



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional**

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"  
Facultad de Agronomía  
Dirección Unidad de Investigación  
"Fundo Arrabales" Altura Km 299 Panam. Sur  
Teléf.:056-257444 Anexo 25  
Ica – Perú



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

## CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD 2024

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

"EVALUAR PRACTICAS AGRICOLAS DE REMEDIACION DEL SUELO CULTIVADO CON ESPARRAGO (*Asparagus officinalis L.*) CONTAMINANDO CON CADMIO EN LA ZONA DE SANTA DOMINGUITA - LA VENTA".

Presentado por:

**HUALLCCA ROJAS MIGUEL PEDRO**

Graduado del nivel Pregrado de la Facultad de Agronomía. El resultado obtenido es 19% de similitud (Diecinueve por ciento de similitud) por el cual se otorga el calificativo de:

**APROBADO**

Según Reglamento para la evaluación de la originalidad de los documentos de investigación, aprobado con Resolución Rectoral N° 1668-R-UNICA-2020 – (18.1 La Universidad considera como original al documento de investigación que presenta un porcentaje de similitud menor o igual al veinte por ciento (20%) con textos de otros autores, según el informe automatizado de originalidad del programa informático adoptado por la Universidad.)

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

### Observaciones:

- Se analizó la TESIS mediante el programa informático iThenticate.
- Se consideró la exclusión de cadenas sintácticas de **40 palabras**, se adjunta pantallazo de la exclusión.

(15.5 La exclusión de cadenas sintácticas cortas proceden para evitar que, frases habituales o de conexión, sean reportadas como similitudes. La longitud de las cadenas excluidas no debe superar las cuar

Ica, 20 de setiembre de 2024

  
.....  
**Dr. LUIS FELIPE BENDEZU DIAZ**

Director Interino de la Unidad de Investigación  
Facultad de Agronomía

  
.....  
**ROSA ISABEL ZEVALLOS TORRES**

Operador del Programa Informático iThenticate

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
Facultad de Agronomía



**Evaluar prácticas agrícolas de remediación del suelo cultivado con espárrago (*Asparagus officinalis* L), contaminado con cadmio en la zona de Santa Dominguita – La Venta.**

**Línea de Investigación:** Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE TESIS**

**Presentado por:**

**MIGUEL PEDRO HUALLCCA ROJAS**

**Ica, Perú**

**2024**

### **DEDICATORIA:**

A mis queridos padres, Mercedes Rojas y Luciano Hualleca, por ser el pilar fundamental de mi vida, por su amor incondicional y por inculcarme los valores que me han guiado en este camino.

A mis tíos, Eustaquio Rojas y Pedro Rojas, por sus consejos sabios y su motivación, brindándome su apoyo en todo momento. Y a mis hermanos, Alex, Andrés y Amir, quienes con su amor y compañía han sido mi mayor inspiración. Esta tesis es para ustedes, como un símbolo de mi profundo agradecimiento y amor.

### **AGRADECIMIENTO:**

Agradezco a Dios por darme la fortaleza para alcanzar esta meta. A mis padres, Mercedes Rojas y Luciano Hualleca, por su amor y apoyo incondicional. A mis tíos, Eustaquio Rojas y Pedro Rojas, por sus consejos.

Expreso mi especial gratitud al Dr. Vicente Sebastián Almeyda Napa, de la Facultad de Agronomía, por sus enseñanzas y guía invaluable durante todo este proceso.

Finalmente, gracias a todas las personas que contribuyeron a la realización de esta tesis.

Jesus  
Alex  
ander  
sigua  
s  
garci  
a

## INDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
<b>I INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....</b>	<b>23</b>
2.1 Ubicación del campo experimental.....	23
2.2 Población y muestra de estudio.....	23
2.2.1 Población de estudio.....	23
2.2.2 Muestra de estudio.....	23
2.3 Técnica de recolección de datos.....	23
2.3.1 Análisis de suelos.....	23
2.3.2 Análisis foliares.....	23
2.4 Instrumentos de recolección de datos.....	24
2.5 Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos...	24
<b>III RESULTADOS.....</b>	<b>26</b>
<b>IV DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>36</b>
<b>V CONCLUSIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>VI RECOMENDACIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>VII REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>42</b>
<b>VIII ANEXO.....</b>	<b>44</b>

## INDICE DE TABLA

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
Tabla 1      Análisis físico mecánico del suelo y su interpretación profundidad:                    0                    –                    30 cm.....	26
Tabla 2      Análisis químico del suelo y su interpretación profundidad: 0 – 30 cms.....	27
Tabla 3      Análisis físico mecánico del suelo y su interpretación profundidad                    30                    –                    60 cms.....	28
Tabla 4      Análisis físico mecánico del suelo y su interpretación profundidad                    30                    –                    60 cms.....	29
Tabla 5      Variables                    meteorológicas                    año                    2022, 2023.....	30
Tabla 6      Volumen de riego aplicado al cultivo de espárrago en la campana agrícola.....	32
Tabla 7      Concentración de cadmio en el suelo agrícola antes de las prácticas de remediación profundidad de suelo 0 – 30 cm.....	33
Tabla 8      Concentración de cadmio en el suelo agrícola después de las prácticas de remediación profundidad de suelo 0 – 30 cm.....	33
Tabla 9      Concentración de cadmio en el suelo agrícola después de las prácticas de remediación profundidad de suelo 0 – 30 cm.....	33
Tabla 10     Concentración de cadmio en el suelo agrícola después de las prácticas agrícolas de remediación profundidad de suelo 30 – 60 cm.....	34
Tabla 11     Concentración de cadmio en el follaje del cultivo de espárrago, antes de las prácticas agrícolas de remediación.....	34
Tabla 12     Concentración de cadmio en el follaje del cultivo de espárrago, después de las prácticas agrícolas de remediación...	34

Tabla 13	Concentración de cadmio en los turiones del cultivo de espárrago después de las prácticas de remediación.....	35
----------	---	----

### INDICE FIGURA

CONTENIDO		Pág.
Figura 1	Ubicación del campo de experimento.....	23
Figura 2	Análisis de suelo.....	45
Figura 3	Brotación del espárrago.....	57
Figura 4	Conducción del cultivo con sistema de Fertirrigación.....	57
Figura 5	Toma de muestra foliares.....	58
Figura 6	Desarrollo del cultivo de espárrago.....	59
Figura 7	Toma de muestra de suelo.....	60
Figura 8	Recojo de Información del cultivo.....	61

## **RESUMEN**

En el presente trabajo de investigación, se puede afirmar que se cumplieron con los objetivos planteados en el proyecto, pues se evaluó las prácticas agrícolas tales como subsolados, aplicación de materia orgánica y riegos pesados a lo largo de una campaña agrícola del cultivo de espárrago en la cual se pudo observar un ligero descenso en la concentración de cadmio en el suelo antes y después de aplicados las prácticas de remediación, demostrando la efectividad de las prácticas en la disminución de la concentración del elemento contaminante cadmio en el cultivo de espárrago, para las condiciones de la zona de Santa Dominguita – La Venta.

Palabras claves: Practicas, agrícolas, remediación espárrago, cadmio.

## **ABSTRACT**

In the present research work, it can be stated that the objectives set out in the project were met, since agricultural practices such as subsoiling, application of organic matter and heavy irrigation were evaluated throughout an agricultural campaign of asparagus cultivation in which a slight decrease in the concentration of cadmium in the soil could be observed before and after applying the remediation practices, demonstrating the effectiveness of the practices in reducing the concentration of the contaminating element cadmium in the asparagus crop, for the conditions of the Santa Dominguita – La Venta area.

Keywords: Practices, agricultural, asparagus remediation, cadmium.

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de espárrago fue el primer cultivo que permitió a los diferentes agricultores del valle de Ica, iniciar las exportaciones a los diferentes mercados a nivel mundial, en la cual permitió abrir el camino para la exportación de productos de otros cultivos por la buena calidad y cantidad de sus rendimientos en estas zonas.

A pesar de ser uno de los principales cultivos que se desarrollan durante muchos años en el valle de Ica, que ha permitido a muchos agricultores tanto grande como pequeños mejorar la calidad de vida, existe muy poco apoyo en las diversas áreas de su manejo agronómico que les permita a los agricultores obtener buenos rendimientos y productos de buena calidad.

Así durante muchos años no se ha tomado en cuenta en el manejo agronómico del cultivo de espárrago la contaminación por metales pesados que se ha estado produciendo en los diferentes suelos agrícolas por metales pesados con su consecuente contaminación de sus productos (turiones) lo que ha permitido que muchos mercados especialmente los europeos, pongan medidas más estrictas en cuanto a la concentración de metales estrictas en cuanto a la concentración de metales pesados de las diferentes productos que llegan a sus mercados, especialmente al producto del cultivo de espárrago (turiones) mediante el presente, trabajos de investigación se evaluará prácticas agrícolas que permitan disminuir la concentración del cadmio en suelos agrícolas cultivador con espárrago en la zona y permitir que los agricultores cuenten con técnicas que les permitan bajar la concentración del metal pesado cadmio en el suelo agrícola y por ende en los productos del cultivo de espárrago por ser un factor limitante la producción del cultivo para las condiciones de la zona de Santa Dominguita – Ica.

## **I.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **I.1.1 Antecedentes a nivel internacional**

Según Duran [1]. Los elementos contaminantes del suelo son variados, dentro de los cuales los más importantes son: Los emisores atmosféricos ácidos, uso de agua de riego salina, los fitosanitarios y la actividad industrial, elementos pesados causados por el uso indiscriminado y son control de fertilizantes especialmente los fosfatados. Los metales pesados cuando se encuentran en pequeñas cantidades pueden ser beneficiosos y hacernos para la mayoría de los organismos vivos, pero pasado cierto umbral se puede convertir en perjudiciales para cualquier ser vivo incluyendo el hombre y demoran mucho tiempo para ser eliminados del suelo.

Esta persistencia, acumulación en el tiempo constituye en una gran amenaza, para el ecosistema y difícil su eliminación, como ejemplo el cadmio persiste en el suelo de 13 a 110.

Según Hernández [2], en su trabajo de investigación manifiesta que la contaminación con metales pesados, ha adquirido mucha importancia en la actualidad, debido a que se presentan en suelos, agua, aire y alimentos, constituyendo un riesgo importante para la salud por el constante contacto con el ambiente, siendo los elementos contaminantes más importantes: El plomo, cadmio, arsénico y el mercurio, ya que son muy fácilmente incorporados a la cadena alimenticia, así mismo es necesario determinar la concentración de los metales presentes y determinar se han alcanzado niveles de concentración y tomar las medidas necesarias.

Las determinaciones de cadmio fueron: La profundidad de 0 – 30 cms. de 11.88 ppm y de 60 – 90 cm de 11.76 ppm, que según la norma NOM – 147 SEMARNAT – 2004 el límite máximo permisible es de 37 ppm.

### **I.1.2 Antecedentes a nivel nacional**

Mediante Tantaleane [3]. En su trabajo de investigación titulado: Distribución del contenido de cadmio en los diferentes órganos del cacao CNN en suelo aluvial y residual en las localidades de Jacintillo y Ramal de Aspuzana – San Martín y Huánuco; encontraron que el contenido del cadmio en las hojas de cacao en la zona de Jacintillo es de 1.71 ppm y en la zona de Ramal de Aspuzana de 1.26 ppm sobrepasando ambos el límite máximo permisible establecido por el guía de protección ambiental de la Unión Europea que es de 0.8 ppm.

### I.1.3 Antecedentes a nivel local

Según Mantarí y Solís. [4]. En su trabajo de tesis de pregrado “Determinación del contenido del cadmio en el cultivo de pecano (*Carya illinoensis koch*) variedad Mahan y en el suelo agrícola de la zona baja del valle de Ica”, encontraron los siguientes valores:

#### **Contenido del elemento cadmio en el suelo agrícola cultivado con Pecano en la zona baja del valle de Ica.**

<b>Muestra de Suelo</b>	<b>Profundidad del Suelo (cms)</b>	<b>Contenido de Cadmio (ppm)</b>
01	0 – 30	2.36
02	30 – 60	2.38
03	0 – 30	3.19
04	30 – 60	2.96

En las cuales las cuatro muestras sobrepasan el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) que es de 1.4 ppm., para el suelo agrícola, demostrando que los suelos agrícolas se encuentran contaminados con cadmio.

Según Grados y Tello [5]. En su trabajo de tesis, titulado: Determinación de metales pesados en el suelo, aguas y plantas de tangelos, mandarinos y palto en el fundo Pongo en la zona media del valle de Ica, encontraron los siguientes valores de concentración del elemento cadmio en el suelo agrícola.

<b>Profundidad del suelo</b>	<b>Contenido (ppm)</b>
0 - 30 cm	2.03
30 cm – 60 cm	1.62

Demostrando que el suelo se encuentra contaminado al sobrepasar el estándar de calidad ambiental (ECA) para el Perú.

