreo	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	-	-	-	-	-	-		
Condición de la muestra	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	R1-CM-CR	R2-CM-CR	R1-CM-CH	R2-CM-CH	R1-CM-SCR	R2-CM-SCR		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	unid. pH	--	6.70	6.8	6.9	6.9	6.8	6.5
Conductividad Eléctrica	mS/m	--	34.2	33.0	31.9	33.3	45.3	73.6
Fosforo **	mg/kg	--	70.6	38.3	81.0	78.7	42.4	43.7
Potasio **	mg/kg	--	101.7	69.2	56.8	71.1	53.0	60.9
Ca +2	meq/100g	--	4.6	2.3	1.5	2.3	2.8	1.3
Mg +2	meq/100g	--	0.4	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1
K +1	meq/100g	--	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
Na +1	meq/100g	--	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
% Arena **	%	--	47.6	47.6	37.5	37.5	41.9	41.9
% Arcilla **	%	--	13.8	13.8	24.0	24.0	25.8	25.8
% Lima**	%	--	38.6	38.6	38.6	38.6	32.3	32.3
Tipo de Suelo**		--	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco
% Carbonato de Calcio	%	--	0.3	0.5	0.2	0.2	2.7	6.6
Materia Orgánica (**)	%	--	4.84	5.21	6.76	7.09	5.12	5.55
Carbono Total (**)	%	--	3.41	4.02	4.26	4.52	3.51	3.89
Carbono Orgánico (**)	%	--	2.81	3.02	3.92	4.11	2.97	3.22
Nitrógeno Total (**)	%	--	0.56	0.68	0.70	0.76	0.57	0.69
Metales								
Berilio (Be)	mg/kg	0.12	0.48	1.08	0.54	0.54	0.34	0.62
Vanadio (V)	mg/kg	0.11	21.00	30.95	15.66	14.42	12.30	11.79
Cobalto (Co)	mg/kg	0.06	5.48	6.35	4.47	4.55	3.68	3.14
Niquel (Ni)	mg/kg	0.12	12.90	16.32	8.82	12.50	7.14	5.86
Cobre (Cu)	mg/kg	0.21	12.20	14.35	9.59	9.96	9.00	9.13
Arsénico (As)	mg/kg	0.08	43.66	52.20	33.51	38.28	22.85	25.52
Selenio (Se)	mg/kg	0.50	1.44	0.20	1.28	0.02	1.30	0.72
Estroncio (Sr)	mg/kg	0.21	10.32	14.55	9.99	12.08	3.20	2.38
Molibdeno (Mo)	mg/kg	0.08	0.50	0.82	0.38	0.30	0.06	0.24
Plata (Ag)	mg/kg	0.06	0.04	0.04	0.04	0.02	0.20	0.10
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.05	8.40	11.95	0.78	0.90	0.52	0.66
Talio (Tl)	mg/kg	0.04	0.38	0.50	0.28	0.28	0.26	0.24
Plomo (Pb)	mg/kg	0.20	54.36	56.45	46.51	60.18	33.33	38.41
Calcio (Ca)	mg/kg	24.86	3,450.16	3,994.77	1,113.70	1,607.21	1,119.77	441.13
Metales (**)								
Boro (B)	mg/kg	0.30	7.02	5.63	7.56	8.57	8.52	7.65
Aluminio (Al)	mg/kg	6.30	14,330.24	19,909.12	14,658.36	14,533.19	16,479.19	15,298.02
Cromo (Cr)	mg/kg	0.28	10.92	15.18	8.08	8.11	6.24	6.64
Manganeso (Mn)	mg/kg	0.38	880.40	1,004.41	674.03	716.31	511.08	424.08
Zinc (Zn)	mg/kg	0.41	433.40	769.33	122.94	123.72	69.31	64.69
Bario (Ba)	mg/kg	0.09	77.92	87.31	54.37	57.27	34.77	35.17
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.10	0.04	0.04	0.08	0.06	0.24	0.10
Sodio (Na)	mg/kg	14.04	35.70	47.57	51.46	46.71	20.13	13.69
Magnesio (Mg)	mg/kg	12.48	1,747.20	2,137.13	1,126.75	1,164.84	1,258.42	1,090.13
Potasio (K)	mg/kg	9.16	864.62	1,102.35	1,064.10	1,015.50	502.98	436.89
Hierro (Fe)	mg/kg	5.94	16,183.78	21,160.26	13,862.84	13,432.75	11,117.19	10,206.95



Firmado digitalmente por:
ESPIRITU NATIVIDAD JIMMY EDWARD
FIR:4330342218a0d
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18/12/2023 18:01:41-0500

INFORME DE ENSAYO
N° 12007-23/SU/ LABSAF - SEDE CENTRAL

ITEM	7	8	9	10	11	12		
Código de Laboratorio	SU1802-SC-23	SU1803-SC-23	SU1804-SC-23	SU1805-SC-23	SU1806-SC-23	SU1807-SC-23		
Matriz Analizada	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS		
Fecha de Muestreo	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	-	-	-	-	-	-		
Condición de la muestra	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	R1-CM-ANRA	R2-CM-ANRA	R1-CM-LL	R2-CM-LL	R1-CM-CU	R2-CM-CU		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	unid. pH	--	6.50	6.6	8.0	7.1	6.6	7.3
Conductividad Eléctrica	mS/m	--	26.8	33.7	67.7	34.7	45.9	45.6
Fosforo **	mg/kg	--	175.3	161.2	125.5	128.4	53.0	69.5
Potasio **	mg/kg	--	184.6	122.1	80.9	138.8	157.7	50.7
Ca +2	meq/100g	--	4.9	3.9	14.3	11.0	2.1	5.7
Mg +2	meq/100g	--	0.7	0.4	0.6	0.7	0.3	0.2
K +1	meq/100g	--	0.5	0.3	0.2	0.4	0.4	0.1
Na +1	meq/100g	--	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
% Arena **	%	--	55.8	55.8	45.8	45.8	41.9	41.9
% Arcilla **	%	--	15.7	15.7	23.8	23.8	25.8	25.8
% Lima**	%	--	28.4	28.4	30.4	30.4	32.3	32.3
Tipo de Suelo**		--	Franco Arenosa	Franco Arenosa	Franco	Franco	Franco	Franco
% Carbonato de Calcio	%	--	0.1	0.1	5.0	1.2	1.1	3.4
Materia Orgánica (**)	%	--	5.57	6.10	4.69	5.53	5.19	6.05
Carbono Total (**)	%	--	3.68	3.91	3.26	3.67	3.41	3.97
Carbono Orgánico (**)	%	--	3.23	3.54	2.72	3.21	3.01	3.51
Nitrogeno Total (**)	%	--	0.56	0.66	0.48	0.59	0.72	0.81
Metales								
Berilio (Be)	mg/kg	0.12	0.58	0.98	0.68	1.04	1.40	1.38
Vanadio (V)	mg/kg	0.11	14.22	15.99	24.47	27.83	24.71	28.32
Cobalto (Co)	mg/kg	0.06	5.34	5.26	6.23	7.18	5.74	5.70
Niquel (Ni)	mg/kg	0.12	10.45	9.60	11.65	12.66	15.77	17.64
Cobre (Cu)	mg/kg	0.21	35.17	30.59	22.39	25.79	11.72	12.18
Arsénico (As)	mg/kg	0.08	21.83	21.51	40.37	40.44	53.02	59.94
Selenio (Se)	mg/kg	0.50	0.84	0.52	0.98	2.98	1.68	1.76
Estroncio (Sr)	mg/kg	0.21	19.10	14.23	30.36	21.30	19.89	25.92
Molibdeno (Mo)	mg/kg	0.08	2.97	1.86	0.98	1.10	0.84	0.58
Plata (Ag)	mg/kg	0.06	0.10	0.08	0.06	0.19	0.08	0.06
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.05	0.88	0.74	0.90	0.96	3.20	3.34
Talio (Tl)	mg/kg	0.04	0.14	0.16	0.20	0.20	0.44	0.40
Plomo (Pb)	mg/kg	0.20	42.56	52.80	49.22	62.72	53.62	47.62
Calcio (Ca)	mg/kg	24.86	3,098.98	3,386.27	24,681.24	9,079.87	3,286.81	7,517.62
Metales (**)								
Boro (B)	mg/kg	0.30	5.08	5.04	5.67	6.55	6.12	7.66
Aluminio (Al)	mg/kg	6.30	12,231.92	13,479.05	14,729.39	16,146.38	17,943.02	18,208.22
Cromo (Cr)	mg/kg	0.28	6.32	6.74	14.58	15.88	19.59	24.44
Manganeso (Mn)	mg/kg	0.38	2,768.72	1,995.24	1,484.22	1,329.95	961.32	778.28
Zinc (Zn)	mg/kg	0.41	175.18	145.04	160.49	148.58	256.92	262.50
Bario (Ba)	mg/kg	0.09	557.64	460.34	308.87	220.93	85.39	92.20
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.10	0.14	0.12	0.54	3.15	0.12	0.08
Sodio (Na)	mg/kg	14.04	69.20	91.84	64.66	68.40	60.42	77.10
Magnesio (Mg)	mg/kg	12.48	1,502.75	1,619.49	2,862.13	2,636.21	1,755.04	2,017.60
Potasio (K)	mg/kg	9.16	1,939.22	1,992.28	1,380.04	1,813.37	1,417.81	1,198.82
Hierro (Fe)	mg/kg	5.94	15,458.73	15,719.83	14,818.20	15,986.93	17,935.91	18,756.76