Según Sotomayor [6], en su trabajo de investigación para determinar la concentración en cadmio y plomo en el cultivo de espárrago, encontró los siguientes resultados:

**Concentración de cadmio y plomo en el suelo agrícola.**

**Profundidad de 0 – 30 cm.**

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Estándar de Calidad Ambiental (ECA) (ppm)</b>
Cadmio	2.52	ppm	0.14
Plomo	21.88	ppm	70.00

**Profundidad de 0 – 30 cm.**

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Estándar de Calidad Ambiental (ECA) (ppm)</b>
Cadmio	2.33	ppm	0.14
Plomo	20.48	ppm	70.00

**Concentración de cadmio y plomo en las hojas del cultivo de espárrago.**

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad (ppm)</b>
Cadmio	0.27	ppm
Plomo	3.02	ppm

**Concentración de cadmio y plomo en los turiones del cultivo de espárrago.**

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite Máximo Permisibles (ppm)</b>
Cadmio	0.14	ppm	0.05
Plomo	1.44	ppm	0.10

Según los resultados obtenidos se ha demostrado que la concentración en el suelo agrícola del cadmio ha sobrepasado el Estándar de Calidad Ambientales (ECA),

establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú, a las profundidades de 0 – 30 cm y de 30 – 60 cm. demostrando que el suelo ha alcanzado niveles de contaminación.

con relación al cadmio, la concentración a las propiedades de 0 – 30 cm – 60 cm, no han sobrepasado el Estándar de Calidad Ambiental establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú y no alcanzando a niveles de contaminación.

En el caso de los turiones, la concentración de los metales pesados cadmio y plomo sobrepasa grandemente los Límites Máximo Permisibles, establecidos por la Comunidad Europea y demostrando que los turiones del cultivo de espárrago se encuentran contaminados por estos elementos.

Según Vargas [7]. En su trabajo de tesis: Determinación del contenido del elemento cadmio en el cultivo de granado (*Púnica granatum L*) en la zona baja del valle de Ica, encontró los siguientes valores de concentración de cadmio en el suelo agrícola cultivado con granado a las profundidades de 0 – 30 cm y de 30 – 60 cm; 1.48 ppm y 1.46 ppm respectivamente sobrepasando el estándar de calidad ambiental establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú que es de 1.4 ppm, demostrando que los suelos han alcanzado niveles de contaminación.

Mediante Kú [8] .En su trabajo de investigación: Determinación del contenido de cadmio en el cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis L*) en la zona baja del valle de Ica, encontró que la concentración del cadmio en el follaje del cultivo de espárrago antes y después de la cosecha de los turiones fue de 0.769 ppm y 0.6601 ppm, también determinó que el contenido de cadmio los turiones tenían una concentración de cadmio de 0.083 ppm, sobrepasando el Límite Máximo Permisible establecido por la Unión Europea y demostrando que los turiones se encuentran contaminados por cadmio.

## 1.2 SOBRE EL CULTIVO DE ESPÁRRAGO

### 1.2.1 Clasificación taxonómica

Según De la Flor [9] el espárrago tiene la siguiente clasificación:

**Reino** : Plantae

**División** : Magnoliophyta

<b>Clase</b>	: Liliopsida
<b>Orden</b>	: Liliaceae
<b>Familia</b>	: Liliaceae
<b>Género</b>	: Asparagus
<b>Especie</b>	: Asparagus officinalis L.

### 1.2.2 Morfología

Según Llanos [10]. El espárrago es un cultivo herbáceo, perenne y dioico, de la familia de las liliáceas con raíces cilíndricas delgadas y carnosas formando una corona.

- El tallo es un rizoma desarrollado en forma horizontal y produce las yemas que van a ser los tallos aéreos suculentos, los brotes tiernos que son los que se cosechan son los turiones.
- Presentan hojas pequeñas y triangulares y escamas que protegen a las yemas, así mismo las flores son acampanadas y de un color amarillento verdoso, su fruto es una baya llegando a ser rojas cuando están maduras y sus semillas son negras y angulosas.

### 1.2.3 Aparato subterráneo

#### a. Raíces principales

A partir de las yemas jóvenes y un crecimiento se forman las nuevas raíces que son muy carnosas, no ramificadas, teniendo un espesor de 2 a 6 mm. y longitudes aproximadas de 1.0 a 2.0 m. durante varias temporadas. Estas raíces son las encargadas del rendimiento del cultivo la cual es el efecto directo de la profundidad alcanzada cantidad de raíces y su actividad (absorción de agua y nutrientes).

#### b. Raíces secundarias

Estas son las encargadas de absorber agua y nutrientes, que también lo hacen las raíces principales. Son fibrosas y se originan en el peróxido de las raíces carnosas antes que se engrosen las paredes.

**c. Turiones**

El grupo del sistema radicular y el tallo subterráneo presentan un conjunto de yemas que si evolucionan forman la parte aérea de la planta, estos primordiales vegetativos cuando están jóvenes son los turiones y que es la parte de la planta que se cosecha y se vende.

**d. Tallos**

El cultivo es perenne, sus tallos anuales pueden crecer a una altura de 3.00 cm., presentan fuertes ramificaciones y tienen hojas escalonadas, pero la principal actividad que es la fotosíntesis la realizan los cladiolos que son hilos modificados de aproximadamente 1 cm. de longitud muy parecido a hojas.

**e. Flores**

Generalmente son muy pequeñas, solitarias campanuladas, presentan una corola de color verde amarillenta, con polinización cruzada y un gran porcentaje de alogamia.

**f. Semillas**

Presentan un color pardo oscuro o negras y de forma entre poliédrica y redonda con un elevado poder de germinación.

**g. pH del suelo**

Para un buen rendimiento del cultivo de espárrago, el pH del suelo debe estar en el rango de 6.2 a 7.8, pero hay una mejor asimilación de los nutrientes cuando el pH del suelo se acerca a 6.5, aunque en algunas zonas hay esparragueras que se desarrollan muy bien en pH del suelo menores a 6.0.

**h. Salinidad del suelo**

El cultivo de espárrago es uno de los pocos cultivos que resiste alta salinidad en el suelo, sin que se note disminución de la calidad de los turiones, pero se desarrolla muy bien en suelos de baja salinidad.

**1.2.4 Propiedades químicas del cadmio.**

Según Sánchez [11]. Este elemento pesado, pertenece al grupo 12 en la ubicación de la tabla periódica, en el cual también están presentes el mercurio y zinc, cuando se encuentra en estado de metal puro es blando, maleable y dúctil, generalmente presenta un color plateado claro y al ser calentado se puede combinar con

halógenos, fósforo, oxígeno y azufre y se disuelve muy fácilmente en presencia de ácidos.

Este metal pesado contaminante se mueve en el suelo en función de varios factores como son el pH cantidad presente de arcilla, contenido de materia orgánica, así como de la capacidad de intercambio catiónico presente en los suelos, en la cual se une muy fuertemente al complejo arcillo húmico.

Generalmente el cadmio se encuentra en una concentración, en el suelo de 0.07 a 1.1 ppm, y en la solución del suelo su concentración en la mayoría de los casos está variando entre 0.2 y 0.6 Ug/litro, en la cual concentraciones de 300 – 400 Ug/litro, indica que el suelo está contaminado por estos elementos pesados.

### **1.2.5 Vías de exposición y efectos del cadmio en la salud humana.**

Según Sánchez [11]. El cadmio ingresa en la alimentación humana con los vegetales y productos animales, se fija a los cultivos más rápidamente que el plomo, los frutos y semillas contienen menos cadmio que las hojas, el efecto en la salud humana por el cadmio el siguiente:

- Diarrea, dolor de estómago y vómitos severos.
- Fractura de huesos.
- Fallos en la reproducción y posibilidad incluso de infertilidad.
- Daños del sistema nervioso central.
- Daños al sistema inmunológico.
- Desórdenes psicológicos.
- Posible daño en el ADN o desarrollo de cáncer.

### **1.2.6 Contaminación de los suelos agrícolas.**

- El elemento pesado cadmio, puede producir en muchos casos la contaminación de los suelos agrícolas, afectando seriamente nuestro futuro, ya que se generaría una reacción en cadena, alterando principalmente la biodiversidad presente en el suelo agrícola, reduciendo drásticamente el contenido de materia orgánica, así como también se reduce su capacidad de actuar como un filtro, reduciendo significativamente el buen desarrollo de la

mayoría de los cultivos que crecen en él; así mismo el efecto directo es la contaminación del agua presente en el suelo, así como del agua subterránea que en muchas zonas abastece a los cultivos, así mismo se provoca la poca disponibilidad del agua para los cultivos reduciendo los rendimientos y calidad de los productos.

- Los principales contaminantes el suelo agrícola son los metales pesados y su gran persistencia en los suelos que pueden durar muchos años, produciendo efectos negativos en el desarrollo de todos los cultivos, además tenemos los contaminantes orgánicos persistentes y los contaminantes denominados emergentes que son los destinados al consumo personal y que la mayoría son productos producidos por las farmacias.
- El suelo como parte fundamental del medio ambiente, al producir la contaminación por metales pesados, va a producir un efecto muy negativo en todas las formas de vida que se desarrollan en él.

#### **1.2.7 El elemento pesado cadmio en relación con el medio ambiente.**

- De acuerdo con Sánchez [11], el cadmio se presenta en la corteza terrestre en la mayoría de los casos asociado con el zinc, en la cual después de ser aplicado de muchas formas en el suelo agrícola, produciendo su contaminación e ingresado al medio ambiente, en la cual también se encuentra presente en la materia orgánica del suelo y de muchos pesticidas.
- Las aguas residuales que en su mayoría tiene presencia de cadmio, ingresan a los suelos agrícolas en la cual lo terminan contaminando.
- Los fertilizantes, fosfatados son a nivel mundial la principal fuente de contaminación por el cadmio, que están unidos en su estado natural, lo cual una vez aplicados al suelo con fuente de fertilizantes fosfatados van a producir la contaminación del suelo por el cadmio en la cual son fuertemente adsorbidos por la arcilla y la materia orgánica presente en el suelo.
- En los suelos cuya reacción sea acida, la disponibilidad del cadmio para los cultivos es mayor, produciendo en muchos casos la contaminación del cultivo, de los animales que lo consume y por último del hombre.
- En los suelos contaminados por el cadmio la presencia de ellos lombrices se reduce drásticamente, debido al envenenamiento, así como otros microorganismos importantes, por el suelo afectando su estructura y por lo tanto su fertilidad física.

#### **1.2.8 Contaminación ambiental por plomo.**

Según Huertos [12], las fuentes más comunes de contaminación por el plomo de las aguas, suelos y atmósfera son los que involucran a los procesos industriales para la producción de diversos productos y diferentes naftas que contienen.

### 1.2.9 Contaminación de los suelos agrícolas.

La contaminación que se produce en los suelos agrícolas de muchas zonas en la cual se producen diversidad de cultivos debido al elemento pesado plomo en su mayoría se debe a actividades causada por el hombre como la combustión de gasolina en muchos casos de mala calidad, fabricación de diversas pinturas, reciclaje de baterías, utilización de plomo metálico, en las funciones malas prácticas en la minería, etc.

### 1.2.10 Fuentes antropogénicas de contaminación por metales pesados en suelos europeos.

Principales fuentes antropogénicas de contaminación por metales pesados en suelos europeos.

Fuentes	Cadmio	Cobre	Plomo	Zinc
Depositación atmosférica	+	+	+++	+
Plaguicidas	-	+/++	-	+/++
Estiércol y purines	+	++	-	+/++
Fertilizantes minerales (principalmente fosfatados)	+++	+/++	+	+
Lagos de aguas residuales	+/++	+/++	+/++	+/++

**Fuente:** Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente. Holanda [13].

Donde:

- : Sin aporte

+ : aporte bajo

++ : Aporte moderado

+++ : Aporte alto

### 1.2.11 Estándares de calidad ambiental

- **Estándares de calidad ambiental (ECA) de plomo en el suelo agrícola.**

Fija los valores máximos permitidos de contaminación en el ambiente. El propósito es garantizar la conservación de la calidad ambiental mediante el uso de instrumentos de gestión ambiental sofisticado y de evaluación detallada para controlar las emisiones de agente contaminantes.

- **Estándares de calidad ambiental para suelos.**

Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el suelo en su condición de cuerpo receptor, que ni representa riesgo significativo para la salud de las personas ni el ambiente. El ECA suelo de diseños y aplicación obligatoria de todos los instrumentos de gestión ambiental.

**1.2.12 Límite máximo permisible – (L.P.M.).**

Es la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan a un afluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daño a la salud, al bienestar humano y al ambiente.

**1.2.13 Límite Máximo Permisible de Cadmio en Turiones**

Según normas de las Unión Europea el Límite Máximo Permisible en los turiones de espárrago es de 0.03 ppm.

**1.2.14 Estándares de Calidad Ambiental para cadmio en el suelo agrícola.**

Según Decreto Supremo N° 011 – 2017, MINAM], se aprobó el estándar de calidad ambiental (ECA) para suelo agrícola:

- Elemento ECA (mg/Kg) peso suelo seco.
- Cadmio 1.4

**1.2.15 Movilidad del cadmio en el suelo.**

Según Grados y Tello [5], indican que:

- La movilidad del cadmio en el suelo depende de varios factores, tales como el pH. el potencial redox y la cantidad de materia orgánica, los que varían según el ambiente a la materia orgánica en el suelo, en esta forma puede ser absorbido por las plantas e incorporarse entrado a las cadenas tróficas.

- En todos los suelos, la dinámica del cadmio está fuertemente afectada por el pH.
- En suelos ácidos la materia orgánica y los sesquióxidos controlan la solubilidad del metal.
- En suelos alcalinos el cadmio no es móvil ya que precipita en forma de carbonatos y fosfatos insolubles.
- La fijación de cadmio es mayor en los suelos con contenido más elevados de materia orgánica, textura más fina, mayor capacidad de intercambio catiónico y menos saturación de aluminio intercambiable.
- En los suelos ácidos el cadmio se intercambia fácilmente, lo que lo hace disponible para las plantas.

De acuerdo Sánchez [11]:

- En el suelo, la movilidad del cadmio depende de varias características químicas, siendo los más importantes el pH, el potencial redox, la cantidad de materia orgánica y sus contenidos de arcilla, concluyendo de acuerdo con las diferentes investigaciones realizadas en varias zonas de los cultivos y diferentes suelos agrícolas la móvil del cadmio depende:
  - Del pH del suelo, pues su movimiento está directa mente afectado por esta característica química en la cual a pH ácidos se moviliza muy fácilmente y queda a disposición de la planta y puede ser absorbido.
  - En la mayoría de los suelos de reacción a ácida, la materia orgánica y los sesquióxidos controlan la solubilidad del metal.
  - En los suelos de reacción alcalina, el cadmio no se moviliza y se precipita en forma de carbonatos y fosfatos insolubles, no produciendo su absorción por las plantas, favoreciendo también la formación de especies hidroximonovalentes, que uno ocupa fácilmente los espacios de unión en los complejos de intercambio catiónico.
  - En los suelos cuyo contenido de materia orgánica es elevado, se produce una mayor retención del cadmio en su superficie, en suelos de textura más finas

como las arcillosas, que presentan mayor capacidad de intercambio catiónico igual presentan mayor retención del cadmio en su superficie.

- En la mayoría de los suelos agrícolas de reacción ácida, al cadmio se moviliza muy fácilmente, haciendo disponible para las plantas y siendo muy fácilmente absorbido, dependiendo además de la naturaleza de absorción del complejo de
- cambio, habiéndose observado que la unión del cadmio es mayor con la materia orgánica que la unión del cadmio con la arcilla.
- En los suelos cuyo contenido de materia orgánica es elevado, se produce una mayor retención del cadmio en su superficie, en suelos de textura más finas como las arcillas, que presentan mayor capacidad de intercambio catiónico igual presentan mayor retención del cadmio en su superficie.

Según Grados y Tello [5], los metales pesados como el cadmio, son propensos ciertos parámetros geoedáficos como los siguientes:

- a. **pH.** - La mayoría de los metales pesados contaminantes están disponibles con pH ácidos en los suelos agrícolas.
- b. **Textura.** - Los suelos de textura arcillosa o con contenidos de arcilla van a retener con mayor fuerza al cadmio en el complejo de cambio.
- c. **Mineralogía de la arcilla.** - Cuando los silicatos presentan una mayor superficie, absorción mayormente a los metales pesados.
- d. **Capacidad de intercambio.** - Las arcillas esmectitas y las vermiculitas producen una máxima retención de metales pesados.
- e. **Condición redox.** - El potencial de óxido reducción presente en los suelos es responsable de que el cadmio se encuentre oxidado o reducido.
- f. **Carbonatos.** - La mayoría de los metales pesados incluyendo el cadmio quedan absorbidos por los carbonatos.
- g. **Salinidad.** - Un alto contenido de salinidad en los suelos agrícolas, puede incrementar la movilidad del cadmio y su retención por el suelo.

### 1.2.16 Extracción de nutrientes por el cultivo de espárrago

Mediante De la Flor [9], en diferentes trabajos de investigación realizados, hay mucha diferencia de los resultados con respecto a la cantidad de nutrientes absorbidos por el cultivo de espárrago a lo largo de una campaña agrícola, pero todos coinciden que los turiones presentan una absorción baja de todos los nutrientes.

A continuación, presentamos la extracción promedio de NPK por el cultivo de espárrago:

<b>Rendimiento</b> (t/ha)	<b>Extracción (Kg/ha)</b>		
	N	P	K
15	300	75	325

El análisis foliar se está utilizando últimamente como una manera de apoyo en la aplicación de los fertilizantes que necesita el cultivo, convirtiéndose en una herramienta de mucha importancia, pues permite conocer en forma exacta la cantidad de nutrientes que está absorbiendo el cultivo en cualquier etapa de su desarrollo y tomar medidas correctivas mucho más rápido.

### 1.2.17 Manejo de riego

- El cultivo de espárrago como cualquier hortaliza necesita un buen abastecimiento de agua para tener un buen abastecimiento de agua para tener un buen desarrollo vegetativo y un buen rendimiento y buena calidad de los turiones, pues el cultivo presenta en sus brotes un contenido de humedad cercano al 90%, además el agua es muy necesaria para la absorción de los nutrientes del suelo hacia la planta.
- Se debe tener presente la calidad del agua de riego, que no presente una elevada salinidad pues se corre el riesgo de producirse quemaduras en los brotes tiernos y se produciría un bloqueo en la asimilación de los nutrientes al producirse un taponeo de las raíces absorbentes.
- Los sistemas de riego por goteo, así como los sistemas de riego por gravedad bien diseñadas permitirán una buena aplicación del agua de riego y producirá un buen abastecimiento de humedad del cultivo.
- Las mayores necesidades hídricas del cultivo de espárrago se presentan durante los meses de verano que coincide con el mayor desarrollo foliar del

cultivo, durante la cosecha el consumo de agua disminuye, teniendo bastante cuidado de un buen abastecimiento hacia los turiones para permitir un buen desarrollo y buena calidad.

- El cultivo de esparrago resiste muy bien periodos de sequía, pero no al exceso de humedad pues las raíces son muy susceptibles a la falta de oxígeno en el suelo y en la mayoría de las zonas con exceso de humedad se presentan pudriciones en la base de los turiones, causada por un hongo del género *Rhizoctonia*, así mismo un exceso de humedad en el suelo puede producir rajaduras en la base de los turiones.

### **1.2.18 Absorción de nutrientes por el cultivo**

De acuerdo De la Flor [9], en diversos estudios realizados con relación a la absorción de nutrientes por el cultivo, han demostrado que el sistema de fertirrigación permite una mejor aplicación y absorción de nutrientes por el cultivo, permitiendo un mejor rendimiento y calidad de los turiones, pues permite controlar eficientemente la aplicación de los fertilizantes así mismo aplicarlos de acuerdo a las etapas de desarrollo del cultivo.

- Una gran herramienta de apoyo para determinar si cultivo ha asimilado los nutrientes necesarios son los análisis foliares que nos permiten determinar en cada etapa de desarrollo la cantidad de nutrientes absorbidos y poder realizar correcciones.
- Los datos de fertilización nos permiten conocer de una manera bastante aproximada la cantidad de fertilizantes que consume el cultivo desde el inicio de su desarrollo hasta la etapa de cosecha y, por lo tanto, determinar las cantidades mínimas de nutrientes que son necesarias para el buen desarrollo, producción y calidad de los turiones.
- La absorción de nutrientes a lo largo de una campaña agrícola depende de factores internos y externos del cultivo:
  - a. Factores internos**
    - El potencial genético del cultivo, por lo que es necesario determinar la curva de absorción de nutrientes.

- Edad de la planta, que debe reflejar los cambios nutricionales de acuerdo con la edad del cultivo y a sus etapas de desarrollo como son crecimiento, floración, fructificación, etc.

**b. Factores externos**

El principal factor es el medio ambiente de influencia directa en el desarrollo y rendimiento del cultivo, así como de su calidad y que en muchas oportunidades no se pueden controlar como son la temperatura, horas de sol, humedad relativa, disponibilidad de nutrientes, etc.

### **1.3 CARACTERÍSTICAS SOBRE EL CULTIVO DE ESPÁRRAGO**

**a. Características del híbrido Vegalim**

Una de las características principales de éste híbrido es que es 100% macho, especialmente recomendado para ser cultivados en zonas con climas cálidos, así mismo se pueden obtener producciones semi tempranas y de muy buena punta, utilizándose cuando se quieren adelantar las cosechas, siendo sus características principales las siguientes:

- Muy alta capacidad de producción
- Punta única
- El peso del turión es alto y los turiones en su mayoría son uniformes
- El follaje se presenta parejo, fuerte y muy estable.

**b. Características agronómicas.**

Este híbrido se desarrolla muy bien en suelos fértiles donde pueda desarrollar muy bien en suelos fértiles donde pueda desarrollar su máxima capacidad de producción de buen drenaje para eliminar el exceso de agua, de buena disponibilidad de aireación, la densidad del cultivo para obtener los máximos rendimientos está en el rango de 25,000 a 30,000 plantas por hectárea, la profundidad del cultivo debe estar entre 15 a 25 cms.

Se desarrolla muy bien conducido tanto bajo sistema de riego por gravedad como fertirrigación como es un híbrido 100% macho, tiene una larga vida en el terreno, con buenas producciones y no permite la presencia de esparraguillos.

**c. Características del turión.**

Este híbrido tiene una alta capacidad de producción muy alta, con turiones muy bien formados por lo que presenta muy buena calidad por presentar buen calibre.

Más del 70% de la producción están conformados por turiones con un diámetro igual o mayor a 12, con una planta bien definida y excelente, incluso en climas cálidos, produciendo turiones suaves y lisos y de forma cilíndrica.

**d. Características del follaje.**

Su follaje es fuerte, buen desarrollo, de un crecimiento bien firme y de una característica que le permite resistir tranquilamente las enfermedades, por no presentar bayas femeninas es muy resistente a la caída del follaje conocido como acanie.

**1.3.1 Contaminación de suelos agrícolas**

Según la F.A.O. [14]. La contaminación de los suelos está afectando nuestros futuros, ya que se prevé una reacción en cadena, alterando la biodiversidad del suelo agrícola, reduciendo la materia orgánica que contiene y reduciendo la materia orgánica que contiene y reduciendo su capacidad de actuar como filtro, así mismo se está contaminando el agua, tanto la almacenada en el suelo como la subterránea, provocando la no disponibilidad de sus nutrientes para los cultivos.

Entre los contaminantes del suelo agrícolas más comunes se encuentran los metales pesados, contaminantes orgánicos persistentes y los denominados emergentes que son los productos farmacéuticos los destinados al cuidado personal.

La contaminación de los suelos agrícolas es de un gran impacto negativo para el medio ambiente y tiene consecuencias para todas las formas de vida que son afectadas.

**1.4 NUTRICIÓN DE LOS CULTIVOS**

El suelo es la parte fundamental en la nutrición de los cultivos ya que pone a disposición de las plantas lo siguiente:

- Disponibilidad de agua.
- Aporte de los nutrientes necesarios para el desarrollo de los cultivos.
- Aporte de oxígeno.
- Soporte para el cultivo mediante el sistema radicular.

Todos los suelos minerales tienen la siguiente composición: elementos minerales, agua, materia orgánica y aire.

El componente mineral está compuesto por diferentes tipos de rocas fragmentadas y diferentes clases de minerales, la materia orgánica representa una acumulación de restos de vegetales y animales parcialmente descompuestos, llegando finalmente al humus.

Los cultivos obtienen el agua retenida en los poros del suelo que junto con las sales presentes en ella dan lugar a la solución del suelo que es la zona donde las plantas obtienen los nutrientes esenciales para su desarrollo. El aire del suelo también se encuentra presente en los poros del suelo, pero con una composición mayor de dióxido de carbono que el oxígeno, que es muy diferente al aire presente en la atmósfera que rodea al suelo, de mucha importancia para suministrar oxígeno y dióxido de carbono a las raíces de los cultivos para la respiración, así como para el desarrollo de otros organismos presentes en el suelo.

La disponibilidad de los nutrientes para el cultivo a través del suelo depende de cuatro factores:

- La cantidad del macro y micronutrientes presentes en el suelo.
- Bajo que formas y combinaciones se encuentra.
- El proceso mediante el cual todos los nutrientes se ponen a disponibilidad de los cultivos y puedan ser utilizables.
- La solución del suelo y el valor de su pH.

#### **1.4.1 Funciones de los elementos esenciales en los cultivos.**

- **Nitrógeno**

Es uno de los macronutrientes más importantes en los cultivos y consumido en grandes cantidades, en la cual forma parte de diversos compuestos orgánicos muy necesarios para el desarrollo de la mayoría de los cultivos como son los aminoácidos, proteínas, coenzimas, clorofila y los ácidos nucleicos.

- **Fósforo**

También es un macronutriente de mucha importancia de los cultivos, especialmente de la zona radicular de los cultivos, especialmente de la zona radicular, formando muchos compuestos orgánicos, siendo los más importantes la glucosa, ATP, fosfolípidos, ciertas coenzimas y ácidos nucleicos.

- **Potasio.**

Es uno de los macronutrientes que los cultivos absorben en gran cantidad y funciona como activador de muchas enzimas, así como en las síntesis de las proteínas que requieren gran cantidad del elemento potasio, no formando parte

estable de la estructura de ninguna de los compuestos o moléculas presentes en la célula de las plantas.

- **Azufre**

Es un macronutriente, se encuentra formando parte de diversos compuestos orgánicos que influyen a las proteínas y los aminoácidos, así como de las vitaminas tiamina y biotina, la presencia de la coenzima A.

- **Magnesio**

De mucha importancia para el funcionamiento fisiológico de los cultivos, pues es parte fundamental de la clorofila y el funcionamiento de muchas enzimas, así como en los diferentes pasos de la actuación del ATP, así como de muchas importancias para mantener la estructura de los ribosomas.

- **Calcio**

También es un micronutriente de mucha importancia en diversos compuestos de los cultivos, en las cuales en la mayoría de los casos se encuentra como precipitados de sales de oxalato de calcio en las vacuolas de las células, así como parte importante de las paredes celulares en forma de pectato de calcio uniendo las paredes primarias de las células adyacentes, así mismo de mucha importancia para una buena formación de la membrana y forma parte de la enzima  $\alpha$  – amilasa, pero en algunas oportunidades puede inferir la función del magnesio en la activación de las enzimas.

- **Hierro**

Este elemento es considerado como micronutriente, pero de mucha importancia en el cultivo para la síntesis de la clorofila, así como es parte fundamental del citocromo, la cual la función principal es la de portar los electrones en la fotosíntesis y en la respiración, así como del nitrato reductasa, así como activa muchas otras enzimas.

- **Cloro**

Muy importante para la realización del proceso de la fotosíntesis en la cual la función es la de activar las enzimas para la producción del oxígeno a partir del agua, así como de otras funciones ya que se presenta claramente la deficiencia en las raíces.

- **Manganeso**

Da mucha importancia en la activación en las enzimas para la síntesis de los ácidos grasos, así como de mucha importancia en la composición de las enzimas responsables del ADN y RN, así como en la activación de la enzima deshidrogenasa en el ciclo de Krebs, así como su participación directa en la producción fotosintética de oxígeno a partir del agua, así como participar en la formación de la clorofila.

- **Boro**

La función de este micronutriente en la planta es un proceso desconocido, pero si participa en el transporte en el floema de las proteínas.

- **Zinc**

Este micronutriente es de mucha importancia para la mayoría de los cultivos, forma parte importante de la hormona del ácido indolacético, así como de diversos compuestos como la carboxipeptidasa, el ácido glutámico deshidrogenasa y el ácido láctico deshidrogenasa y de muchos otros compuestos para el normal funcionamiento de los cultivos.

- **Cobre**

Su función importante en los cultivos es la de actuar como un portador de electrones y parte importante de algunas enzimas, como la plastocianina de mucha importancia en la fotosíntesis, así como de la oxidasa polifenol.

- **Molibdeno**

Su principal función es la de pactar los electrones en la formación del nitrato de amonio y también de mucha importancia en la fijación del nitrógeno.

## **1.5 FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.5.1 Problema general.**

¿Se puede disminuir el nivel de contaminación por el cadmio de los suelos agrícolas cultivados con espárrago mediante técnicas agrícolas de remediación en la zona de Santa Dominguita – Ica?

### **1.5.2 Problema específico.**

¿Se puede disminuir el nivel de contaminación por el cadmio de los suelos agrícolas cultivados con espárrago a lo largo de una campaña agrícola mediante técnicas agrícolas de remediación en la zona de Santa Dominguita – Ica?

## **1.6 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1 Justificación.**

El espárrago es una de las hortalizas que se instaló hace muchos años en las tres zonas que componen el valle de Ica y durante muchos años han sido de mucha importancia tanto, pequeños como para los grandes agricultores que permitió a los demás cultivos llegar a diferentes mercados del mundo gracias al espárrago que dio inicio a las exportaciones de muchos productos.

Pero durante muchos años, este cultivo que es uno de los más importante del valle de Ica, no ha recibido el apoyo de diversas instituciones encargadas del agro que les permita obtener buenos productos en rendimiento y calidad.

De las varias áreas que competen el manejo agronómico del cultivo de esparrago, en el área de la contaminación por el elemento pesado cadmio del suelo y del cultivo de espárrago se ha convertido en el factor limitante de la producción, pues cada vez los países a donde llegan los productos (turiones) han endurecido las condiciones para que los productos del espárrago que ingresan a sus mercados tengan mínimo contenido de cadmio en sus productos (turiones).

### **1.6.2 Importancia.**

Realizar investigación que apoyen a los agricultores que se dedican a la producción del espárrago que les permitan aplicar técnicas agrícolas, no muy difíciles para tratar de disminuir la concentración del elemento pesado cadmio en suelos cultivados con esparrago y dar alternativas de solución a este gran problema que está afectando a los agricultores y que se puede extender a diferentes zonas produciendo la contaminación de los úselos y los diferentes cultivos.

Mediante el presente trabajo de tesis vamos a poner a disposición de los agricultores, técnicas agrícola s de remediación que les permitan reducir el suelo y el cultivo de espárrago para la zona de La Venta – Ica.

## **1.7 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1 Objetivo general.**

Evaluar prácticas agrícolas remediación del suelo cultivado con esparrago contaminando con cadmio para las condiciones de la zona de Santa Dominguita – Ica.

### **1.6.2 Objetivo específico.**

Evaluar practicas agrícola de remediación del suelo cultivado con espárrago, contaminado con cadmio a lo largo de una campaña agrícola, para las condiciones de la zona de Santa Dominguita – Ica.

## **1.8 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.7.1 Hipótesis general.**

Se podrá mejorar el suelo agrícola cultivado con espárrago contaminado, con cadmio mediante prácticas de remediación para las condiciones de la zona de Santa Dominguita – Ica.

### **1.7.2 Hipótesis específica.**

Se podrá mejorar el suelo agrícola cultivado con espárrago contaminado con cadmio mediante prácticas de remediación a lo largo de una campaña agrícola, para las condiciones de la zona de Santa Dominguita – Ica.

## **1.9 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **a) Variable independiente**

- Prácticas agrícolas de remediación
- Lavados profundos
- Aplicación de materia orgánica
- Subsolados

### **b) Variable Dependiente**

Niveles de concentración de cadmio en el suelo agrícola cultivado con esparrago.

## **II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA**

### **2.1 UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL**

El presente trabajo de investigación se realizó en la parcela de propiedad del señor Edgar Manuel Araujo Conde, ubicado en la zona de Santa Dominguita y el cultivo de esparrago tiene una edad aproximada de 14 años.

Las coordenadas son las siguientes:

Departamento: **Ica**

Provincia: **Ica**

Distrito: **Santiago**

Zona: **Santa Dominguita**

Latitud: **-14.2725**

Longitud: **-75.6694**



**Fig. 1:** Ubicación del experimento

## 2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO

### 2.2.1 Población de estudio.

- La población de estudio lo comprende el cultivo de espárrago instalado en la comunidad de Santa Dominguita en la parcela cultivada con espárrago instalado a un espaciamiento de 1.60 m. entre líneas por 0.30 cm. Entre plantas, en las cuales se ha desarrollado en forma normal.
- La comunidad de Santa Dominguita cuenta con un área aproximada de 1,200 hectáreas del cultivo de espárrago.

### 2.2.2 Muestra de estudio.

Lo componen cada una de las plantas del cultivo de espárrago que fueron instaladas en la parcela de estudio de las cuales se obtuvieron las muestras foliares al azar de plantas representativas del área.

## 2.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### 2.3.1 Análisis de suelos.

Se conocieron las características físicas y químicas del suelo agrícola donde se ha desarrollado el cultivo de espárrago, además de la concertación del metal pesado cadmio antes de aplicar las técnicas de remediación y conocer si han sobrepasado los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecido por el Ministerio del

Ambiente del Perú, por lo que se tomaron las muestras de suelo y enviadas al laboratorio Inspectorate Services Perú SAC. para su análisis respectiva.

### **2.3.2 Análisis foliares.**

Se ha conocido la concentración foliar del cadmio en el cultivo de espárrago, antes y después de aplicar las técnicas agrícolas de remediación por lo que se tomaron muestras foliares del tercio medio de las plantas seleccionadas al azar y depositadas en sobres de manila las cuales fueron enviadas al laboratorio Inspectorate Services Perú SAC. para su análisis respectivo.

## **2.4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

- Winchas.
- Lampas.
- Bolsas plásticas.
- Sobres manila.
- Cajas de cartón.
- Tarjetas de identificación.

## **2.5 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS**

- Los resultados del análisis de suelos serán interpretados con las tablas de rangos nutricionales y otras características para conocer la fertilidad física y química de los suelos agrícolas.
- Los resultados de la concentración de cadmio en el suelo agrícola serán comparados con los estándares de calidad ambiental (ECA), establecidos por el Ministerio del Ambiente del Perú.
- Así mismo se conocerán la concentración de cadmio foliar en el follaje del cultivo de espárrago.

### **III. RESULTADO**

#### **3.1 PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

En las presentes tablas se presentan los resultados de las diferentes actividades realizadas:

##### **3.1.1 Análisis físico mecánico del suelo.**

**TABLA 1**

ANÁLISIS FÍSICO MECÁNICO DEL SUELO Y SU INTERPRETACIÓN  
PROFUNDIDAD: 0 – 30 cm.

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Método</b>
------------------	------------------	---------------

Arena (%)	51.64	Bouyoucos
Limo (%)	46.24	Bouyoucos
Arcilla (%)	2.12	Bouyoucos
Textura	Franco limoso	Triangulo textural

**Nota:** Laboratorio INSPECTORATE SERVICES PERÚ SAC.

Fecha: Fecha: 10 – 10 – 2023.

**TABLA 2**

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO Y SU INTERPRETACIÓN  
 PROFUNDIDAD: 0 – 30 cms.

Parámetro	Unidad	Resultado	Interpretación
Fósforo disponible	(ppm)	4.7	Bajo
Potasio disponible	(ppm)	418.0	Alto
Materia orgánica Total	(%)	1.03	Bajo
Carbonato de Calcio Total	(%)	3.88	Normal
Conductividad Eléctrica	(dS/m.)	1.42	Normal
pH		7.35	Ligeramente alcalino

<b>Cationes cambiables</b>			
C.I.C	(meq/100 gr.)	12.77	Alto
Calcio	(meq/100 gr.)	11.64	Normal
Magnesio	(meq/100 gr.)	0.51	Bajo
Sodio	(meq/100 gr.)	0.17	Bajo
Potasio	(meq/100 gr.)	0.65	Normal

**Nota:** Laboratorio INSPECTORATE SERVICES PERÚ SAC.

Fecha: Fecha: 10 – 10 – 2023.

**TABLA 3**

ANÁLISIS FÍSICO MECÁNICO DEL SUELO Y SU INTERPRETACIÓN  
 PROFUNDIDAD 30 – 60 cms.

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Método</b>
Arena (%)	60.16	Bouyoucos
Limo (%)	37.83	Bouyoucos
Arcilla (%)	2.02	Bouyoucos
Textura	Franco limoso	Triangulo textural

**Nota:** INSPECTORATE SERVICES PERÚ SAC.

Fecha: Fecha: 10 – 10 – 2023.

**TABLA 4**

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO Y SU INTERPRETACIÓN  
PROFUNDIDAD: 30 – 60 cms.

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Interpretación</b>
Fósforo disponible	(ppm)	0.9	Bajo
Potasio disponible	(ppm)	412.0	Alto
Materia orgánica Total	(%)	0.90	Bajo
Carbonato de Calcio Total	(%)	4.03	Alto
Conductividad Eléctrica	(dS/m.)	2.48	Ligeramente salino
pH		7.25	Ligeramente alcalino

<b>Cationes cambiables</b>			
C.I.C	(meq/100 gr.)	5.63	Normal
Calcio	(meq/100 gr.)	5.24	Bajo
Magnesio	(meq/100 gr.)	0.13	Bajo
Sodio	(meq/100 gr.)	0.10	Bajo
Potasio	(meq/100 gr.)	0.16	Bajo

**Nota:** Laboratorio INSPECTORATE SERVICES PERÚ SAC.

Fecha: Fecha: 10 – 10 – 2023.

### 3.1.2 Variables meteorológicas

Las variables meteorológicas tienen influencia directa en el desarrollo de los cultivos, por eso la siguiente tabla presentamos los valores promedios que se presentaron:

**TABLA 5**

VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2022, 2023

<b>Mes</b>	<b>Humedad relativa (%)</b>	<b>Temperatura media (°C)</b>	<b>Horas de sol</b>
Enero	60.0	25.5	7.1
Febrero	65.0	25.7	5.1

Marzo	64.0	25.6	6.9
Abril	67.0	23.9	8.0
Mayo	74.0	20.4	7.2
Junio	76.0	18.0	6.3
Julio	77.0	18.1	6.8
Agosto	75.0	18.7	7.3
Setiembre	71.0	19.5	7.6
Octubre	67.0	21.7	9.0
Noviembre	67.0	22.2	8.3
Diciembre	66.0	24.0	7.4

---

**Nota:** Estación Meteorológica “MAP”

San Camilo – Parcona – Ica.

### 3.1.3 Fertilización

La fórmula se utilizó en función de los análisis de suelos y su aplicación se realizó vía sistema de fertirrigación, utilizando la siguiente fórmula:

N = 200

P = 80

K = 80

Ca = 60

Mg = 60

S = 60

Siendo las fuentes de fertilización:

- Urea
- Nitrato de Amonio
- Ácido fosfórico

- Nitrato de Calcio
- Sulfato de Magnesio Cristalizado

Así mismo como practica agrícola de remediación se aplicaron aproximadamente 30.00 toneladas por hectárea de guano de invernada.

### 3.1.4 Riegos

El sistema de riego instalado es de fertirrigación, pero además cuenta con surcos para la aplicación de los sistemas de riego por gravedad, para en épocas de avenida realizar riegos pesados que permitan eliminar el exceso de sales, por ser en estas zonas la mayoría de los suelos salinos.

El sistema de fertirrigación cuenta con 2 líneas laterales instalados a ambos lados de la línea del cultivo de espárrago, con goteros espaciados cada 30.00 cm y con un caudal de 1.3 litros por hora.

En la siguiente tabla se presentan los volúmenes de agua aplicada en forma mensual y por campaña.

**TABLA 6**

VOLUMEN DE RIEGO APLICADO AL CULTIVO DE ESPÁRRAGO EN LA CAMPAÑA AGRÍCOLA

Mes	Volumen por día (m <sup>3</sup> /Ha/mes)	Sistema de riego
Octubre	1,003.00	Fertirrigacion
Noviembre	1,003.00	Fertirrigacion
Diciembre	1,003.00	Fertirrigacion
Enero	5,400.00	Superficial

Febrero	5,400.00	Superficial
Marzo	5,400.00	Superficial
<b>Volumen de riego aplicado por campaña/ha</b>	<b>19,209.00</b>	

### 3.1.5 Características físico-mecánicas del suelo que permiten la retención del cadmio

Las características físico-mecánicas y químicas del suelo que permiten la retención del cadmio por el suelo son:

- El contenido de materia orgánica.
- El contenido de arcilla.
- La capacidad de intercambio catiónico.

Estas propiedades permiten que el cadmio que tiene un comportamiento similar a los cationes presentes en el suelo se adhiere a la superficie del complejo arcillo húmico, siendo retenido u puede pasar a la solución suelo, lo cual es absorbido por las raíces de las plantas produciendo la contaminación d ellos cultivos, en este caso del cultivo de esparrago.

A continuación, se presenta la concentración del cadmio en el suelo, antes y después de realizadas las prácticas agrícolas de remediación.

**TABLA 7**

CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN EL SUELO AGRÍCOLA ANTES DE LAS PRÁCTICAS DE REMEDIACIÓN PROFUNDIDAD DE SUELO 0 – 30 cm.

Parámetro	Unidad	Resultado	ECA - Perú	Interpretación
Cadmio	ppm	2.79	1.40	Sobrepasa *ECA - Perú

**Nota:** Laboratorio INSPECTORATE SERVICES PERÚ SAC.

Fecha: Fecha: 10 – 10 – 2023.

\* ECA = Estándares de Calidad Ambiental

**TABLA 8**

CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN EL SUELO AGRÍCOLA DESPUES DE LAS PRÁCTICAS DE  
REMEDIACIÓN PROFUNDIDAD DE SUELO 0 – 30 cm.

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>ECA - Perú</b>	<b>Interpretación</b>
Cadmio	ppm	2.73	1.40	Sobrepasa *ECA - Perú

**Nota:** Laboratorio INSPECTORATE SERVICES PERÚ SAC.

Fecha: Fecha: 18 – 04 – 2024.

\* ECA = Estándares de Calidad Ambiental

**TABLA 9**

CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN EL SUELO AGRÍCOLA ANTES DE LAS PRÁCTICAS DE  
REMEDIACIÓN PROFUNDIDAD DE SUELO 30 – 60 cm.

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>ECA - Perú</b>	<b>Interpretación</b>
Cadmio	ppm	2.39	1.40	Sobrepasa *ECA - Perú

**Nota:** Laboratorio INSPECTORATE SERVICES PERÚ SAC.

Fecha: Fecha: 10 – 10 – 2023.

\* ECA = Estándares de Calidad Ambiental

**TABLA 10**

CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN EL SUELO AGRÍCOLA DESPUÉS DE LAS PRÁCTICAS  
AGRICOLAS DE REMEDIACIÓN PROFUNDIDAD DE SUELO 30 – 60 cm.

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>ECA - Perú</b>	<b>Interpretación</b>
Cadmio	ppm	2.32	1.40	Sobrepasa *ECA - Perú

**Nota:** Laboratorio INSPECTORATE SERVICES PERÚ SAC.

Fecha: Fecha: 18 – 04 – 2024.

\* ECA = Estándares de Calidad Ambiental

**TABLA 11**

CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN EL FOLLAJE DEL CULTIVO DE ESPÁRRAGO, ANTES DE LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS DE REMEDIACIÓN

Parámetro	Unidad	Resultado
Cadmio	ppm	0.137

**Nota:** Laboratorio INSPECTORATE SERVICES PERÚ SAC.

Fecha: Fecha: 11 – 10 – 2023.

**TABLA 12**

CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN EL FOLLAJE DEL CULTIVO DE ESPÁRRAGO, DESPUÉS DE LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS DE REMEDIACIÓN

Parámetro	Unidad	Resultado
Cadmio	ppm	0.213

**Nota:** Laboratorio INSPECTORATE SERVICES PERÚ SAC.

Fecha: Fecha: 18 – 04 – 2024.

**TABLA 13**

CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN LOS TURIONES DEL CULTIVO DE ESPÁRRAGO DESPUÉS DE LAS PRÁCTICAS DE REMEDIACIÓN

Parámetro	Unidad	Resultado	Límite Máximo Permisible	Interpretación
Cadmio	ppm	0.052	0.03	Sobrepasa *L.M.P

**Nota:** Laboratorio INSPECTORATE SERVICES PERÚ SAC.

Fecha: Fecha: 15 – 02 – 2024.

- L.M.P = Límite Máximo Permisible.

## **IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1 ANÁLISIS DE SUELO**

#### **4.1.1. Análisis físico mecánico y químico del suelo**

##### **a) Análisis físico mecánico del suelo a una profundidad de 0 – 30 cm.**

Mediante estos análisis podemos conocer las características físicas mecánicas del suelo que van a determinar la fertilidad física del suelo, que permitirá conocer cómo se va a desarrollar el cultivo de espárrago que en esta oportunidad tenemos una estructura franco limosa, que si bien es cierto permite una buena retención de humedad y una buena aireación, el sistema de

drenaje tiene que ser mejorado porque debido al limo presente se pueden formar capas duras, que no permitan un buen drenaje del agua aplicada en exceso al cultivo, así como de una buena aireación y un buen desarrollo del sistema radicular.

**b) Análisis químico del suelo a una profundidad 0 – 30 cm.**

Mediante el análisis químico conocemos las características químicas del suelo, responsables de la fertilidad química, que juntamente con la fertilidad física son los responsables de la producción y calidad de sus productos, en este caso del cultivo de espárrago.

- Mediante el análisis químico se, ha podido conocer que el contenido de materia orgánica es bajo, por lo que el contenido del nitrógeno total también es bajo, debido mejorar esta característica química que es responsable directa de la capacidad de intercambio catiónico junto con la arcilla presente en el suelo y por lo tanto de su fertilidad química.
- El contenido de fósforo disponible es bajo, debido incrementar su concentración en el suelo mediante la aplicación, conjuntamente con el potasio, porque si bien es cierto mediante el análisis químico del suelo se ha determinado una concentración alta, es necesario su aplicación para esperar una mejor respuesta del cultivo y para no permitir su agotamiento del suelo.
- El contenido de carbonato de calcio es normal, pero casi llegando al 4% de concentración, por lo que estaría produciendo la formación de capas duras en el suelo, al permitir la unión entre las partículas del suelo, debiendo realizarse subsolados para mejorar la aireación del suelo y mejorar el drenaje del agua aplicada en exceso en el cultivo mediante el riego.
- La conductividad eléctrica es normal que se ha debido a la gran cantidad de agua aplicada mediante riego por gravedad, que ha permitido un buen lavado de las sales presentes en el suelo realizados antes del presente trabajo de investigación por lo que las sales no estarían produciendo un efecto negativo en el desarrollo y rendimiento del cultivo de espárrago.
- El pH presente en el suelo de acuerdo con el análisis químico es ligeramente alcalino, sin ningún efecto negativo en la asimilación de

nutrientes por el cultivo de espárrago, ya que estos se aplican vía sistema de fertirrigación en la cual el pH se baja, permitiendo una buena disponibilidad de nutrientes para el cultivo de espárrago.

- La capacidad de intercambio catiónico es alta, permitiendo una buena retención de los nutrientes aplicados y que estos no se pierdan por lavados muy fácilmente cuando se aplica el agua de riego, siendo responsable directamente junto con el humus del complejo arcillo, húmico que permite el intercambio, catiónico en el suelo, en este caso esta predominando el catión calcio, que permite una buena estructura del suelo al permitir una buena unión entre las partículas.

**c) Análisis químico del suelo a una profundidad 30 – 60 cm.**

Mediante los resultados del análisis químico responsable de la fertilidad química, podemos manifestar lo siguiente:

- En cuanto al contenido de materia orgánica presente en el suelo es bajo, ligeramente menor que en la primera capa, por lo que se ha incrementado su contenido para mejorar esta propiedad química, conociendo la importancia para mejorar la fertilidad química, que junto con la fertilidad física permiten a los cultivos los rendimientos y calidad de sus productos, en este caso del cultivo de espárrago.
- El contenido de fósforo disponible es bajo, debido incrementar la concentración de este nutriente principal por la importancia que tiene para el desarrollo y rendimiento del cultivo de espárrago en cambio el nutriente potasio se encuentra en una concentración alta, pero se deben realizar aplicaciones por la buena respuesta que presenta el cultivo y no permitir su disminución en el suelo.
- El contenido de carbonato de calcio es alto lo que estaría produciendo la formación de capas duras en el suelo, por lo que se necesita aplicar subsolados para permitir una buena aireación y mejorar el drenaje del suelo, permitiendo la eliminación del exceso de agua mediante lavados.
- La conductividad eléctrica es ligeramente salina que se debe a los fuertes lavados que se han aplicado al suelo, mediante riego por gravedad y permitiendo la eliminación del exceso de sales en el suelo y

disminuyendo su afecto negativo al desarrollo y rendimiento del cultivo de espárrago.

- El pH es ligeramente alcalino, muy similar a la primera capa, pero sin ningún efecto negativo para la asimilación de nutrientes por el cultivo de espárrago, ya que estos se aplicarán vía sistema de fertirrigación.
- La capacidad de intercambio Catiónico es normal, con predominancia del catión calcio, lo que permite un buen intercambio de cationes y que estos no se pierdan finalmente del suelo debido a la aplicación del agua de riego, permitiendo una buena disponibilidad para el cultivo de espárrago.

#### **4.2 CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN EL SUELO, ANTES Y DESPUÉS DE REALIZADAS LAS PRACTICAS AGRÍCOLAS DE REMEDIACIÓN.**

- Como puede observarse de los resultados obtenidos la concentración de cadmio en el suelo antes y después de las prácticas de remediación, en la profundidad de 0 – 30 cm, ha debido una ligera baja en la concentración, demostrando la efectividad de las prácticas agrícolas de remediación, pero el suelo todavía sigue contaminando pues después de las prácticas agrícolas de remediación, pero el suelo todavía sigue contaminando pues después de las prácticas agrícolas de remediación, la concentración de cadmio en el suelo, supera el estándar de calidad ambiental (ECA) establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú.
- Lo mismo sucede con la concentración del cadmio en el suelo, antes y después de racializadas las prácticas agrícolas de remediación en capa de 30 - 60 cm las prácticas agrícolas de remediación, pues ha habido un descenso en la concentración de cadmio, aunque la concentración en el suelo, supera el Estándar de Calidad Ambiental (ECA), establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú, teniendo un comportamiento muy similar a las primera capa, por lo que se tienen que seguir aplicando estas prácticas agrícolas de remediación del suelo debido a la concentración por el cadmio y permitir un discurso que no pueda afectar en forma negativa al cultivo de espárrago y por ende a los seres humanos.

#### **4.3 CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN EL FOLLAJE DEL CULTIVO DE ESPÁRRAGO ANTES Y DESPUES DE LAS PRACTICAS AGRICOLAS DE REMEDIACIÓN**

De los resultados obtenidos de los análisis de la concentración de cadmio en el follaje del cultivo se pueden observar que la concentración es alta muy superior a la de los turiones, lo que demuestra que el follaje funciona como una zona de almacenamiento, pasando posteriormente a la corona y de ahí pasa a los turiones produciendo su contaminación cuando se produce la cosecha del producto del espárrago.

#### **4.4 CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN LOS TURIONES DE ESPÁRRAGO DESPUES DE REALIZADAS LAS PRACTICAS AGRICOLAS DE REMEDIACION.**

De los resultados obtenidos de los análisis foliares realizados al turión del cultivo de espárrago para determinar la concentración de cadmio, se puede observar que ja sobrepasado el Límite Máximo Permisible, establecido por la Unión Europea, demostrando que el turión todavía presenta niveles de contaminación por este elemento pesado, siendo necesario seguir realizando estas prácticas para permitir bajar estos niveles y no permitir su contaminación.

## **V. CONCLUSIONES**

En función de los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente:

- V.1** Continuar con las aplicaciones de prácticas agrícolas de remediación del suelo contaminado con espárrago, debido a la efectividad demostrada y aprovechado que

últimamente se están presentando abundante cantidad de agua de avenida en el río Ica, lo que permitirá aplicación de fuertes láminas de lavado que permitirán al lavado del elemento cadmio de la zona de raíces del cultivo de espárrago.

- V.2** Aplicar estas prácticas de remediación en otros tipos de suelos de la zona de valle de Ica, en la cual se encuentren contaminados por el elemento pesado cadmio.
- V.3** Controlar la aplicación de los fertilizantes al suelo, con fertilizantes libres del elemento contaminante cadmio, pues está demostrado que los fertilizantes fosfatados son los que contienen el cadmio y han producido la contaminación de estos suelos.
- V.4** Promover esta investigación entre los agricultores que se dedican a la producción de los diversos cultivos que se producen en suelos contaminados por el elemento cadmio.

## **VI. RECOMENDACIONES**

En el presente trabajo, se puede afirmar que se cumplieron con los objetivos planteados en el proyecto de investigación llegando a las siguientes conclusiones:

- VI.1** Las prácticas agrícolas de remediación aplicadas han sido efectivas en cuanto a la remediación del suelo agrícola contaminando con cadmio, pues a lo largo de la campaña agrícola ha permitido el descenso en la concentración en el suelo, tanto a la profundidad de 0 – 30 cm.
- VI.2** Se ha demostrado que las características físico-mecánicas como químicas del suelo, tanto como contenido de arcilla, contenido de materia orgánica y la Capacidad de Intercambio Catiónico del Suelo funcionan agentes retenedoras del elemento cadmio en la superficie del complejo arcillo húmico y permitiendo la concentración del suelo.
- VI.3** El follaje del cultivo de espárrago funciona como zona de almacén del elemento contaminante cadmio, pasando luego a la corona del cultivo y posteriormente pasa a los turiones al momento de la cosecha.
- VI.4** Los turiones del cultivo de espárrago permanecen contaminados por el cadmio, ya que la concentración, sobrepasa el Límite Máximo Permitido por la Comunidad Europea.

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] P, Duran. Transferencia de metales de suelo planta en áreas mineras: Ejemplo de los andes peruanos y de la cordillera prelitoral catalana, Universidad de Barcelona. 2010.

- [2] F, Hernández. Determinación de cadmio en suelos agrícolas dedicados a la producción de alfalfa (*Medicago sativa*) irrigado con aguas residuales. México. 2014.
- [3] E. Tantaleane y M. Huauya. “Distribuida del contenido de Cadmio en los diferentes órganos del cacao CCN – 51 en el suelo aluvial y residual en las localidades de Jancintillo y Ramal de Aspuzana – San Martín y Huánuco”. Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”- Escuela de Pos Grado – Tesis de grado – Doctor en Gestión Ambiental. 2017.
- [4] K. Mantari y J. Solís. “Determinación del contenido del Cadmio en el Cultivo de Pecano (*Carya illinoensis* Koch) Variedad Mahan y en el suelo Agrícola de la Zona Baja del Valle de Ica”, Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” Facultad de Agronomía – Tesis Pre-Grado. 2021.
- [5] Grados C. y Tello P. “Determinación de Metales pesados en suelos, aguas y plantas de tangelos, mandarinas y paltos en el fundo Pongo en la zona media del valle de Ica” Facultad de Agronomía – UNICA – Ica - Perú. 2017.
- [6] E, Sotomayor. “Evaluarla concentración de metales pesados e el cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis* L) variedad Ida Lea en la zona de La Venta – Ica. Tesis de pregrado – Facultad de Agronomía – UNICA “San Luis Gonzaga”. 2022
- [7] E, Vargas. Determinación del contenido del elemento cadmio en el cultivo de granado (*Púnica granatu*, L) en la zona baja del valle de Ica. Tesis de Pre-Grado – Facultad de Agonomía – Universidad Nacional “San Luis Gonzaga. Ica – Perú. 2021.
- [8] R, Kú. Determinación del contenido de cadmio en el cultivo de espárrago (*Asparagus Kofficinalis* L) en la zona baja del valle de Ica. Tesis de pregrado Facultad de Agronomía, Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”. Ica – Perú 2022.
- [9] Delgado De la Flor. Cultivos hortícolas, datos básicos. Edit. Agraria UNALM. Programa de Investigación en Hortalizas. 1993.
- [10] J, Llanos. “Caracterización de 21 híbridos, súper machos de espárrago (*Asparagus officinalis*) para producción en verde bajo las condiciones de Huarmey”. Universidad Nacional Agraria. 2017.
- [11] G, Sánchez. “Eco toxicología del Cadmio, Riesgos para la Salud de la población de suelos ricos en Cadmio – Trabajo de grado, Universidad complutense – Facultad de Farmacia – España. 2016.
- [12] E, Huertos. Contaminación de Suelos por Metales Pesados. Revista sociedad Española de Mineralogía. 2008.

- [13] Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente. Holanda. Principales fuentes antropogénicas de contaminación por metales pesados en suelos europeos. 1992.
- [14] F.A.O. “La agricultura urbana y periurbana, Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación. Comité de Agricultura Román. 2019.

## **VIII. ANEXO**

**Fig. 2**

**Análisis de suelo**



**INSPECTORATE**

## INFORME DE ENSAYO N° AG-283267

Pag. 1 / 1

Laboratorio : INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C  
Cliente : MIGUEL PEDRO HUALLCCA ROJAS  
Dirección : CP. SAN JOSÉ DE TOMATE - OCAÑA - LUCANAS - AYACUCHO  
Producto : -M1: FOLIAR  
Número de Muestras : 1 muestras x 300 g  
Presentación : Bolsa de polietileno  
Procedencia de la muestra : Muestra proporcionada por el Cliente  
Información proporcionada por el cliente (b) : M1  
-Cuartel/Lote (Cod.Parcela/Sector) : Cultivo: Espárrago  
-Localidad : Zona: La Venta - ICA  
-Fecha Muestreo : 10/10/2023  
Fecha de recepción de las muestras : 11/10/2023  
Fecha de inicio de análisis : 11/10/2023  
Fecha de término de análisis : 13/10/2023  
Orden de Trabajo (OT) : 23572-23

-M1

Metales por ICP (B, Na, Mg, Al, P, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Mo, Cd, Sn, Sb, Ba, Hg, Pb)

Parámetro	Resultado	L.C.	L.D.	Unidad
Cadmio (Cd)	0,137	0,006	0,002	mg/Kg

Método

Metales por ICP (B, Na, Mg, Al, P, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Mo, Cd, Sn, Sb, Ba, Hg, Pb) ISP 022 (VALIDADO) (En base al método AOAC 2015.01 2016). 2023 Determinación de trazas de metales.

L.C.: Limite de cuantificación

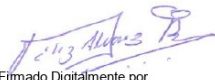
L.D.: Limite de detección

(b) Esta información es proporcionada por el cliente por lo que el laboratorio no se hace responsable de la misma.

Callao, 13 de Octubre de 2023

Inspectorate Services Perú S.A.C  
A Bureau Veritas Group Company

**INSPECTORATE**

  
Firmado Digitalmente por  
IRÁIDA ROSA VELIZ ALVAREZ  
Fecha: 13/10/2023 05:01:23 PM  
C.I.P.: 163228  
Supervisor de Laboratorio

Los resultados presentados aplican a la muestra cómo se recibió.  
Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.  
El laboratorio no se hace responsable cuando la información proporcionada (b) pueda afectar la validez de los resultados.  
Este resultado de análisis no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización expresa de Inspectorate Services Perú S.A.C.  
No existe ninguna responsabilidad por parte de Inspectorate Services Perú S.A.C. en relación a la información proporcionada respecto a los límites máximos permitidos.  
< "valor" significa no cuantificable debajo del límite de cuantificación indicado.

Av. Elmer Faucett N° 444. distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao - Perú Central: (511) 613 - 8080  
[www.bureauveritas.com](http://www.bureauveritas.com)





**INSPECTORATE**

## INFORME DE ENSAYO N° AG-284581

Pag. 1 / 1

Laboratorio : INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C  
Cliente : MIGUEL PEDRO HUALLCCA ROJAS  
Dirección : CP. SAN JOSÉ DE TOMATE - OCAÑA - LUCANAS - AYACUCHO  
Producto : -M1: SUELOS  
Número de Muestras : 1 muestras x 1 Kg  
Presentación : Bolsa de polietileno  
Procedencia de la muestra : Muestra proporcionada por el Cliente  
Información proporcionada por el cliente (b) : M1  
-Cuartel/Lote (Cod.Parcela/Sector) : CULTIVO: ESPÁRRAGO  
-Localidad : ZONA: LA VENTA - ICA  
-Fecha Muestreo : 10/10/2023  
-Datos : PROFUNDIDAD: 0 - 30 CM  
Fecha de recepción de las muestras : 11/10/2023  
Fecha de inicio de análisis : 18/10/2023  
Fecha de término de análisis : 18/10/2023  
Orden de Trabajo (OT) : 23573-23

-M1

Parámetro	Resultado	L.C.	Unidad
Nitrógeno orgánico Kjeldahl total	496,14	-	mg/Kg

Método

Nitrógeno orgánico Kjeldahl total EPA 351.3 Procedure 8.2; 8.4.1 EPA 351.3 Nitrogen, Kjeldahl, Total (Colorimetric; Titrimetric; Potentiometric) Procedure 8.2; 8.4.1

L.C.: Limite de cuantificación

(b) Esta información es proporcionada por el cliente por lo que el laboratorio no se hace responsable de la misma.

Callao, 18 de Octubre de 2023

Inspectorate Services Perú S.A.C  
A Bureau Veritas Group Company

Firmado Digitalmente por  
IRAIDA ROSA VELIZ ALVAREZ  
Fecha: 18/10/2023 05:56:23 PM  
C.I.P.: 163228  
Supervisor de Laboratorio

**INSPECTORATE**

Los resultados presentados aplican a la muestra cómo se recibió.  
Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.  
El laboratorio no se hace responsable cuando la información proporcionada(b) pueda afectar la validez de los resultados.  
Este resultado de análisis no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización expresa de Inspectorate Services Perú S.A.C.  
No existe ninguna responsabilidad por parte de Inspectorate Services Perú S.A.C. en relación a la información proporcionada respecto a los límites máximos permitidos.  
< "valor" significa no cuantificable debajo del límite de cuantificación indicado.

Av. Elmer Faucett N° 444. distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao - Perú Central: (511) 613 - 8080  
[www.bureauveritas.com](http://www.bureauveritas.com)





INSPECTORATE

## INFORME DE ENSAYO N° AG-284578

Pag. 1 / 1

Laboratorio : INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C  
Cliente : MIGUEL PEDRO HUALLCCA ROJAS  
Dirección : CP. SAN JOSÉ DE TOMATE - OCAÑA - LUCANAS - AYACUCHO  
Producto : -M1: SUELOS  
Número de Muestras : 1 muestras x 1 Kg  
Presentación : Sobre manila  
Procedencia de la muestra : Muestra proporcionada por el Cliente  
Información proporcionada por el cliente (b) : M1  
-Cuartel/Lote (Cod.Parcela/Sector) : Cultivo: Espárrago  
-Localidad : La Venta - ICA  
-Fecha Muestreo : 10/10/2023  
-Datos : Profundidad: 30 - 60 cm  
Fecha de recepción de las muestras : 11/10/2023  
Fecha de inicio de análisis : 18/10/2023  
Fecha de término de análisis : 18/10/2023  
Orden de Trabajo (OT) : 23571-23

-M1

Parámetro	Resultado	L.C.	Unidad
Nitrógeno orgánico Kjeldahl total	512,64		mg/Kg

Método

Nitrógeno orgánico Kjeldahl total EPA 351.3 Procedure 8.2; 8.4.1 EPA 351.3 Nitrogen, Kjeldahl, Total (Colorimetric; Titrimetric; Potentiometric) Procedure 8.2; 8.4.1

L.C.: Limite de cuantificación

(b) Esta información es proporcionada por el cliente por lo que el laboratorio no se hace responsable de la misma.

Callao, 18 de Octubre de 2023

Inspectorate Services Perú S.A.C  
A Bureau Veritas Group Company

Firmado Digitalmente por  
IRAIDA ROSA VELIZ ALVAREZ  
Fecha: 18/10/2023 05:56:37 PM  
C.I.P. 163228  
Supervisor de Laboratorio

INSPECTORATE

Los resultados presentados aplican a la muestra cómo se recibió.  
Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.  
El laboratorio no se hace responsable cuando la información proporcionada(b) pueda afectar la validez de los resultados.  
Este resultado de análisis no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización expresa de Inspectorate Services Perú S.A.C.  
No existe ninguna responsabilidad por parte de Inspectorate Services Perú S.A.C. en relación a la información proporcionada respecto a los límites máximos permitidos.  
< "valor" significa no cuantificable debajo del límite de cuantificación indicado.

Av. Elmer Faucett N° 444. distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao - Perú Central: (511) 613 - 8080  
www.bureauveritas.com





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 031



**INSPECTORATE**

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° AG-318377

Pag. 1 / 1

Organismo acreditado : INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C  
 Registro de Acreditación : N° LE - 031  
 Cliente : MIGUEL PEDRO HUALLCCA ROJAS  
 Dirección : CP. SAN JOSÉ DE TOMATE - OCAÑA - LUCANAS - AYACUCHO  
 Producto : -M1: TURIONES DE ESPARRAGO  
 Número de Muestras : 1 muestras x 400 g  
 Presentación : Bolsa de polietileno  
 Procedencia de la muestra : Muestra proporcionada por el Cliente  
 Información proporcionada por el cliente (b) : M1  
 -Localidad : Ica  
 Fecha de recepción de las muestras : 15/02/2024  
 Fecha de inicio de análisis : 15/02/2024  
 Fecha de término de análisis : 17/02/2024  
 Orden de Trabajo (OT) : 4954-24

-M1

Metales por ICP (B, Na, Mg, Al, P, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Mo, Cd, Sn, Sb, Ba, Hg, Pb)

Parámetro	Resultado	L.C.	L.D.	Unidad
Cadmio (Cd)	0,052	0,006	0,002	mg/Kg

Método

Metales por ICP (B, Na, Mg, Al, P, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Mo, Cd, Sn, Sb, Ba, Hg, Pb) ISP 022 (VALIDADO) En base al método AOAC 2015.01 2016). 2023 Determinación de trazas de metales por ICP-MS.

L.C.: Limite de cuantificación

L.D.: Limite de detección

(b) Esta información es proporcionada por el cliente por lo que el laboratorio no se hace responsable de la misma.

Callao, 17 de Febrero de 2024

Inspectorate Services Perú S.A.C

A Bureau Veritas Group Company

**INSPECTORATE**

Firmado Digitalmente por  
 JUANITA XIOMAIRA PEVEZ HERNANDEZ

Fecha: 17/02/2024 10:38:26 AM

C.I.P.: 309931

ANALISTA SENIOR

Los resultados presentados aplican a la muestra cómo se recibió.  
 Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.  
 El laboratorio no se hace responsable cuando la información proporcionada (b) pueda afectar la validez de los resultados.  
 Este resultado de análisis no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización expresa de Inspectorate Services Perú S.A.C.  
 No existe ninguna responsabilidad por parte de Inspectorate Services Perú S.A.C. en relación a la información proporcionada respecto a los límites máximos permitidos.  
 < "valor" significa no cuantificable debajo del límite de cuantificación indicado.



Av. Elmer Faucett N° 444. distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao - Perú Central: (511) 613 - 8080  
 www.bureauveritas.com



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 031



**INSPECTORATE**

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° AG-330950

Pag. 1 / 1

Organismo acreditado : INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C  
 Registro de Acreditación : N° LE - 031  
 Cliente : MIGUEL PEDRO HUALLCCA ROJAS  
 Dirección : CP. SAN JOSÉ DE TOMATE - OCAÑA - LUCANAS - AYACUCHO  
 Producto : -M3: HOJAS DE ESPARRAGOS  
 Número de Muestras : 1 muestras x 500 g  
 Presentación : Bolsa de polietileno  
 Procedencia de la muestra : Muestra proporcionada por el Cliente  
 Información proporcionada por el cliente (b) : M3  
 -Nombre Productor : Miguel Pedro Hualcca Rojas  
 -Predio (Parcela/Sector) : la venta\_santiago  
 -Especie/variedad : uc.157  
 -Localidad : la venta  
 -Fecha Muestreo : 13/04/2024  
 -Datos : Muestra: 3  
 Fecha de recepción de las muestras : 18/04/2024  
 Fecha de inicio de análisis : 18/04/2024  
 Fecha de término de análisis : 19/04/2024  
 Orden de Trabajo (OT) : 9261-24

-M3

Metales ( As, Cd, Hg, Pb)

Parámetro	Resultado	L.C.	L.D.	Unidad
Cadmio (Cd)	0,213	0,006	0,002	mg/Kg

Método

Metales ( As, Cd, Hg, Pb)

ISP 022 (VALIDADO) (En base al método AOAC 2015.01 2016) 2023 Determinación de trazas de metales por ICP-MS.

L.C.: Limite de cuantificación

L.D.: Limite de detección

(b) Esta información es proporcionada por el cliente por lo que el laboratorio no se hace responsable de la misma.

Callao, 19 de Abril de 2024

Inspectorate Services Perú S.A.C

A Bureau Veritas Group Company

**INSPECTORATE**

Firmado digitalmente por

JUANITA XIOMAIRA PEVEZ HERNANDEZ

Fecha: 19/04/2024 03:53:55 PM

C.I.P.: 309931

ANALISTA SENIOR

Los resultados presentados aplican a la muestra cómo se recibió.  
 Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.  
 El laboratorio no se hace responsable cuando la información proporcionada(b) pueda afectar la validez de los resultados.  
 Este resultado de análisis no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización expresa de Inspectorate Services Perú S.A.C.  
 No existe ninguna responsabilidad por parte de Inspectorate Services Perú S.A.C. en relación a la información proporcionada respecto a los límites máximos permitidos.  
 < "valor" significa no cuantificable debajo del límite de cuantificación indicado.



Av. Elmer Faucett N° 444. distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao - Perú Central: (511) 613 - 8080  
 www.bureauveritas.com



INSPECTORATE

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 031



Registro N° LE - 031

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° AG-331740

Pag. 1 / 2

Organismo acreditado : INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C  
 Registro de Acreditación : N° LE - 031  
 Cliente : MIGUEL PEDRO HUALLCCA ROJAS  
 Dirección : CP. SAN JOSÉ DE TOMATE - OCAÑA - LUCANAS - AYACUCHO  
 Producto : -M2: SUELO  
 Número de Muestras : 1 muestras x 1 Kg  
 Presentación : Bolsa de polietileno  
 Procedencia de la muestra : Muestra proporcionada por el Cliente  
 Información proporcionada por el cliente (b) : M2  
 -Nombre Productor : Miguel Pedro Hualcca Rojas  
 -Predio (Parcela/Sector) : la venta\_santiago  
 -Especie/variedad : Suelo agrícola (profundidad de 30 - 60 cm)  
 -Localidad : la venta  
 -Fecha Muestreo : 13/04/2024  
 -Datos : Muestra: 2; Especie/variedad: uc.157; Hora: 11:00 am

Fecha de recepción de las muestras : 18/04/2024  
 Fecha de inicio de análisis : 18/04/2024  
 Fecha de término de análisis : 23/04/2024  
 Orden de Trabajo (OT) : 9261-24

-M2

Metales en suelo ICP-MS (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Bismuto, Boro, Cadmio, Calcio, Cerio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Estroncio, Hierro, Fosforo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plata, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Talio, Titanio, Thorio, Uranio, Vanadio Y Zinc)

Parámetro	Resultado	L.C.	L.D.	Unidad
Cadmio (Cd)	<0,05	0,05	0,03	mg/Kg

Método

Metales en suelo ICP-MS (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Bismuto, Boro, Cadmio, Calcio, Cerio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Estroncio, Hierro, Fosforo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plata, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Talio, Titanio, Thorio, Uranio, Vanadio Y Zinc) EPA 3050B Rev. 2 - 1996 / EPA 6020B Rev. 2 - July 2014 2014 Acid Digestion of Sediments, Sludges and Soils/ Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

Las muestras que ingresaron al Laboratorio en condiciones idóneas para la realización de los análisis solicitados; se emiten acreditadas según alcance ante INACAL-DA.

"L.C." significa Límite de cuantificación.

"L.D." significa Límite de detección.

Los datos para la identificación de las muestras recibidas y datos del muestreo fueron proporcionadas por el cliente.

El laboratorio no se hace responsable cuando la información y muestra proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.

Callao, 23 de Abril de 2024

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.  
 Se declara que los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo y muestreo (la declaración aplica a muestreo en caso el laboratorio sea responsable de éste).  
 Los resultados se aplican a la muestra como se recibió (aplica en caso el laboratorio no haya sido responsable de la etapa de muestreo).  
 < "valor" significa no cuantificable inferior al límite de cuantificación indicado.  
 > "valor" significa no cuantificable superior al límite máximo de cuantificación indicado, cuando sea aplicable.  
 A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis. Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.





INSPECTORATE

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON  
REGISTRO N° LE - 031



Registro N° LE - 031

## INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° AG-331739

Pag. 1 / 2

Organismo acreditado : INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C  
Registro de Acreditación : N° LE - 031  
Cliente : MIGUEL PEDRO HUALLCCA ROJAS  
Dirección : CP. SAN JOSÉ DE TOMATE - OCAÑA - LUCANAS - AYACUCHO  
Producto : -M1: SUELO  
Número de Muestras : 1 muestras x 1 Kg  
Presentación : Bolsa de polietileno  
Procedencia de la muestra : Muestra proporcionada por el Cliente  
Información proporcionada por el cliente (b) : M1  
-Nombre Productor : Miguel Pedro Hualloca Rojas  
-Predio (Parcela/Sector) : la venta\_santiago  
-Especie/variedad : Suelo agrícola (profundidad de 0 - 30 cm)  
-Localidad : la venta  
-Fecha Muestreo : 13/04/2024  
-Datos : Muestra: 1; Especie/variedad: uc.157; Hora: 10:00 am

Fecha de recepción de las muestras : 18/04/2024  
Fecha de inicio de análisis : 18/04/2024  
Fecha de término de análisis : 23/04/2024  
Orden de Trabajo (OT) : 9261-24

-M1

Metales en suelo ICP-MS (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Bismuto, Boro, Cadmio, Calcio, Cerio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Estroncio, Hierro, Fosforo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plata, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Talio, Titanio, Thorio, Uranio, Vanadio Y Zinc)

Parámetro	Resultado	L.C.	L.D.	Unidad
Cadmio (Cd)	<0,05	0,05	0,03	mg/Kg

### Método

Metales en suelo ICP-MS (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Bismuto, Boro, Cadmio, Calcio, Cerio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Estroncio, Hierro, Fosforo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plata, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Talio, Titanio, Thorio, Uranio, Vanadio Y Zinc) EPA 3050B Rev. 2 - 1996 / EPA 6020B Rev. 2 - July 2014 2014 Acid Digestion of Sediments, Sludges and Soils/ Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

Las muestras que ingresaron al Laboratorio en condiciones idóneas para la realización de los análisis solicitados; se emiten acreditadas según alcance ante INACAL-DA.

"L.C." significa Límite de cuantificación.

"L.D." significa Límite de detección.

Los datos para la identificación de las muestras recibidas y datos del muestreo fueron proporcionadas por el cliente.

El laboratorio no se hace responsable cuando la información y muestra proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.

Callao, 23 de Abril de 2024

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.  
Se declara que los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo y muestreo (la declaración aplica a muestreo en caso el laboratorio sea responsable de este).

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió (aplica en caso el laboratorio no haya sido responsable de la etapa de muestreo).  
< "valor" significa no cuantificable inferior al límite de cuantificación indicado.

> "valor" significa no cuantificable superior al límite máximo de cuantificación indicado, cuando sea aplicable.  
A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis. Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.



Av. Elmer Faucett N° 444 distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao - Perú  
Central : 51 (1) 3195100 Anexo 8055 / www.bureauveritas.com



**ORDEN DE TRABAJO N° 9261-24**  
17 / Abr. / 2024 05:51 p.m.



**Empresa** : MIGUEL PEDRO HUALLCCA ROJAS  
**RUC** : 74939469  
**Dirección** : CP. SAN JOSÉ DE TOMATE - OCAÑA - LUCANAS - AYACUCHO  
**Facturador a** : MIGUEL PEDRO HUALLCCA ROJAS  
**Condición de Pago** : Contado  
**Solicitud de servicio** : 9525-24  
**Tipo de Servicio** : Análisis de muestras proporcionadas  
**Solicitante** : MIGUEL PEDRO HUALLCCA ROJAS  
**Cotización** : 10082-24  
**Titular del Informe** : MIGUEL PEDRO HUALLCCA ROJAS  
**Titular de Factura** : MIGUEL PEDRO HUALLCCA ROJAS  
**Emisión** : Informe por Muestra  
**Idioma** : Spanish  
**Grupo Destinatario** : INFORMES MIGUEL HUALLCCA  
**Referencia** :

**Cotizacion(es):**

N° Cotización	Cotizador	Fechas de emisión	Fecha de aceptación	Vigencia(días)
10082-24	LUIS DANIEL ACEVEDO CAMARGO	15/04/2024	17/04/2024	15 Dias

**Muestras: 9525-24**

**Fecha** : 17/04/2024  
**Hora** : 05:50:49 PM

Muestra	Tipo de Muestra	Prod. declarado	Referencias
M3	ESPARRAGO	Hojas de Esparragos	Peso/Cant : 500 ,Unidad Medida : 3 ,Nombre Productor : Miguel Pedro Hualcca Rojas ,Predio (Parcela/Sector) : la venta_santiago ,Especie/variedad : uc.157 ,Localidad : la venta ,Fecha Muestreo : 2024-04-13 ,Datos : Muestra: 3 ,Composito : NO ,Muestra Orgánica : NO
M1	SUELOS	SUELO	Peso/Cant : 1 ,Unidad Medida : 10 ,Nombre Productor : Miguel Pedro Hualcca Rojas ,Predio (Parcela/Sector) : la venta_santiago ,Especie/variedad : Suelo agrícola (profundidad de 0 - 30 cm) ,Localidad : la venta ,Fecha Muestreo : 2024-04-13 ,Datos : Muestra: 1; Especie/variedad: uc.157; Hora: 10:00 am ,Composito : NO ,Muestra Orgánica : NO
M2	SUELOS	SUELO	Peso/Cant : 1 ,Unidad Medida : 10 ,Nombre Productor : Miguel Pedro Hualcca Rojas ,Predio (Parcela/Sector) : la venta_santiago ,Especie/variedad : Suelo agrícola (profundidad de 30 - 60 cm) ,Localidad : la venta ,Fecha Muestreo : 2024-04-13 ,Datos : Muestra: 2; Especie/variedad: uc.157; Hora: 11:00 am ,Composito : NO ,Muestra Orgánica : NO

**Solicitud de Trabajo: 14695-24**

Muestra(s)	Análisis	Tiempo de Reporte	Cant. Muestra	Nro. Vias
M3-14695-24	METALES POR ICP ( AS, CD, HG, PB)	8 Dias	-	n1
Cadmio (Cd)				

**Solicitud de Trabajo: 14696-24**

Muestra(s)	Análisis	Tiempo de Reporte	Cant. Muestra	Nro. Vias
M1-14696-24	METALES EN SUELO ICP-MS	8 Dias	40 g	n1

	Cadmio (Cd)			
M2-14696-24	METALES EN SUELO ICP-MS	8 Dias	40 g	n1
	Cadmio (Cd)			

**Metodologías:**

Items	Metodología
METALES ( AS, CD, HG, PB) METALES EN SUELO ICP-MS ALUMINIO, ANTIMONIO, ARSENICO, BARIO, BERILIO, BISMUTO, BORO, CADMIO, CALCIO, CERIO, COBALTO, COBRE, CROMO, ESTANO, ESTRONCIO, HIERRO, FOSFORO, LITIO, MAGNESIO, MANGANESO, MERCURIO, MOLIBDENO, NIOBEL, PLATA, PLOMO, POTASIO, SELENIO, SODIO, TALIO, TITANIO, THORIO, URANIO, VANADIO Y ZINC)	ISP 022 (VALIDADO) (En base al método AOAC 2015.01 2016) 2023 Determinación de trazas de metales por ICP-MS.  EPA 3050B Rev. 2 - 1996 / EPA 6020B Rev. 2 - July 2014 2014 Acid Digestion of Sediments, Sludges and Soils// Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

**Código: F-AGRI-003**

**Versión: 01**

**Fecha: 23/11/2022**



INSPECTORATE

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 031



Registro N° LE - 031

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° AG-331740

Pag. 1 / 2

Organismo acreditado : INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C  
 Registro de Acreditación : N° LE - 031  
 Cliente : MIGUEL PEDRO HUALLCCA ROJAS  
 Dirección : CP. SAN JOSÉ DE TOMATE - OCAÑA - LUCANAS - AYACUCHO  
 Producto : -M2: SUELO  
 Número de Muestras : 1 muestras x 1 Kg  
 Presentación : Bolsa de polietileno  
 Procedencia de la muestra : Muestra proporcionada por el Cliente  
 Información proporcionada por el cliente (b) : M2  
 -Nombre Productor : Miguel Pedro Huallcca Rojas  
 -Predio (Parcela/Sector) : la venta\_santiago  
 -Especie/variedad : Suelo agrícola (profundidad de 30 - 60 cm)  
 -Localidad : la venta  
 -Fecha Muestreo : 13/04/2024  
 -Datos : Muestra: 2; Especie/variedad: uc.157; Hora: 11:00 am

Fecha de recepción de las muestras : 18/04/2024  
 Fecha de inicio de análisis : 18/04/2024  
 Fecha de término de análisis : 23/04/2024  
 Orden de Trabajo (OT) : 9261-24

-M2

Metales en suelo ICP-MS (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Bismuto, Boro, Cadmio, Calcio, Cerio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Estroncio, Hierro, Fósforo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plata, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Talio, Titanio, Thorio, Uranio, Vanadio Y Zinc)

Parámetro	Resultado	L.C.	L.D.	Unidad
Cadmio (Cd)	2,32	0,05	0,03	mg/Kg

Método

Metales en suelo ICP-MS (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Bismuto, Boro, Cadmio, Calcio, Cerio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Estroncio, Hierro, Fósforo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plata, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Talio, Titanio, Thorio, Uranio, Vanadio Y Zinc) EPA 3050B Rev. 2 - 1996 / EPA 6020B Rev. 2 - July 2014 2014 Acid Digestion of Sediments, Sludges and Soils/ Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

Las muestras que ingresaron al Laboratorio en condiciones idóneas para la realización de los análisis solicitados; se emiten acreditadas según alcance ante INACAL-DA.

"L.C." significa Límite de cuantificación.

"L.D." significa Límite de detección.

Los datos para la identificación de las muestras recibidas y datos del muestreo fueron proporcionadas por el cliente.

El laboratorio no se hace responsable cuando la información y muestra proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.

Callao, 23 de Abril de 2024

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.  
 Se declara que los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo y muestreo (la declaración aplica a muestreo en caso el laboratorio sea responsable de este).  
 Los resultados se aplican a la muestra como se recibió (aplica en caso el laboratorio no haya sido responsable de la etapa de muestreo).  
 < "valor" significa no cuantificable inferior al límite de cuantificación indicado.  
 > "valor" significa no cuantificable superior al límite máximo de cuantificación indicado, cuando sea aplicable.  
 A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis. Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.



Av. Elmer Faucett N° 444 distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao - Perú  
 Central : 51 (1) 3195100 Anexo 8055 / www.bureauveritas.com



**INSPECTORATE**

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 031**



Registro N° LE - 031

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° AG-331739**

Pag. 1 / 2

Organismo acreditado : INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C  
 Registro de Acreditación : N° LE - 031  
 Cliente : MIGUEL PEDRO HUALLCCA ROJAS  
 Dirección : CP. SAN JOSÉ DE TOMATE - OCAÑA - LUCANAS - AYACUCHO  
 Producto : -M1: SUELO  
 Número de Muestras : 1 muestras x 1 Kg  
 Presentación : Bolsa de polietileno  
 Procedencia de la muestra : Muestra proporcionada por el Cliente  
 Información proporcionada por el cliente (b) : M1  
 -Nombre Productor : Miguel Pedro Huallcca Rojas  
 -Predio (Parcela/Sector) : la venta\_santiago  
 -Especie/variedad : Suelo agrícola (profundidad de 0 - 30 cm)  
 -Localidad : la venta  
 -Fecha Muestreo : 13/04/2024  
 -Datos : Muestra: 1; Especie/variedad: uc.157; Hora: 10:00 am

Fecha de recepción de las muestras : 18/04/2024  
 Fecha de inicio de análisis : 18/04/2024  
 Fecha de término de análisis : 23/04/2024  
 Orden de Trabajo (OT) : 9261-24

-M1

Metales en suelo ICP-MS (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Bismuto, Boro, Cadmio, Calcio, Cerio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Estroncio, Hierro, Fósforo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plata, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Talio, Titanio, Thorio, Uranio, Vanadio Y Zinc)

Parámetro	Resultado	L.C.	L.D.	Unidad
Cadmio (Cd)	2,73	0,05	0,03	mg/Kg

**Método**

Metales en suelo ICP-MS (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Bismuto, Boro, Cadmio, Calcio, Cerio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Estroncio, Hierro, Fósforo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plata, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Talio, Titanio, Thorio, Uranio, Vanadio Y Zinc)

EPA 3050B Rev. 2 - 1996 / EPA 6020B Rev. 2 - July 2014 2014 Acid Digestion of Sediments, Sludges and Soils/ Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

Las muestras que ingresaron al Laboratorio en condiciones idóneas para la realización de los análisis solicitados; se emiten acreditadas según alcance ante INACAL-DA.

"L.C." significa Límite de cuantificación.

"L.D." significa Límite de detección.

Los datos para la identificación de las muestras recibidas y datos del muestreo fueron proporcionadas por el cliente.

El laboratorio no se hace responsable cuando la información y muestra proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.

Callao, 23 de Abril de 2024

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.  
 Se declara que los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo y muestreo (la declaración aplica a muestreo en caso el laboratorio sea responsable de este).  
 Los resultados se aplican a la muestra como se recibió (aplica en caso el laboratorio no haya sido responsable de la etapa de muestreo).  
 < "valor" significa no cuantificable inferior al límite de cuantificación indicado.  
 > "valor" significa no cuantificable superior al límite máximo de cuantificación indicado, cuando sea aplicable.  
 A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis. Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.



Av. Elmer Faucett N° 444 distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao - Perú  
 Central : 51 (1) 3195100 Anexo 8055 / www.bureauveritas.com



INSPECTORATE

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 031



Registro N° LE - 031

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° AG-284992

Pag. 1 / 3

Organismo acreditado : INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C  
 Registro de Acreditación : N° LE - 031  
 Cliente : MIGUEL PEDRO HUALLCCA ROJAS  
 Dirección : CP. SAN JOSÉ DE TOMATE - OCAÑA - LUCANAS - AYACUCHO  
 Producto : -M1: SUELOS  
 Número de Muestras : 1 muestras x 1 Kg  
 Presentación : Sobre manila  
 Procedencia de la muestra : Muestra proporcionada por el Cliente  
 Información proporcionada por el cliente (b) : M1  
 -Cuartel/Lote (Cod.Parcela/Sector) : Cultivo: Espárrago  
 -Localidad : La Venta - ICA  
 -Fecha Muestreo : 10/10/2023  
 -Datos : Profundidad: 30 - 60 cm

Fecha de recepción de las muestras : 11/10/2023  
 Fecha de inicio de análisis : 11/10/2023  
 Fecha de término de análisis : 19/10/2023  
 Orden de Trabajo (OT) : 23571-23

-M1

Parámetro	Resultado	L.C.	L.D.	Unidad
Carbonato de calcio(*)	4,03	0,40	0,20	%CaCo3
Conductividad Eléctrica(*)	2,479	0,001	-	dS/m
Fósforo Disponible(*)	0,9	0,5	-	mg/Kg
Materia Orgánica(*)	<0,90	0,90	0,50	%
pH	7,25	-	-	Unidad de pH
Salinidad(*)	1,60	-	-	ppt

-M1

Capacity for Cationic Exchange and Interchangeable Cations: CIC; Ca<sup>++</sup>; Mg<sup>++</sup>; Na<sup>+</sup>; K<sup>+</sup>

Parámetro	Resultado	L.C.	L.D.	Unidad
Cation exchange capacity(*)	20,15	0,010	0,005	meq/100g
Ca <sup>++</sup> (*)	5,24	0,03	0,01	meq/100g
Mg <sup>++</sup> (*)	0,13	0,04	0,02	meq/100g
Na <sup>+</sup> (*)	0,100	0,010	0,005	meq/100g
K <sup>+</sup> (*)	0,16	0,02	0,01	meq/100g

-M1

Cationes disponibles ( Ca, Na, K, Mg)

Parámetro	Resultado	L.C.	L.D.	Unidad
Calcio (Ca)(*)	467,913	0,010	0,007	meq/100g
Sodio (Na)(*)	2,759	0,010	0,007	meq/100g
Potasio (K)(*)	8,850	0,010	0,007	meq/100g
Magnesio (Mg)(*)	53,673	0,010	0,007	meq/100g

-M1

Determinación de acidez y aluminio intercambiable

Parámetro	Resultado	L.C.	L.D.	Unidad
AL+3(*)	0,10	-	-	meq/100g
H <sup>+</sup> (*)	0,89	-	-	meq/100g

-M1

Determinación de PSB, RAS Y PSI

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.  
 Se declara que los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo y muestreo (la declaración aplica a muestreo en caso el laboratorio sea responsable de este).  
 Los resultados se aplican a la muestra como se recibió (aplica en caso el laboratorio no haya sido responsable de la etapa de muestreo).  
 < "valor" significa no cuantificable inferior al límite de cuantificación indicado.  
 > "valor" significa no cuantificable superior al límite máximo de cuantificación indicado, cuando sea aplicable.  
 A excepción de los productos perechibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis. Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.



Av. Elmer Faucett N° 444 distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao - Perú  
Central : 51 (1) 3195100 Anexo 8055 / www.bureauveritas.com

## Panel de Fotos

Fig. 3  
Brotación del espárrago



Fig. 4  
Conducción del cultivo con  
sistema de Fertirrigación





Fig. 5  
Toma de muestra foliares



Fig. 6  
Desarrollo del cultivo de  
espárrago.





Fig. 7  
Toma de muestra de suelo.





Fig. 8  
Recojo de Información del cultivo.