Firmado digitalmente por:
ESPIRITU NATIVIDAD JIMMY EDWARD
R# 481020422 Perú
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18/12/2023 18:01:15-0500

INFORME DE ENSAYO
N° 12007-23/SU/ LABSAF - SEDE CENTRAL

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6		
Código de Laboratorio	SU1796-SC-23	SU1797-SC-23	SU1798-SC-23	SU1799-SC-23	SU1800-SC-23	SU1801-SC-23		
Matriz Analizada	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS		
Fecha de Muestreo	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	-	-	-	-	-	-		
Condición de la muestra	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO		
Código/identificación de la Muestra por el Cliente	R1-CM-RLL	R2-CM-RLL	R1-CM-CIMA	R2-CM-CIMA	R1-CM-MEGA	R2-CM-MEGA		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	unid. pH	--	6.30	7.0	7.7	6.8	6.8	
Conductividad Eléctrica	mS/m	--	23.4	24.8	63.3	50.2	24.6	36.5
Fosforo **	mg/kg	--	35.7	29.3	31.8	80.9	37.2	25.8
Potasio **	mg/kg	--	64.5	58.6	70.5	99.9	66.1	88.7
Ca +2	meq/100g	--	3.3	4.2	15.1	12.5	2.2	6.6
Mg +2	meq/100g	--	0.7	0.6	0.6	0.8	1.3	3.6
K +1	meq/100g	--	0.2	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2
Na +1	meq/100g	--	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
% Arena **	%	--	37.5	37.5	45.7	45.7	71.8	71.8
% Arcilla **	%	--	24.0	24.0	13.8	13.8	7.7	7.7
% Lima**	%	--	38.6	38.6	40.5	40.5	20.4	20.4
Tipo de Suelo**		--	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco Arenosa	Franco Arenosa
% Carbonato de Calcio	%	--	0.4	4.2	2.4	3.0	0.9	0.9
Materia Orgánica (**)	%	--	6.29	6.40	6.67	6.93	6.67	7.10
Carbono Total (**)	%	--	3.98	4.11	4.32	4.68	4.22	4.57
Carbono Orgánico (**)	%	--	3.65	3.71	3.87	4.02	3.87	4.12
Nitrógeno Total (**)	%	--	0.44	0.56	0.62	0.77	0.77	0.93
Metales								
Berilio (Be)	mg/kg	0.12	0.68	0.34	0.80	1.06	0.54	1.18
Vanadio (V)	mg/kg	0.11	13.70	14.46	46.95	39.44	26.94	18.45
Cobalto (Co)	mg/kg	0.06	2.26	1.46	7.88	4.81	5.74	5.44
Niquel (Ni)	mg/kg	0.12	5.22	3.08	22.47	25.90	11.88	6.90
Cobre (Cu)	mg/kg	0.21	8.40	3.22	25.12	18.85	4.06	18.45
Arsénico (As)	mg/kg	0.08	11.38	7.48	121.83	64.38	6.18	7.66
Selenio (Se)	mg/kg	0.50	0.04	0.02	0.02	0.80	1.20	0.02
Estroncio (Sr)	mg/kg	0.21	6.24	8.22	15.52	32.39	6.10	8.82
Molibdeno (Mo)	mg/kg	0.08	0.42	0.20	4.67	4.65	0.20	0.20
Plata (Ag)	mg/kg	0.06	0.24	0.12	0.20	0.24	0.10	0.04
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.05	0.22	0.10	2.37	3.59	0.10	0.20
Talio (Tl)	mg/kg	0.04	0.10	0.12	0.44	0.70	0.10	0.14
Plomo (Pb)	mg/kg	0.20	16.59	14.16	84.74	123.94	7.74	8.70
Calcio (Ca)	mg/kg	24.86	1,558.46	1,981.72	10,392.18	13,341.63	1,316.42	4,328.53
Metales (**)								
Boro (B)	mg/kg	0.30	5.70	5.74	5.57	4.89	7.50	7.02
Aluminio (Al)	mg/kg	6.30	8,892.30	7,908.76	20,220.03	16,191.71	18,049.74	13,412.34
Cromo (Cr)	mg/kg	0.28	5.70	4.56	15.28	21.35	16.12	7.40
Manganeso (Mn)	mg/kg	0.38	242.54	49.16	1,318.30	1,017.77	141.42	844.46
Zinc (Zn)	mg/kg	0.41	42.94	19.32	224.38	380.61	28.56	32.91
Bario (Ba)	mg/kg	0.09	138.03	132.56	89.80	78.04	130.10	443.58
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.10	0.36	0.14	0.16	0.08	0.10	0.08
Sodio (Na)	mg/kg	14.04	211.00	20.64	55.47	78.99	65.56	114.45
Magnesio (Mg)	mg/kg	12.48	2,042.40	1,700.66	1,451.00	1,707.19	5,786.82	3,507.92
Potasio (K)	mg/kg	9.16	1,033.89	588.72	1,543.38	1,331.15	1,091.60	1,363.62
Hierro (Fe)	mg/kg	5.94	9,243.36	7,535.84	21,854.25	17,515.97	16,721.60	14,094.20

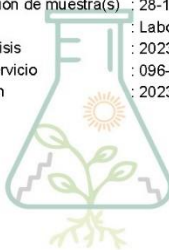


Firmado digitalmente por:
ESPIRITU NATIVIDAD JIMMY EDWARD
FIR 43202422 hard
Módulo: Soy el autor del documento
Fecha: 18/12/2023 18:00:31-0500

INFORME DE ENSAYO
N° 12007-23/SU/ LABSAF - SEDE CENTRAL

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : Coordinación de Investigación y Transferencia
Propietario / Productor : Richard Solorzano
Dirección del cliente : Avenida La Molina 1981 - La Molina
Solicitado por : Richard Solorzano
Muestreado por : el Cliente
Número de muestra(s) : 60
Producto declarado : SUELOS
Presentación de las muestras(s) : Bolsas de plástico
Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente
Procedencia de muestra(s) : Huancayo
Fecha(s) de muestreo : ND
Fecha de recepción de muestra(s) : 28-11-2023
Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare - LABSAF Sede Central
Fecha(s) de análisis : 2023-12-11
Cotización del servicio : 096-23-SC
Fecha de emisión : 2023/12/18



Centro de Suelos y Aguas
LABSAF



Firmado digitalmente por:
ESPIRITU NATIVIDAD JIMMY EDWARD
RIR 43202422 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18/12/2023 18:00:03-0500

INFORME DE ENSAYO
N° 12007-23/SU/ LABSAF - SEDE CENTRAL

III. 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
Fósforo (P)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.10 AS-10.2000. Determinación de fósforo por el método de Olsen y colaboradores
Potasio (K)	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego-INIA Ed. 1era. 2017. ítem 4.9.1. Pag. 62. Potasio extractable
Carbono Orgánico Total, Carbono Total, Nitrogeno Total, Materia Organica	CN828: Determination of Carbon and Nitrogen in Soil, ISO 10694:1996, ISO 13878:1998 NT
Cationes intercambiables (Ca, Mg, Na, K)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.12 AS-12.2000. Determinación de la Capacidad de Intercambio Catiónico y Bases intercambiables de suelo con acetato de amonio.
Metales	EPA 6020 B Rev.2. 2014. INDUCTIVELY COUPLED PLASMA—MASS SPECTROMETRY

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
 - Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
 - Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
 - Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
 - Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
 - El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
 - Medición de pH realizada a 25 °C
- (*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.
 (**) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.
 (***) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Jimmy Edward Espíritu Natividad - Responsable del laboratorio del LABSAF Sede Central.



Firmado digitalmente por:
ESPIRITU NATIVIDAD JIMMY EDWARD
R:43202422 hard
Máximo Soy el autor del documento
Fecha: 18/12/2023 18:07:16-0500

Firma

Lic. Quim. Jimmy Edward Espíritu Natividad
Responsable de Laboratorio LABSAF Sede Central

FIN DE INFORME DE ENSAYO

Anexo 3. Resultado de similitud del programa Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?s=18&u=1068032488&ro=103&o=2396248389&lang=es

feedback studio MIRELLA KIMBERLY CHANCO ESPINOZA | Degradación del Suelo en La Mancomunidad Del Lago Chinchaycocha debido al Cultivo De La Maca /100 5 de 21

Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Degradación del Suelo en La Mancomunidad Del Lago Chinchaycocha debido al Cultivo De La Maca

AUTORES:
Chanco Espinoza, Mirella Kimberly (orcid.org/0000-0001-7437-7722)
Seminario Alata, Kenly Martin (orcid.org/0000-0002-1102-3182)

ASESOR:
Ph. D. Solórzano Acosta Richard Andi (orcid.org/0000-0003-3248-046X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:
Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA — PERÚ

Página: 1 de 43 Número de palabras: 8919 Versión solo texto del informe Alta resolución Activado 18°C Mayorm. nubla... 11:30 a.m. 05/06/2024

Resumen de coincidencias

8 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés

Coincidencias

Rank	Source	Percentage
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
3	visorsig.oefa.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
4	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
5	dokumen.pub Fuente de Internet	<1 %
6	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
7	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
8	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
9	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
10	cybertesis.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %