



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

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:

"COMPROBAR LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO Y EL CULTIVO DE ESPARRAGO (ASPARAGUS OFFICINALIS L.), HIBRIDO UC 115 F1, POR LOS ELEMENTOS TÓXICOS CADMIO Y NIQUEL EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA – 2022."

Presentado por:

ALLCCACO PALOMINO JHOLQUINSON LEE

Graduado del nivel Pregrado de la Facultad de Agronomía. El resultado obtenido es 02% de similitud (Dos 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 cuarenta (40) palabras y debe adecuarse a las características de la disciplina a la que corresponde el documento evaluado, además debe constar en el informe los criterios de exclusión utilizados.)

Ica, 01 de julio de 2024

Dr. LUIS FELIPE BENDEZU DIAZ
Director Interno de la Unidad de Investigación
Facultad de Agronomía

ROSA ISABEL ZEVALLOS TORRES
Operador del Programa Informático iThenticate
Evaluador de Originalidad
Facultad de Agronomía

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



Comprobar la contaminación del suelo y el cultivo de Esparrago (*Asparagus officinalis* L.), Hibrido UC 115 F1, por los elementos tóxicos Cadmio y Níquel en la zona baja del valle de Ica – 2022

Línea de Investigación: ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS

ALLCCACO PALOMINO, JHOLQUINSON LEE

Ica, Perú

2022

Dedicatoria.

A mi esposa Karol, mi hija Alessia y mis padres Augusto y Pilar por su apoyo que me han brindado para seguir adelante. Además de ser un sustento para llevar a cabo este logro y poder formarme como profesional. Por lo cual estaré eternamente agradecido siempre.

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios que me ha guiado en esta etapa de mi vida, a mi esposa y padres que me han brindado su apoyo incondicional en todo momento para cumplir mis metas. A mi Familia por su participación en este proceso, así mismo a todas las personas que han sido parte fundamental en mi crecimiento como profesional y de forma especial a mi asesor Ing. Mag. Orlando Balbin Cardenas.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Antecedentes sobre la investigación propuesta.....	2
1.2 Formulación del problema.	4
1.3 Delimitación del problema.	4
1.4 Justificación e importancia de la investigación.	5
1.5 Objetivos de la investigación.....	7
1.6 Hipótesis de investigación.....	7
1.7 Variables de la investigación.....	7
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	9
2.1 Instrumentos de recolección de datos.....	9
2.2 Técnicas de recolección de datos	9
2.3. Técnica de procesamiento de datos, análisis e interpretación de resultados.....	9
2.4. Tipo, nivel y diseño de la investigación	10
2.5 Población y muestra.....	10
III. RESULTADOS	12
3.1 Presentación e interpretación de los resultados	12
IV. DISCUSION.....	42
4.1 Discusión de Resultados.....	42
V. CONCLUSIONES	52
VI. RECOMENDACIONES	53
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	54
VIII. ANEXOS	58
8.1 Matriz de consistencia.....	59
8.2 Instrumentos de recolección de información.....	60

8.3	Otros.....	61
8.4	Fotos del Proceso.....	72

Contenido de Tablas		Págs.
Tabla 1	Análisis físico – mecánico del suelo 2023.....	12
Tabla 2	Análisis químico del suelo 2023.....	13
Tabla 3	Información meteorológica – mensual agosto 2022 a enero 2023.....	14
Tabla 4	Aplicaciones Fitosanitarias 2022 – 2023.....	17
Tabla 5	Volumen de agua aplicado al cultivo en la campaña 2022-2023.....	21
Tabla 6	Análisis químico del agua de riego.....	21
Tabla 7	Concentración del Metal Pesado Cadmio.....	24
Tabla 8	Concentración Metal Pesado Níquel.....	25
Tabla 9	Concentración Metal Pesado Cobre.....	26
Tabla 10	Concentración Metal Pesado Níquel en Cosecha.....	27
Tabla 11	Concentración Metal Pesado Cobre.....	28
Tabla 12	Consolidado Metal Pesado Cadmio.....	30
Tabla 13	Consolidado de la concentración del Metal Pesado Níquel....	34
Tabla 14	Consolidado de la concentración del Metal Pesado Cobre.....	38

Contenido de Figuras	Págs.
Figura 1: Ubicación del Campo Experimental. Fundo “Iván”, donde se desarrolló el ensayo..	11
Figura 2: Fases Fenológicas del Cultivo de espárrago.....	15
Figura 3: Imagen de las partes vegetativas del espárrago.....	23
Figura 4: Análisis de metal pesado Cadmio en el cultivo del Espárrago híbrido UC 115 F1, estado fenológico desarrollo vegetativo.....	24
Figura 5: Análisis de metal pesado Níquel en el cultivo del Espárrago híbrido UC 115 F1, estado fenológico desarrollo vegetativo.....	25
Figura 6: Análisis de metal pesado Cobre, en el espárrago, híbrido UC 115 F1, estado fenológico desarrollo vegetativo.....	26
Figura 7: Análisis de metal pesado Níquel, en el espárrago, híbrido UC 115 F1, estado fenológico desarrollo vegetativo.....	27
Figura 8: Análisis de metal pesado Cadmio, en el cultivo del Espárrago híbrido UC 115 F1...	28
Figura 9: Análisis de metal pesado Cobre, en el cultivo del Espárrago Híbrido UC 115 F1.....	29
Figura 10: Concentración de Cadmio en la plantación de espárrago, híbrido UC 115 F1.....	30
Figura 11: Consolidado general de concentración de metal pesado Cadmio en el cultivo de espárrago, híbrido UC 115 F1.....	31
Figura 12: Consolidado general de concentración de metal pesado Cadmio en el cultivo de espárrago, híbrido UC 115 F1.....	34
Figura 13: Consolidado general de concentración de metal pesado Níquel en el cultivo de espárrago, híbrido UC 115 F1.....	35
Figura 14: Consolidado de concentración de Cobre en los órganos de la planta de espárrago, híbrido UC 115 F1.....	39

RESUMEN

Culminado el ensayo de comprobar la contaminación del suelo y el cultivo de Espárrago (*Asparagus officinalis* L.), Híbrido UC 115 F1, por los elementos tóxicos Cadmio y Níquel en la zona baja del valle de Ica, sector la Venta Baja del distrito de Santiago, se determinó la presencia de Cadmio en el suelo, el cual presentó un valor de 1.38 mg/kg y de 3.4 mg/kg. y el valor permitido es de 1.4 mg/kg, supera el límite, el follaje y las raíces no están contaminados, los turiones tuvieron 1.104 mg/kg y 1.48 mg/kg, cifras superiores al límite establecido por la UE cuyo valor es de 0.03 mg/kg. El níquel los niveles detectados en suelo, follaje, raíz no superan el límite, los turiones tuvieron valores de 0.0012 mg/kg y de 0.0014 mg/kg y el valor permisible es de 0.4 mg/kg. están por debajo de los límites máximo permisible de la Comunidad Europea y el Codex Alimentarius. El cobre el valor límite máximo permisible del Codex es de 100.0 mg/kg, los niveles encontrados fueron de 94.7 mg/kg, y de 92.5 mg/kg, cerca de llegar al límite máximo permisible. En las raíces y follaje los niveles están por debajo y en los turiones los niveles encontrados fueron de 14.32 mg/kg en ambas etapas y el límite máximo permisible en hortalizas es de 5.0 mg/kg. están los turiones contaminados por cobre, este último elemento no estaba dentro del estudio, pero el laboratorio lo incluyó en los análisis.

Palabras clave: metales pesados, hortaliza, contaminación agrícola, concentración.

ABSTRACT

The test to verify the contamination of the soil and the crop of Asparagus (*Asparagus officinalis* L.), Hybrid UC 115 F1, by the toxic elements Cadmium and Nickel in the low zone of the valley of Ica, in the Venta Baja sector of the district of Santiago, determined the presence of Cadmium in the soil, which had a value of 1.38 mg/kg and 3.4 mg/kg, and the permitted value is 1.4 mg/kg. 38 mg/kg and 3.4 mg/kg, while the permitted value is 1.4 mg/kg, exceeding the limit; the foliage and roots are not contaminated; the shoots had 1.104 mg/kg and 1.48 mg/kg, figures higher than the limit established by the EU, which is 0.03 mg/kg. The levels of nickel detected in soil, foliage and roots do not exceed the limit, the shoots had values of 0.0012 mg/kg and 0.0014 mg/kg and the permissible value is 0.4 mg/kg, which are below the maximum permissible limits of the European Community and the Codex Alimentarius. For copper, the Codex maximum permissible limit value is 100.0 mg/kg. The levels found were 94.7 mg/kg and 92.5 mg/kg, close to the maximum permissible limit. In the roots and foliage the levels are below and in the shoots the levels found were 14.32 mg/kg in both stages and the maximum permissible limit in vegetables is 5.0 mg/kg. the shoots are contaminated by copper, this last element was not included in the study, but the laboratory included it in the analysis.

Key words: heavy metals, vegetables, agricultural contamination, concentration.

I. INTRODUCCION

La transformación en el sector agrícola de la Región Ica, ha tenido un auge extraordinario, sobre todo por las empresas agroindustriales las cuales tienen cultivos exportables como el espárrago, la uva de mesa, la granada, el palto, y el arándano, entre otros. El primer cultivo establecido por la Asociación de Agricultores y la Empresa privada APEI -Asociación de Productores de Espárragos de Ica, fue el cultivo de espárrago, pusieron la base para las exportaciones de este producto no tradicional. Un fuerte competidor es el país de México, el cual ha crecido con más áreas y tiene como ventaja los fletes, los cuales son mucho más bajos que el de Perú, por su ubicación geográfica, pero este cultivo sigue siendo importante en determinados mercados y en determinada época del año, pero la ventaja de Perú es la facilidad de las condiciones climáticas que favorecen dos cosechas al año.

La tendencia de los consumidores a nivel mundial es al consumo de alimentos inocuos, libre de contaminantes químicos, en especial las frutas y hortalizas, libre de contaminantes en especial los residuos de pesticidas y de metales pesados.

Por lo indicado a partir del año 2019 rige el Reglamento UE de la Comisión No. 488 / 2014, el cual modifica el Reglamento CE No. 1881/2006, cuyo objetivo y fin, es regular el contenido máximo de ciertos contaminantes en los alimentos para proteger la salud de los consumidores. Actualmente, por los residuos de plaguicidas, plagas y metales pesados, los envíos productos para Europa, en especial los espárragos son certificados. [1].

La vigencia del reglamento con los requisitos sanitarios y fitosanitarios entro en vigencia el 01 de abril de 2019. Resolución Directoral N° 0002-2019-MINAGRI-SENASA-DSV., la cual fue ampliada hasta fines del 2020. Esta modificatoria, obliga a los agricultores productores de espárrago, plantas de procesamiento y a los acopiadores cumplir con los estándares sanitarios y fitosanitarios exigidos por estos países, debiendo necesariamente implementar las Buenas Prácticas Agrícolas. [2].

Dentro de los productos de agro exportación no tradicional los espárragos, siguen siendo uno de los productos que ocupa los primeros lugares, teniendo como principal destino los Estados Unidos, Europa, España, Holanda y Francia ocupando el cuarto lugar en principales productos exportados tradicionales y no tradicionales, 2022-2023 de mayor importancia de las exportaciones agropecuarias peruanas, en especial para los pequeños productores agrícolas. [3].

La necesidad de llevar a cabo estudios de metales pesados se debe a su amenaza, dado que no se descomponen ni químicamente ni biológicamente. Además, tienen la tendencia a acumularse en los organismos, causando efectos tóxicos tanto físicos como químicos. [4]. El presente ensayo planteo comprobar la contaminación del suelo y el cultivo por los elementos tóxicos cadmio y cobre, y evidenciar la probable absorción por el cultivo de estos elementos contaminates. En segundo lugar, determinar los contenidos de estos metales en los turiones de espárragos, mediante los respectivos análisis.

1.1 Antecedentes sobre la investigación propuesta

Garcilazo. [5]. Motiva su investigación las regulaciones de los países de E.E.U.U, la Comunidad Europea, para metales pesados, pesticidas y microbiológico. Evaluó el suelo agrícola de 07 parcelas, las cuales están contaminadas por Cadmio, cuantificándose desde 1,882, 2,265, 2,765, 1,998, 2,016, 3,830 y 3,510 mg/kg, superando los límites máximos permisibles de la Norma ECA del Ministerio del Ambiente MINAN 2017, FAO y la Organización Mundial de la Salud, cuyo valor es 1,4 mg/kg. Indica que el Follaje no están contaminados, sin embargo, los turiones de esparrago evaluados antes y después de la cosecha, presenta en 02 parcelas, valores de 0,0727 y 0,0875 mg/kg, están contaminadas con trazas de cadmio y en 05 parcelas presentan niveles de: 0,1183, 0,1183, 0,200, 0,1394 y 0,143 mg/kg, estando contaminados los turiones.

Almeyda [6]. En su Tesis Doctoral determina la presencia de cadmio en el suelo; trabajo realizado en la zona baja del valle de Ica. Estos estudios recientes indican que los suelos agrícolas de esta parte del valle, están contaminados por presentar altos niveles de metales pesados. Se sabe que los metales pesados son muy tóxicos y tienen la propiedad de acumularse en los seres vivos.

Arévalo, et.al. [7]. Investigan diversos cultivos agrícolas encontrando, trazas de metales pesados, restringiendo sus envíos del Perú hacia Europa. Su investigación determina la concentración de metales pesados en las zonas productoras importantes de cacao del Perú. Muestra suelos a seis profundidades (0-5, 5-10, 10-20, 20-40, 40-60, 60-80 cm).

Establecieron contenidos de Cd, Pb, Fe, Cu, Zn, Mn, en los suelos, hojas y granos, encontrando que no superan los límites críticos de contaminación y no muestran diferencias significativas entre las profundidades muestreadas.

Indican que, pese a encontrar niveles bajos de metales pesados en los suelos, la absorción de cadmio es alta, debido al manejo del suelo lo que favorecería su absorción.

Gonzales. [8]. Investiga el suelo y la raíz de las plantas de cacao, en diferentes zonas haciendo 05 calicatas, efectúa la lectura de los perfiles y muestra suelos de 0-20 cm y raíz, toma niveles de 20-40, de 40-60 y + 60cm de profundidad. Señala las áreas donde la contaminación del suelo por cadmio es más alta, superando el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de 1.4 mg/Kg de cadmio establecido en el Decreto Supremo N°002-2013-MINAN para suelos agrícolas. Se encontraron valores de 1.65mg/kg, 1.52 mg/kg, 1.49 mg/kg y 1.45 mg/kg de Cd-total a profundidades de 0-20, 20-40, 40-60, y más de 60 cm, respectivamente. Indica que la contaminación de este metal en los suelos de cultivo de cacao se debe al uso de fertilizantes fosfatados y roca fosfórica, proporcionados gratuitamente por el estado a los productores.

Quero, et.al. [9]. Investigan, la contaminación de los suelos por elementos tóxicos, determinan la cantidad de cadmio, plomo y mercurio, de suelos cercanas a la Empresa

Electroquímica de Sagua, utilizan técnicas de digestión y detección con Espectrometría de Absorción Atómica.

Las muestras analizadas exceden los valores límites de referencia para suelos cubanos, en los niveles de mercurio, significa con certeza que están contaminados.

Las muestras de suelo, analizadas presentan cadmio y plomo, pero no superan las cantidades halladas, indicando que los resultados deben considerarse como medidas de duda de la contaminación de los suelos que rodean a esta empresa.

El análisis si determina mercurio, evidenciando contaminación de los suelos cubanos y los niveles de concentración superan los valores de referencia.

AGQ Labs México. [10]. Hay ciertos metales pesados, como el hierro, cobalto, manganeso, zinc, entre otros, que son vitales para los organismos vivos. Nuestro cuerpo los requiere para funcionar adecuadamente en el día a día y, si se consumen en las dosis correctas, pueden ser seguros. Sin embargo, también hay metales pesados presentes en los alimentos que, incluso en pequeñas cantidades, pueden ser extremadamente tóxicos para el cuerpo y provocar desde enfermedades hasta la muerte.

Los metales pesados son elementos químicos con propiedades metálicas, suelen tener un peso atómico elevado y densidades que pueden alcanzar los 4 g/cm^3 . La mayoría de ellos son tóxicos para los seres vivos. Estos pueden encontrarse naturalmente en los alimentos en concentraciones que generalmente no son dañinas, pero también pueden introducirse a través de contaminantes procedentes de diversas fuentes como el agua, el suelo y el ambiente, debido a la actividad agrícola, las emisiones industriales al medio ambiente, la contaminación cruzada durante el procesamiento de los productos e incluso el empaque en el que se envasa el alimento, que también puede ser una fuente de contaminación para el producto final.

Los elementos ecotóxicos más evaluados en los alimentos están el plomo, arsénico, cadmio y mercurio. Estos metales son muy frecuentes en alimentos como pescados, crustáceos, moluscos, cereales, hortalizas, frutas, productos enlatados o productos lácteos.

Riveros. [11]. Indica que, en la parte baja de la cuenca del valle Higuera, los agricultores emplean las aguas del río del mismo nombre del valle para irrigar sus cultivos de hortalizas. Esta práctica ha resultado en problemas de contaminación y una disminución en la calidad de los productos. El estudio se enfocó en cultivos de lechuga, apio, repollo y brócoli, y analizó los niveles de metales pesados como el plomo, cadmio, arsénico y mercurio en el agua, suelo y partes comestibles de las plantas. Se encontró que las concentraciones de cadmio en el agua de riego estaban cerca de los límites establecidos por las regulaciones nacionales e internacionales, y los niveles en el suelo estaban dentro de un rango normal. No obstante, la lechuga y el apio mostraron niveles de cadmio que excedían el límite establecido por la Unión Europea, y la concentración de plomo superó el límite máximo permitido en

alimentos para bebés y niños pequeños según la Unión Europea. La lechuga presentó los niveles más altos de acumulación de metales pesados.

1.2 Formulación del problema.

a) Problema General

¿Comprobar la concentración de cadmio y níquel en el cultivo de espárrago y si la acumulación de estos no rebasa los límites máximos permisibles que establece la norma, en la zona baja del valle de Ica?

b) Problema Especifico

- ¿De qué manera la absorción de cadmio y níquel por el cultivo de espárrago, puede afectar la calidad comercial y la exportación de los turiones de espárragos?
- ¿De qué manera la absorción de cadmio y níquel por el cultivo de espárrago, puede rebasar los límites máximos permisibles de las normas, ¿pudiendo afectar la exportación de los turiones de espárragos?

1.3 Delimitación del problema.

a) Delimitación geográfica.

El ensayo se realizó en el Fundo “Iván”, Sector Santa Dominguita distrito: Santiago, Provincia de Ica y Departamento de Ica. Carretera panamericana su. Km 318 del distrito de Santiago, Provincia y Región Ica.

b) Delimitación temporal.

El ensayo se inició en agosto del 2022 y culminó, en febrero del 2023, meses del periodo vegetativo del espárrago y permitió evaluar las variables propuestas.

c) Delimitación social.

En el valle de Ica, los agricultores se dedican a la conducción del cultivo de espárrago por ser el que mayor ingreso económico les ha brindado durante los años del cultivo, obteniendo buenas producciones, pero ante la realidad de la contaminación de los suelos en niveles más altos de las normas nacional e internacional, algunos agricultores han decidido eliminar este cultivo y sembrar el algodón.

Al realizar la investigación, se conocerá si existe contaminación del suelo y en especial de los turiones, con lo cual se podrá tomar medidas remediadoras a largo plazo para reducir la contaminación y continuar con las exportaciones de espárrago.

d) Delimitación conceptual.

Entre las fuentes de contaminación de alimentos con metales pesados más destacadas están el suelo contaminado en el que se producen los alimentos, los fertilizantes químicos y plaguicidas empleados en la producción agrícola o el uso de otros materiales. El contexto actual es la contaminación del suelo y por ende los

órganos de las plantas cultivadas, en especial las alimenticias que se comercializan en el mercado nacional e internacional y como es el caso del cultivo de espárrago, siendo los turiones los de consumo directo y en fresco, lo que afectaría su calidad y por ende su contaminación afectaría la salud de los consumidores.

1.4 Justificación e importancia de la investigación.

Justificación

El Cadmio (Cd) y el Níquel (Ni) son elementos tóxicos que pueden acumularse en el suelo debido las operaciones humanas como la minería, la agricultura intensiva y el uso de fertilizantes y pesticidas. La presencia de estos elementos en el suelo puede afectar absolutamente la calidad del espárrago y representar un peligro para la salud humana si se consume en cantidades excesivas.

Ica es una zona con alta actividad agrícola, donde se utiliza intensivamente fertilizantes y pesticidas. Además, en la zona la actividad agrícola es extensiva, muchas veces sin un control adecuado, por parte de las autoridades competentes, como SENASA, lo que podría estar favoreciendo la contaminación del suelo. Por lo tanto, existe la posibilidad de que los suelos de la zona baja del valle estén contaminados con Cadmio y Níquel.

A nivel del productor que maneja áreas pequeñas no se han realizado investigaciones con respecto a la contaminación de los suelos, los frutos y hortalizas por los elementos contaminantes en el cultivo de espárrago, el cual es la fuente de ingreso de los pequeños agricultores que viene conduciendo este cultivo, en especial los de la zona de Santiago, a la fecha hay dos Tesis Doctorales sobre la presencia de cadmio en el suelo; indicando que hay parcelas en la cual los suelos están contaminados. [5, 6].

Los datos que se obtengan servirán de base para poder confirmar o rectificar si los suelos y el cultivo presenta contaminación, además los nuevos análisis servirán para determinar el cadmio y níquel y que se busquen opciones que ayuden a reducir la presencia de este metal en el suelo y su absorción por el cultivo de espárrago. Justificamos el ensayo porque nos permitirá conocer la absorción de los elementos tóxicos en el cultivo de espárrago, híbrido UC 115 F1, para poder conocer la cantidad de concentración en mg/kg de estos metales y mejorar el manejo agronómico y sobre todo el uso de los fertilizantes y que la calidad y las exportaciones de este cultivo continúen.

La investigación para cuantificar los metales pesados en el suelo, follaje, raíces y los turiones permitirá comprobar la concentración del cadmio y níquel en el cultivo de espárrago.

Importancia

El espárrago es un cultivo económicamente importante que se cultiva en diversas condiciones climáticas en todo el mundo, en particular, el Híbrido UC 115 F1 que se cultiva en el distrito de Santiago - Ica. Hay que tener presente que lo que se consume son

los turiones en verde en estado fresco, por los clientes del mercado internacional, nacional y local, por lo que se expondrían a la contaminación. Por eso es necesario saber si el suelo, y los turiones están contaminados por el cadmio y níquel, lo cual podría resultar dañino para los consumidores.

Las aplicaciones de fertilizantes al suelo, el uso del agua de avenida y del subsuelo, podría hacer que el cultivo este contaminado con estos elementos tóxicos los cuales estarían en los alimentos y representaría una amenaza para la salud y la calidad del producto, debido a que el cadmio, sobre todo, genera efectos adversos a la salud y en muchos casos es cancerígeno. La exposición al Cadmio y al níquel puede tener graves consecuencias para la salud humana. Estos elementos ecotóxicos pueden acumularse en las plantas y, eventualmente, ingresar a la cadena alimentaria humana al consumir estos cultivos. Esto puede consecuencias nocivas para la salud humana. El Cadmio puede causar osteoporosis, daño renal y eventualmente cáncer. El níquel Tiene el potencial de provocar lesiones en los testículos y esterilidad en hombres. El contacto directo puede generar irritación y quemaduras en la piel y los ojos. Inhalar sulfato de níquel puede provocar irritación en la nariz, garganta y los pulmones, resultando en tos, producción de flema y dificultad para respirar, tambien puede desencadenar reacciones alérgicas cutáneas.[12].

Esto es debido a que los suelos contaminados y a la absorción de estos metales por las plantas, afectarían a los turiones que son destinados para la exportación y evidentemente su alimentación perjudicaría la salud.

Ante estos datos y problemática actual, nos permitió establecer nuestro objetivo, que es comprobar la presencia del cadmio y el cobre en el cultivo de esparrago en condiciones de una campaña agrícola.

La investigación sobre la contaminación del suelo y los cultivos por elementos ecotóxicos puede ayudar a desarrollar prácticas y técnicas agronómicas para disminuir la presencia de estos metales en el suelo y los cultivos ya que tienen carácter acumulativo y una vez que se establecen en los suelos agrícolas, es casi imposible erradicarlos, pudiendo alcanzar concentraciones tóxicas, haciendo que estos suelos no sean aptos para la agricultura.

El cultivo de esparrago sigue siendo una fuente de ingreso para el pequeño agricultor y las investigaciones con respecto a la contaminación con elementos tóxicos en el cultivo, es poca y el gasto de los análisis muchas veces no está al alcance de los pequeños agricultores, así como el deficiente conocimiento tecnológico del productor, uso de la fertilización tradicional, el manejo agronómico incorrecto, afectan al cultivo, así como la obtención de turiones de calidad aptos para su exportación.

1.5 Objetivos de la investigación

a) Objetivo general

Comprobar la concentración de cadmio y níquel en el cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis* L.), hortaliza de consumo directo, en la zona baja del valle de Ica.

b) Objetivo específico

- Analizar la concentración de cadmio y níquel en el suelo, follaje y los turiones de espárrago.
- Comprobar si la concentración de cadmio y níquel en el cultivo de espárrago se encuentra dentro del Límite Máximo Permisible según el Ministerio del Ambiente y la OMS.

1.6 Hipótesis de investigación

a) Hipótesis General

El suelo, el follaje y los turiones de espárrago, probablemente se encuentren contaminados por cadmio y níquel en la zona baja del valle de Ica.

b) Hipótesis específica

- El suelo, follaje y los turiones de espárrago, pueden estar contaminación por elementos tóxicos como cadmio y níquel que afectarían la calidad comercial y la exportación del híbrido UC 115 F1.
- Los turiones de espárrago, cosechados pueden alcanzar niveles de contaminación por cadmio y níquel que exceden los Límites Máximos Permisibles según el Codex Alimentarius y la Norma Peruana.

1.7 Variables de la investigación

Identificación de las Variables

a) Variable Independiente (“Causa” X1)

- Cultivo de espárrago, contaminado por la absorción de cadmio y níquel (X1).

Indicadores:

- Suelo, follaje y turiones
- Análisis de cadmio y níquel.

b) Variables Dependientes (“Efecto” Y1)

- Análisis de la concentración de cadmio y níquel en el cultivo de espárrago (Y1)

Indicadores:

- Concentración en mg/kg o ppm.

c) Variables Intervinientes

Son las que se interponen entre las variables independientes y dependientes:

Clima

El cambio climático afecta al cultivo, los cambios inesperados de la temperatura, pueden ocasionar entres biótico, ocasionando problemas fisiológicos en las plantas.

Agua de riego

Talledo. [13]. Realizan análisis en 129 cuencas hídricas del país y los ríos inspeccionados están contaminados, con coliformes termotolerantes (fecales) y metales pesados. Indica que, los ríos se contaminan al derramar aguas residuales y los desechos sólidos los pobladores que moran cerca de las orillas de los ríos, perturbando la calidad del agua, la cual también es designada al consumo humano, actividades industriales y agrícolas.

Suelo

La Organización de Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO, señala que, en el suelo los contaminantes más comunes son los metales pesados y pueden facilitar la transmisión al contaminar a la cadena alimentaria. También que hay un desequilibrio de los nutrimentos, debido a que se contamina el agua almacenada en el suelo y el agua del subsuelo. [14].

Agua de Riego

La contaminación de un suelo, puede llegar a afectar las aguas subterráneas, que, al ser absorbidas con los nutrientes, pueden llegar a depositarse en los tejidos de las plantas y pasar a los animales, a las aves y definitivamente a los humanos, los cuales se alimentan del producto de las plantas y de los animales y también pueden causar diversas enfermedades. [14].

Actividad Antropogénica

La concentración urbana y las actividades ilegales están aumentando continuamente los problemas de la contaminación como, por ejemplo, la explotación minera, combustión de los desechos sólidos y la ineficiente regulación del smog en los vehículos. La contaminación por la minería ilegal y la deforestación, deteriora el suelo, impacta económicamente en la producción de los cultivos, contaminándolos y afectando a muchas comunidades, perjudicando sus ingresos y su salud.

Manejo de plagas y enfermedades

El uso de agroquímicos para controlar plagas y enfermedades puede afectar el suelo contaminándolo con metales pesados, reducir la presencia de los organismos benéficos y contribuir a la disponibilidad de Cd y Ni.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Instrumentos de recolección de datos

Se reviso información bibliográfica, estudios realizados en la zona, referencias en los libros, Internet y la comunicación con los Asesores de la zona. Tambien sobre los Límites Máximos Permisibles de metales pesados, según el Codex Alimentarius, la OMS y la Norma Peruana. Se considero el muestreo de suelo, los resultados de los respectivos análisis de los órganos de la planta y los turiones, para conocer los niveles de contaminación de los metales pesados en estudio. Instrumentos necesarios a tener en cuenta para recolectar datos fiables y precisos que permitan responder a las variables de investigación planteadas en la tesis.

Se utilizaron los siguientes implementos:

- Lampa
- Bolsas plásticas
- Bolsas de papel Kraft
- Computadora personal
- Balanza
- Material de Escritorio
- Etiquetas.
- Plumones indelebles

2.2 Técnicas de recolección de datos

2.2.1 Metodología de la aplicación de los tratamientos

La metodología es un estudio no experimental que se centró en la observación y evaluación de los niveles de concentración de cadmio y níquel en el suelo agrícola, el follaje y los turiones, que por ser consumidos mayormente en estado fresco pueden afectar la salud del consumidor. El estudio tomó en cuenta la selección aleatoria del área de muestreo, la recolección de muestras de suelo y partes de la planta, del cultivo de espárrago híbrido UC - 115 F1. Las muestras, en especial de los turiones se enviaron al laboratorio a fin de identificar y cuantificar la concentración de cadmio y níquel a través del Espectrofotómetro de Absorción Atómica, para determinar si las concentraciones de estos elementos, superan los límites permitidos. Los resultados se compararon con los límites establecidos para determinar si las variables en estudio estaban contaminadas con los metales pesados.

2.3. Técnica de procesamiento de datos, análisis e interpretación de resultados

Se realizará de acuerdo a los parámetros a analizar según las normas internacionales para la contaminación por elementos tóxicos del suelo y frutas de la Organización Mundial de la Salud. la FAO y según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del suelo, agua y vegetales. Ministerio del Ambiente Perú.

Se llevó a cabo la recolección de muestras frescas de 50 plantas de espárrago de diversas áreas del campo, recogidas en sobres de papel kraft. Se muestrearon plantas saludables de diferentes partes de la plantación. Las muestras se obtuvieron de la parte central de la planta, recolectándose un promedio de 500 g a 600 g de las hojas modificadas o filóclados, que se enviaron a la agencia de transporte después de la recolección para su traslado al laboratorio. Las muestras se recogieron de acuerdo con el periodo fenológico del cultivo, obteniendo muestras del suelo al principio y al final, según lo planificado y sobre todo de los turiones y la interpretación en función a las normas internacionales y nacionales en hortalizas, que es el órgano de consumo en fresco y sobre todo en efecto que puede tener en organismo de los seres vivos. Los resultados obtenidos se ordenaron en tablas para realizar su interpretación en función de los Estándares de Calidad; arriba mencionados, para hortalizas y tomando en cuenta de la literatura consultada en función de la contaminación que se producen por la absorción de cadmio y níquel por la hortaliza; espárrago, híbrido UC 115 F1 en la zona de Santiago.

2.4 Tipo, nivel y diseño de la investigación

2.4.1 Tipo de investigación

No Experimental.

2.4.2 Nivel de investigación

Explicativo.

2.4.3 Diseño de investigación

El ensayo es un estudio descriptivo longitudinal de tendencia, al evaluar en una campaña agrícola.

2.5 Población y muestra

2.5.1 Población de estudio

Para efecto del experimento la población estará determinada por el área sembrada del cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis* L.), híbrido UC 115 F1 de 4 años de edad de 2.60 hectáreas, ubicado en el Centro Poblado Santa Dominguita.

2.5.2 Población de la muestra del estudio

Las evaluaciones proyectadas en el presente estudio, comprenden la muestra de suelo, la recolección de Filocladios "hojas modificadas" del cultivo de espárrago y 02 muestras de turiones, al finalizar la cosecha antes del nuevo periodo vegetativo y en inicio de la nueva cosecha a los 07 días, en las cuales se determinará si los turiones absorben a través del agua de riego los elementos tóxicos. Las muestras para el follaje de preferencia se tomaron en la Floración y madurez y son los filocladios de 40 - 70 cm de largo recolectados al azar, que son llevados al laboratorio para su análisis de cadmio y níquel. [16].

El ensayo se realizó en el Fundo “Iván”, en el Centro Poblado Santa Dominguita, Sector La Venta Baja del distrito de Santiago, Provincia y Departamento de Ica.



Fig. 1: Ubicación del Campo Experimental. Fundo “Iván”, donde se desarrolló el ensayo.

Coordenadas Google Earth Pro

14°16'19.48" S

Lat. -14°16.338'S

76°39'50.06" O

Long. -75°39.872'O

Elevación:366 m.s.n.m.

III. RESULTADOS

3.1 Presentación e interpretación de los resultados

Culminada la investigación, Comprobar la contaminación del suelo y el cultivo de Esparrago (*Asparagus officinalis* L.), Híbrido UC 115 F1, por los elementos tóxicos Cadmio y Níquel en la zona baja del valle de Ica – 2022, ubicado el ingreso en la Carretera Panamericana sur Km 318 del distrito de Santiago, el sistema de riego empleado en la plantación es el riego tecnificado (goteo), el cual permite uniformidad en el riego y la distribución adecuada de nutrientes.

Los análisis realizados al suelo, follaje y a los turiones, los resultados se interpretan en las tablas respectivas, tomando en cuenta los ya establecidos por las normas internacionales y nacional, las cuales se constatan en el anexo.

3.1.1 Análisis de Suelo.

Se llevó a cabo el estudio en el terreno experimental con el fin de determinar las propiedades físicas, mecánicas y químicas del suelo. Se recolectaron muestras de suelo (desde la superficie hasta 30 cm de profundidad) utilizando el método de aspa, y se mezclaron las submuestras para asegurar una buena homogeneización. Estas submuestras se dividieron para obtener aproximadamente 1 kg de muestra final.

La muestra dividida se remitió al laboratorio del Instituto Rural Valle Grande de Cañete para su correspondiente análisis. Los resultados de este análisis de suelo se presentan en las tablas correspondientes.

TABLA 1
Análisis físico – mecánico del suelo 2023

PARAMETRO	RESULTADO	NIVEL (m)	METODO	TECNICA
Arena %	45.69	0.00 – 0.30		Bouyoucos
Limo %	33.01			Bouyoucos
Arcilla %	21.30		MES – 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO		Propio del Laboratorio.	

* **MES y MEA:** Método Propio del Laboratorio.

La tabla N° 01, indica que el terreno donde está instalado el cultivo de esparrago presenta una textura franca.

TABLA 2
Análisis químico del suelo 2023

PARAMETROS	RESULTADO	METODO USADO	INTERPRETACION
Carbonato de Calcio Total %	0.17	Gravimétrico	Muy Bajo
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25°C dS/m	11.33	Electrométrico	Fuertemente Salino
pH (1/1) a Temp = 19.8 °C	7.56	Electrométrico	Medianamente Básico
Fosforo Disponible ppm	13.46	Olsen	Adecuado
Materia Orgánica %	0.45	Walkley y Black	Muy Bajo
Nitrógeno Total %	0.03	Kjeldahl	Muy Bajo
Potasio Disponible ppm	301.40	Acetato de Amonio	Alto
Cationes Cambiables			
Calcio mEq / 100 g	9.14	Extractante: Ac. Amonio	Bajo
Magnesio mEq / 100 g	1.52	FAAS	Normal
Sodio mEq / 100 g	0.42	FAAS	Bajo
Potasio mEq / 100 g	0.69	FAAS	Normal
C.I.C.E mEq / 100 g	3.58	FAAS	Muy Bajo
P.S.I %	11.77	Cálculo Matemático	Salino

* **FAAS:** Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

* **MES:** Cálculo Matemático. Método propio del Laboratorio.

3.1.2 Análisis físico mecánico y químico del suelo

La evaluación de los suelos agrícolas es un componente esencial para un programa de fertilización efectivo, esta técnica sofisticada combina varios métodos analíticos y sus respectivos procesos de extracción. En esencia, extrae los nutrientes más vitales del suelo (como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, sodio, hierro, zinc, boro y manganeso) y determina su accesibilidad para la planta. Además, la evaluación de suelos mide el pH, que tiene una relación directa con la accesibilidad de los nutrientes. La información compilada a través de la evaluación de suelos, se puede calcular la cantidad de fertilizante necesaria. El beneficio de realizar una evaluación de suelos es que el Plan de fertilización se ajusta a las necesidades de la planta, lo que

reduce la pérdida de fertilizantes. En el capítulo IV. Discusión de Resultados, se detalla la interpretación de los nutrimentos encontrados.

3.1.3 Datos meteorológicos

La información meteorológica juega un papel crucial en la interpretación de los resultados de los ensayos agrícolas. Esta información ofrece un panorama de las condiciones ambientales durante el período de desarrollo del ensayo, lo cual es esencial para comprender como el clima presente puede haber influido en los resultados. Por lo tanto, es fundamental documentar la información meteorológica durante el ensayo para considerar su impacto en los resultados obtenidos.

Los Datos Meteorológicos fueron ofrecidos por el SENAHMI Ica.

Estación MAP- SAN CAMILO

Latitud: 14° 04' 23.7" S

Longitud: 75° 42' 39.5" W

Altitude: 419 m.s.n.m

Dpto.: Ica

Provincia: Ica

Distrito: Parcona

TABLA 3
Información meteorológica – mensual agosto 2022 a enero 2023

Meses	Temperatura °C			Horas de sol	Velocidad del viento (m/s)	Humedad relativa %
	Máxima \bar{X}	Media \bar{X}	Mínima \bar{X}			
Agosto	26.9	17.1	9.5	251.1	2.3	75.2
Setiembre	26.9	17.3	9.5	218.9	2.5	74.5
Octubre	29.1	19.0	10.0	270.7	2.4	71.1
Noviembre	30.5	21.3	12.4	252.0	2.1	68.5
Diciembre	31.6	S/D	16.2	216.3	2.2	67.0
Enero	32.7	25.5	17.8	208.6	2.1	63.0
Febrero	32.5	26.0	17.2	206.4	2.1	62.0

FUENTE: Data meteorológica de SENAHMI

N: Norte

S: Sur

NE: Norte Este

SE: Sur Este

NW: Norte Oeste

SW: Sur Oeste

3.1.4 Cultivos y deshierbos

Esta labor se realizó a lampa el personal va deshierbando las malezas que se encuentran en el centro de las coronas y a los costados, con una lampa adecuada a esta labor, la cual ha sido modificada para efectuar el deshierbo en la corona e evitar dañar los brotes que están emergiendo. Las malezas que están en el surco se controlan con maquinaria, durante el periodo vegetativo se realizaron un total de 02 cultivos mecanizados.

Esta labor se realiza para eliminar las malezas porque se sabe que estas compiten por agua, luz y nutrientes y aprovechan como hospedero por las diversas plagas.

Se presentaron las siguientes malezas:

Nombre común	Nombre científico
Coquito	<i>Cyperun rotundus</i>
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea L</i>
Gramma común o dulce	<i>Cynodon dactylon</i>
Papilla	<i>Pitreaea cuneato-ovata Cav</i>

3.1.4 Control fitosanitario

Para determinar la presencia y ataque de plagas y enfermedades en el cultivo de esparrago, el agricultor recibe la asesoría de un Ingeniero Agronomo, el cual evalúa según el estado fenológico debidamente e identificando las plagas, los datos obtenidos son anotados en la hoja de recomendaciones de las aplicaciones para el control de plagas y enfermedades, siempre en cuanto estas excedan el umbral de daño económico, se realiza aplicaciones de productos químicos para su control.

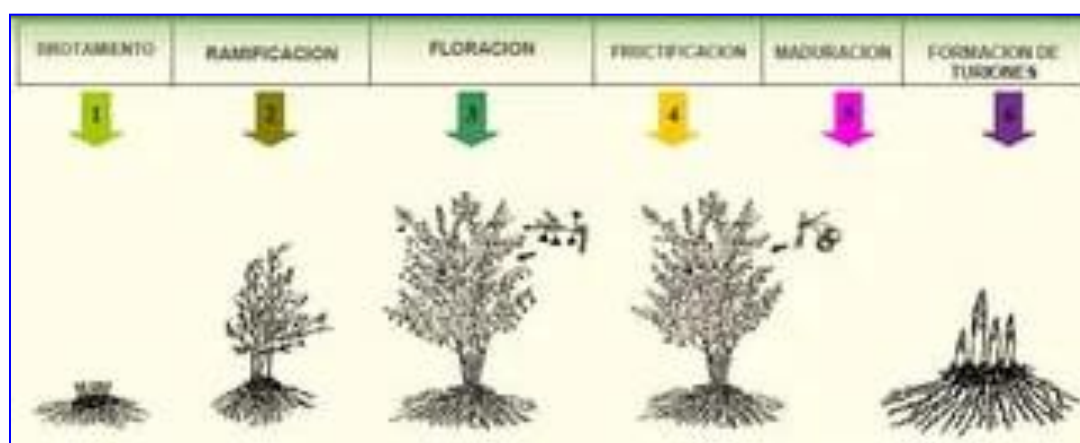


Fig. 2: Fases Fenológicas del Cultivo de esparrago.

El asesor hace visitas semanales al agricultor de la parcela, llevando a cabo las evaluaciones en el terreno y sugiriendo el o los tratamientos fitosanitarios. Durante estas evaluaciones, se identificaron varias plagas que afectaron al cultivo en la campaña. Entre ellas, podemos mencionar a *Elasmopalpus lignosellus*, que causa daño después de la cosecha al perforar el tallo a nivel del cuello durante la formación del primer brote, lo que resulta en tallos que se secan desde la punta, observándose este daño al mes. Otra plaga agresiva fue *Prodiplosis longifila* Gagné, que afecta los brotes tiernos, causando que se sequen y no formen tallos, lo que disminuye la producción al reducir el número de tallos y grupos de yemas.

Además, se observó la presencia de *Thrips sp.* en la cosecha, que afecta los turiones y el desarrollo de los brotes jóvenes al detener la cosecha, aunque los daños son menores. Para minimizar los daños en los turiones, el productor utilizó trampas amarillas pegantes en la cosecha.

También se notó el daño causado por las larvas de lepidópteros, como *Spodoptera frugiperda* y *Heliothis sp.* Al principio, estas se alimentan de las bayas, raspan el tallo y luego perforan los tallos y comen los brotes jóvenes.

Las enfermedades que se presentaron durante la campaña incluyeron la roya (*Puccinia asparagi*) y la Cercospora (*Cercospora asparagi*).

La tabla 4 muestra el control fitosanitario que se llevó a cabo, los datos fueron proporcionados por el Asesor Ing. Antonio Muñante Peña, asesor de la Parcela “Iván”.

TABLA 4
Aplicaciones Fitosanitarias 2022 – 2023

Agricultor:	IVAN ZEVALLOS ALMANZA																	Deposito:	MOCHILA A MOTOR O TECNOMA - TRACTOR						
Ubicación:	SANTA MATILDE – SANTIAGO																	Edad:	4 AÑOS						
Aplicación:	FOLIAR																	Fecha:	Agosto-22						
Un. de Aplic.:	SEGÚN NIVEL DE DAÑO PREVIA EVALUACIÓN																	Aplicación:	FOLIAR Y SISTEMA DE RIEGO						
APLICACIONES PREVENTIVAS Y CURATIVAS PARA ESPARRAGO VERDE DE EXPORTACIÓN - DOSIS X CILINDRO DE 200 LITROS																									
AGROQUIMICO	TRIADA AGUA	TACHIGAREN	TRIGGR KELP	ESENFOL SILICIO	STIMPLEX G	TRIGRR KELP	JABÓN POTASICO	ACEITE AGRICOLA	FENKIL LIQUIDO	ACTUP	LANCER	KRAKEN	Confidor 350 SC	PROCLAIM	CLORFOS	SCORE	ANTRACOL	FOLICUR	TRASLOCADOR	TRIADA MAD.	RUMBA	BASFOLIAR ALGAE	KELWAY NPK	KELWAY CA, BORO, ZINC	
Dosis x cilindro de 200 litros con un gasto de agua de 3 a 4 cilindros x hectárea dependiendo la fenología del cultivo o según recomendación técnica																									
Agos.	100 g	500 cc	1 L	500 cc	500 cc	500 cc			600 cc	100 g			1 L	1 kg	500 cc	150 cc	1 kg					500 cc		1 L	
Sét.	200 g				500 cc		1 L	500 cc	1 L		200 cc	250 g	1 L	100 g		200 cc	1 kg	250 cc				600 cc	1 L		1 L
Oct.	200 g	500 cc	1 L	500 cc		500 cc	1 L	500 cc		100 g				100 g	500 cc		1 kg	250 cc				600 cc	1 L	1 L	1 L
Nov.	200 g		1 L	500 cc	500 cc	500 cc	1 L	500 cc	600 cc		200 cc	250 g		100 g	500 cc	250 cc	1 kg	250 cc	1 L	2 L	600 cc	1 L	1 L	1 L	
Dic.	200 g		1 L	500 cc															1 L	2 L	600 cc	1 L			1 L
Enero	100g			500 cc																		1 L			

Descripción de los productos utilizados

Triada agua, es un coadyuvante agrícola, regula el pH y suaviza las aguas duras de uso agrícola, adecuado para los propósitos sugeridos.

Tachigaren 30SL, es un producto único que combina dos acciones en una: fungicida y regulador del crecimiento. Protege a las plantas de enfermedades fúngicas y a la vez promueve un crecimiento vigoroso.

Triggr Kelp; Regulador de crecimiento de plantas con contenido de citoquininas más auxinas y elementos menores esenciales, el balance favorece a la formación activa de raíces y un mayor crecimiento de la planta.

Esenfol Silicio, Fertilizante líquido a base de Silicio altamente concentrado; desarrollado para mejorar la estructura de los tallos, evitando así el acame o tumbado de los cultivos y al mismo tiempo incrementa la eficiencia de uso del agua.

Stimplex G, extracto derivado de algas frescas *Ascophyllum nodosum*, contiene citoquininas naturales encapsuladas en proteínas específicas. Cuenta con aprobación para ser utilizado en prácticas de agricultura orgánica.

Triggr Kelp, Ofrece hormonas, enzimas y micronutrientes esenciales en una proporción equilibrada, lo que conduce a un aumento notable en los rendimientos agrícolas y una mejora en la calidad de los cultivos.

Jabón potásico; Detergente líquido biodegradable, se utilizó para lavar las plantas de espárrago para el control de Thrips, mosca blanca y larvas de cutícula blanda.

Aceite agrícola vegetal, A base de aceite de soya, no-iónico de acción adherente, dispersante y de encapsulamiento, se utilizó para mejorar la acción de los plaguicidas.

Fenkil líquido 500 EC, insecticida que actúa por contacto e ingestión, con un alto poder de penetración. Se aplicó para insectos masticadores, picadores chupadores.

Act Up 25WG, insecticida de amplia cobertura que actúa de forma sistémica, con una acción estomacal y de contacto rápida que resulta en una pronta supresión de la alimentación y la movilidad de los insectos. Efectivo para el control tanto de los insectos adultos como de sus fases inmaduras.

Lancer, posee triple acción: por contacto, ingestión y sistémica. Su alta solubilidad en agua facilita su absorción por las raíces mediante sistemas de riego presurizado o tratamiento de semillas. También se absorbe por las hojas tras su aplicación foliar, moviéndose de forma ascendente en la planta.

Kraken, insecticida de amplio espectro con triple acción: Sistémica: Absorbido por las hojas y raíces, distribuyéndose por toda la planta. Translaminar: Penetra en el interior de la hoja, controlando las plagas que se encuentran en el envés. Contacto: Elimina las plagas al entrar en contacto con ellas, controla un amplio espectro de insectos, tanto adultos como en estados inmaduros.

Confidor 350 SC, se caracteriza por su alta sistemicidad, ideal para combatir insectos picadores-chupadores, incluso aquellos que han desarrollado resistencia a los insecticidas tradicionales.

Proclaim 05 SG; Insecticida, larvicida, de origen natural, de actividad translaminar. Se aplico para el control de lepidópteros. Su bajo impacto sobre insectos benéficos permite su uso para el Manejo Integrado de Plagas (MIP).

Clorfos 48 EC; Insecticida, de uso agrícola, actúa por contacto, ingestión e inhalación, Se aplicó para el control de larvas de lepidópteros.

Score 250 EC; Fungicida sistémico. Se uso para el control de “*Roya sp.*” y *Cercospora sp.* de amplio espectro, mayor efecto de choque y residualidad que el resto de Triazoles.

Antracol 70% PM; Fungicida preventivo y curativo. Se uso para el control de: *Roya sp.*, *Cercospora sp.* Teniendo presenta la rotación de fungicidas para no crear resistencia.

Folicur 250 EW; Fungicida sistémico de amplio espectro, aplicado para el control de *Roya sp.*, *Cercospora sp.*, *Alternaria sp.*, en espárrago.

Traslocador (Potasio K2O); Bioestimulante rico en Potasio que promueve la madurez, concentración y acumulación de azúcares en los frutos.

Triada Madurador; Fertilizante complejo PK de aplicación foliar.

Rumba; Modulador de crecimiento vegetal de origen natural, derivado de un extracto de cultivo microbiano de algas marinas, que incluye precursores de citoquininas, auxinas y giberelinas, así como enzimas y aminoácidos.

Basfoliar Algae; Concentrado de alga chilena natural (*Durvillea antarctica*), enriquecido con nutrientes y aminoácidos. Además, incluye carbohidratos, minerales, fitohormonas y vitaminas en una proporción equilibrada.

Kelway NPK, fertilizante líquido proporciona una nutrición completa y equilibrada a las plantas gracias a su fórmula con NPK (20-20-20) y microelementos quelatados.

Kelway Ca, B, Zn, este fertilizante foliar aporta una alta concentración de Calcio (10%), Boro (1%) y Zinc (5%), micronutrientes esenciales para el crecimiento y la calidad de los frutos.

3.1.5 Fertilización

El cultivo de espárragos es un sector importante que requiere uso de técnicas como el análisis de suelo para determinar la dosis correcta de fertilizantes que se aplicarán durante la campaña de mantenimiento. Las necesidades nutricionales para la producción de espárragos son altas y varían según la edad de la planta y otros factores, como el tipo de suelo y el clima. La parcela utiliza un sistema de riego presurizado por goteo, por lo que le permite el empleo del fertirriego.

El agricultor aplica los fertilizantes a través del sistema de riego por goteo, utilizando fertilizantes que son solubles en agua. Los nutrientes necesarios para el cultivo se aplicaron a través del sistema de riego, utilizando fertilizantes solubles en agua. Esta técnica, conocida como fertirriego, permite una aplicación controlada y eficiente de los nutrientes, lo que contribuye a optimizar la producción y mejorar la calidad de los brotes de espárragos.

Los fertilizantes se aplicaron 10 días después de la cosecha, cuando los tallos están en plena fase de crecimiento. La dosis de cada nutriente es la siguiente:

N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Zn	Fe
180	100	120	80	50	25	20	10	10

Las fuentes de fertilizantes usadas fueron: Urea, Ácido fosfórico, Sulfato de potasio, Nitrato de calcio, Sulfato de magnesio cristalizado, Ácido bórico, Sulfato de zinc heptahidratado, Sulfato de cobre pentahidratado y Ferrum. Además de estos fertilizantes, el agricultor añadió 10 toneladas de materia orgánica por hectárea al suelo. La adición de materia orgánica contribuye a la mejora de la estructura del suelo y aporta nutrientes adicionales a las plantas.

3.1.6 Riegos

El espárrago, como cualquier hortaliza, necesita una buena cantidad de agua para desarrollarse correctamente. Esto se debe a que sus brotes, que son la parte comestible de la planta, tienen un contenido de humedad cercano al 90%. Además, el agua es necesaria para que la planta absorba los nutrientes del suelo.

La parcela tiene un sistema de riego tecnificado que utiliza goteros para distribuir el agua a las plantas. Los goteros están espaciados cada 30 centímetros y tienen un caudal de 1,3 litros por hora. Este sistema de riego permite aplicar el agua y los nutrientes de forma localizada, lo que reduce el desperdicio de agua y mejora la eficiencia del riego.

En el espárrago frecuente durante el follaje, ligeros y frecuentes durante la cosecha, se suspende el riego (agostar) aproximadamente quince días antes del desbroce antes de la cosecha.

El volumen de agua que necesita el espárrago depende de la cantidad de follaje presente. Al regar, se promueve el crecimiento del follaje, lo que a su vez aumenta su capacidad fotosintética y, por ende, el número y tamaño de los turiones. Para el cultivo de espárrago, es necesario mantener la humedad del sistema radicular durante el desarrollo vegetativo, aplicar riegos a capacidad de campo de entre 200 y 300 m³

por hectárea durante el desarrollo, y finalmente de entre 30 y 40 m³ por hectárea durante la recolección.

TABLA 5

Volumen de agua aplicado al cultivo en la campaña 2022-2023

Mes	Horas de riego mensual por día	Volumen m ³ /ha/día	Volumen m ³ /ha/mes	Procedencia
Agosto	2.0	30.10	903.10	Subterránea
Setiembre	2.0	30.10	903.10	Subterránea
Octubre	2.0	37.00	1,128.60	Subterránea
Noviembre	2.5	37.00	1,128.60	Subterránea
Diciembre	2.5	45.15	1,399.65	Subterránea
Enero	3.0	45.15	1,399.65	Subterránea
Febrero	3.0	45.15	1,399.65	Subterránea
Volumen total por campaña por hectárea			7,134.88	

En el cultivo de espárrago se utilizó un total de 7,134.88 m³/ha.

3.1.7 Análisis del agua de riego

El suministro de agua para el cultivo proviene del pozo de agua subterránea denominado Santa Dominguita, identificado con el código IRHS - 455.

TABLA 6

Análisis químico del agua de riego

PARAMETROS	UNIDAD	VALORES	INTERPRETACION
CE	dS/m	4.53	Extremadamente salina
Ph		7.40	Ligeramente alcalina
Calcio	meq/l	33.88	Alto
Magnesio	meq/l	6.39	Medio
Sodio	meq/l	6.15	Alto
Potasio	meq/l	0.19	Normal
CATIONES			
Cloruro	meq/l	32.45	Alto
Sulfato	meq/l	11.97	Medio
Bicarbonato	meq/l	1.92	Moderado
Nitratos	meq/l	1.18	Medio
Carbonatos	meq/l	<0.02	Bajo
ANIONES			
RAS		1.37	Bajo
Boro ppm		0.16	Bajo

Fuente: Laboratorio Valle Grande

R.A.S.: Relación de Adsorción de Sodio. ppm: mg/L

MEA: Método propio del Laboratorio.
FAAS: Espectrometría de Absorción Atómica
mEq-g/L: miliequivalentes-gramo por litro.

Es esencial realizar pruebas regulares de calidad del agua y controlar los parámetros clave para ajustar las prácticas de riego y mantener la salud del suelo y de los cultivos. Se debe considerar la presencia de contaminantes como los metales pesados, pesticidas y bacterias que pueden causar daños a las plantas o representar riesgos para la salud humana y animal.

3.1.8 Resultados obtenidos en los Análisis de Metales Pesados en el cultivo de Espárrago, híbrido UC 115 F1.

Los metales pesados, con una densidad superior a 5 g/cm³, pueden ser perjudiciales para la vida, incluyendo las plantas, y pueden introducirse en el suelo a través de diversas fuentes y ser absorbidos por los cultivos. Dado que el espárrago es un cultivo perenne, estos metales pueden acumularse en sus tejidos con el tiempo. Metales como el cadmio, plomo, mercurio y el arsénico son tóxicos y pueden provocar problemas de salud si se ingieren en cantidades superiores a las establecidas por la OMS. Consecuentemente, es esencial monitorear y reducir los niveles de estos metales en los espárragos a través de análisis de suelo y del cultivo, uso de mejoradores al suelo, cultivo de variedades resistentes a metales pesados y prácticas de cultivo sostenibles.

En el caso del espárrago, los turiones son la parte comestible de esta hortaliza, por lo que es crucial asegurar que los metales pesados en el suelo no representen un riesgo para la salud humana, ya sea por su consumo en estado fresco, o las aguas subterráneas, ser susceptible a su contaminación, disminuir la productividad de los cultivos y limitar el crecimiento de las plantas. Los límites máximos permitidos, son establecidos por las normativas internacionales, como límite de metales pesados en el suelo, agua, aire, etc., basándose en los riesgos para la salud humana y el medio ambiente. Se realizó dos muestreos, uno inicial para determinar la concentración al inicio del desarrollo vegetativo de los metales pesados en el suelo, y el final, realizado cuando concluye el período vegetativo del cultivo, nos posibilita evaluar el movimiento y concentración de los metales en estudio.

Anaya et.al. [15]. Las hortalizas, como el espárrago tienen la capacidad de absorber metales pesados (MP) tanto a través de sus raíces como de sus hojas. Así, la contaminación de los suelos agrícolas, las aguas de riego y el aire con metales pesados puede llevar a la absorción de estos metales por las hortalizas y su posible ingreso a la cadena alimentaria. Por ejemplo, en suelos con altas concentraciones de metales pesados en el que se cultivan, las verduras de hoja, como la espinaca y la lechuga, suelen acumular los metales pesados, por lo que se recomienda evitar su consumo si se cultivan en estos suelos.

La transferencia de metales pesados del suelo a las diferentes partes de las verduras está influenciada por varios factores, como la especie de verdura, la cantidad de materia

orgánica, el pH del suelo, la textura, la temperatura, la disposición de otros metales, los microorganismos presentes en el entorno y la capacidad de intercambio catiónico del suelo. Así pues, la presencia de metales pesados en las plantas es una consecuencia directa de las características del suelo en el que crecen. Factores como el riego con aguas no tratadas, el uso desmedido de fertilizantes y la polución del aire por partículas de dichos metales, pueden influir notablemente en su contaminación.

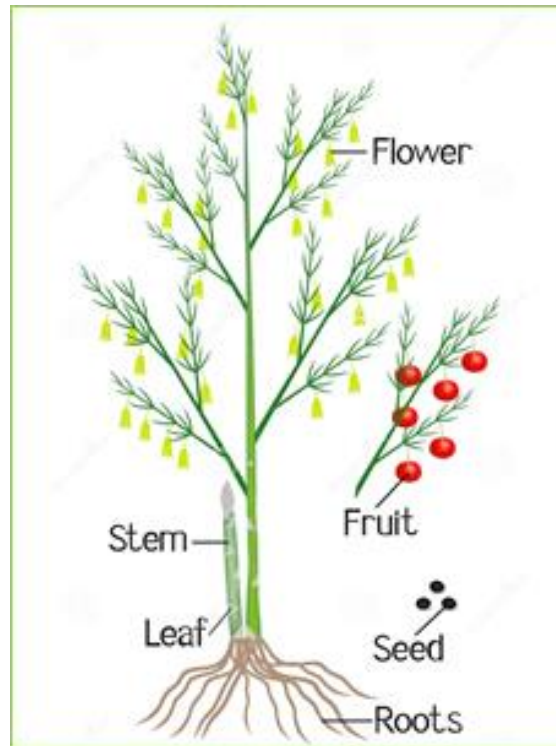


Fig. 3: Imagen de las partes vegetativas del espárrago

El sistema radicular del espárrago es muy desarrollado posee un sistema de raíces que se expande continuamente, el cual se encarga de fijar, de absorber el agua y los nutrimentos, la circulación y el almacenamiento. [16]. El espárrago tiene dos tipos de raíces: las carnosas y gruesas, y las fibrosas, delgadas y cortas. Estas últimas crecen horizontalmente en los primeros 0.5 m del suelo, y de ellas se originan las raicillas o pelos absorbentes, que son más finos y se encargan de la absorción de agua y nutrientes. Estas raicillas se incrementan especialmente durante la fase vegetativa y se reducen en la fase reproductiva, llegando a ser prácticamente inexistentes en el período de receso. Las raicillas se encuentran a mayor profundidad que las raíces carnosas, lo que les permite un mayor desarrollo. [17].

Las raíces carnosas persisten durante varios años, mientras que las fibrosas se renuevan anualmente. Las raíces carnosas tienen la función de acumular reservas (carbohidratos, proteínas y minerales) que posteriormente ayudarán al desarrollo de los tallos (turiones) hasta que emergen a la superficie del suelo. Este sistema radicular podría almacenar los metales pesados, al ser absorbidos conjuntamente con los nutrimentos. [18].

Concentración del metal pesado Cadmio y Cobre en el cultivo de espárrago, híbrido UC 115 F1.

TABLA 7

Concentración del Metal Pesado Cadmio

Parámetros	Metales Pesados Cadmio (Cd) mg/kg			
Fundo "Ivan"	Suelo	Raíz	Hojas	Turiones
ECA Niveles Máximo Permisible	1.4	20	20	0.03
Estado Fenológico Desarrollo vegetativo	1.38	2.88	0.17	1.104

Fuente: Valle Grande. Laboratorio de Química Agrícola. Panamericana Sur. Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima – Perú.

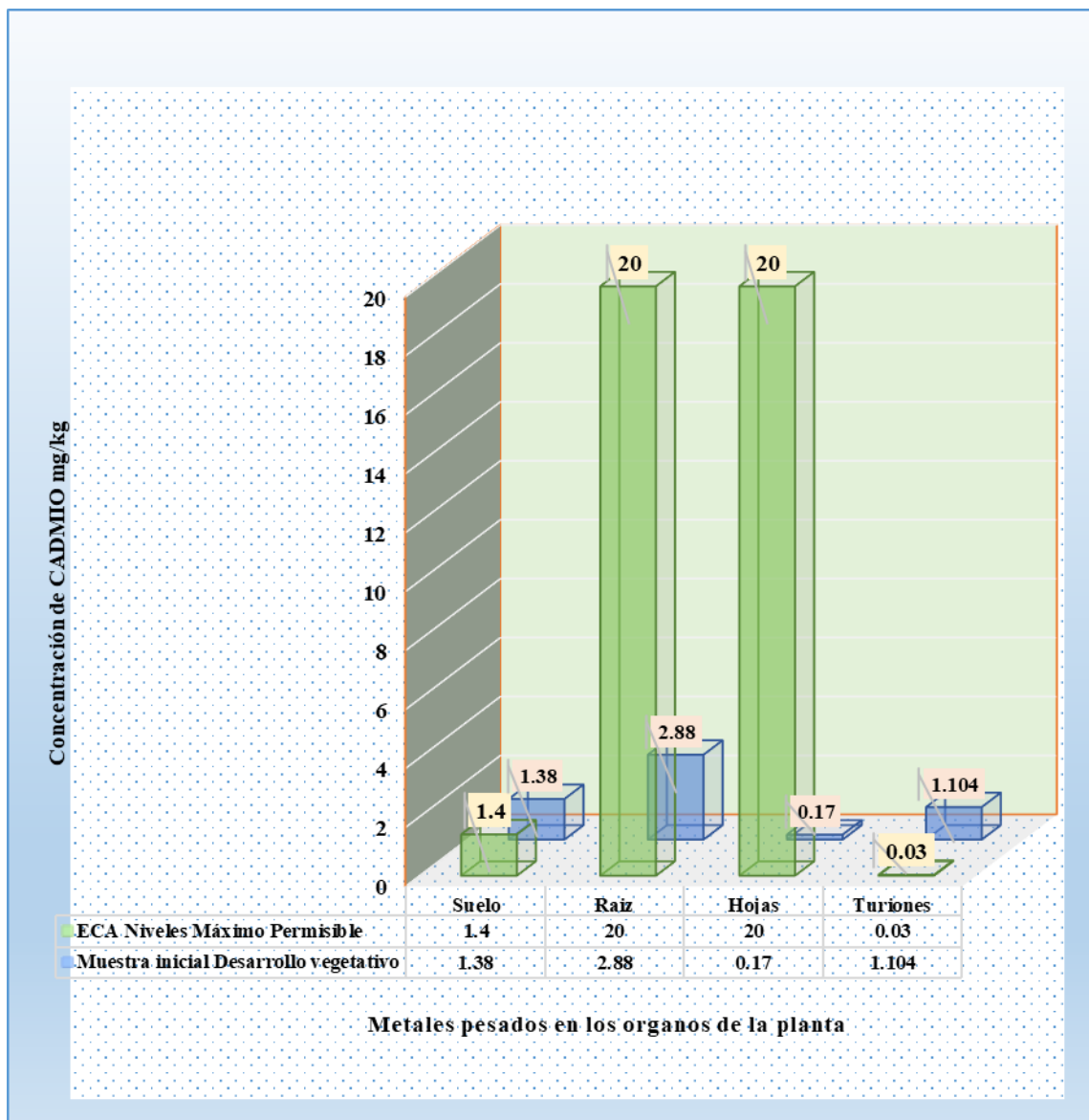


Fig. 4: Análisis de metal pesado Cadmio en el cultivo del Espárrago híbrido UC 115 F1, estado fenológico desarrollo vegetativo.

Concentración de Níquel en el desarrollo vegetativo, en el cultivo del Espárrago híbrido UC 115 F1.

TABLA 8
Concentración Metal Pesado Níquel

Parámetros	Metales Pesados Níquel mg/kg			
Fundo "Iván"	Suelo	Raiz	Hojas	Turiones
ECA Niveles Máximo Permisible	70.0	20.0	20.0	0.4
Muestra inicial Desarrollo vegetativo	0.017	0.01	0.01	0.0012

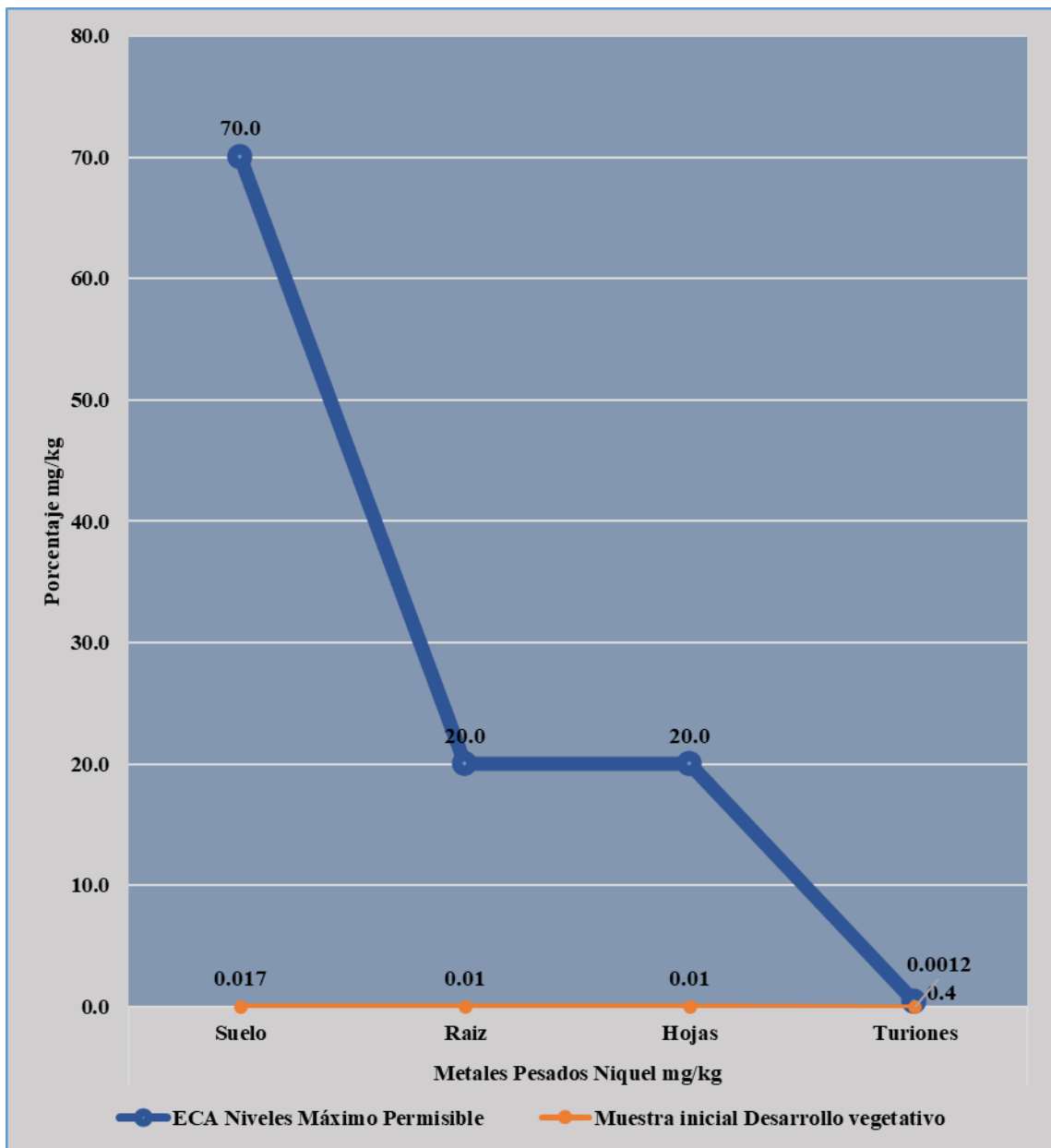


Fig. 5: Análisis de metal pesado Níquel en el cultivo del Espárrago híbrido UC 115 F1, estado fenológico desarrollo vegetativo.

Concentración de Cobre en el desarrollo vegetativo, en el cultivo del Espárrago híbrido UC 115 F1.

TABLA 9

Concentración Metal Pesado Cobre

Parámetros	Metales Pesados Cobre (Cu)mg/kg			
	Suelo	Raíz	Hojas	Turiones
Fundo "Ivan"				
ECA Niveles Máximo Permisible	100.0	20.0	20.0	5.0
Estado Desarrollo vegetativo	94.7	6.13	0.0	14.32

Fuente: Valle Grande. Laboratorio de Química Agrícola. Panamericana Sur. Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima – Perú.

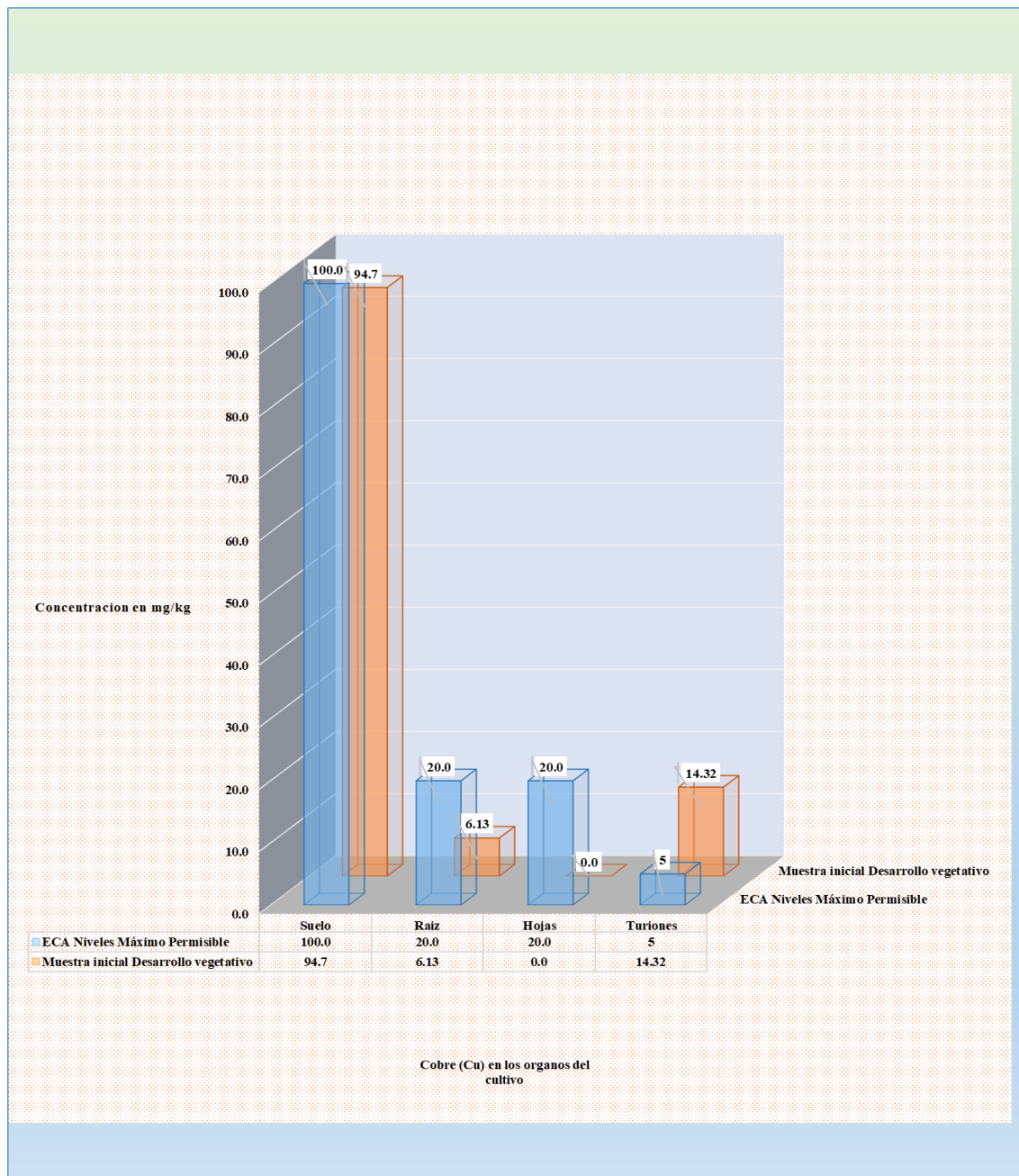


Fig. 6: Análisis de metal pesado Cobre, en el espárrago, híbrido UC 115 F1, estado fenológico desarrollo vegetativo.

Concentración de Níquel al finalizada de la cosecha e inicio de nuevo ciclo, en el cultivo del Espárrago híbrido UC 115 F1.

TABLA 10

Concentración Metal Pesado Níquel en Cosecha

Parámetros	Metal Pesado Níquel mg/kg			
	Suelo	Raiz	Hojas	Turiones
ECA Niveles Máximo Permisible	70.0	20	20	0.4
Estado Fenológico Cosecha	0.084	0.009	1.02	0.0014

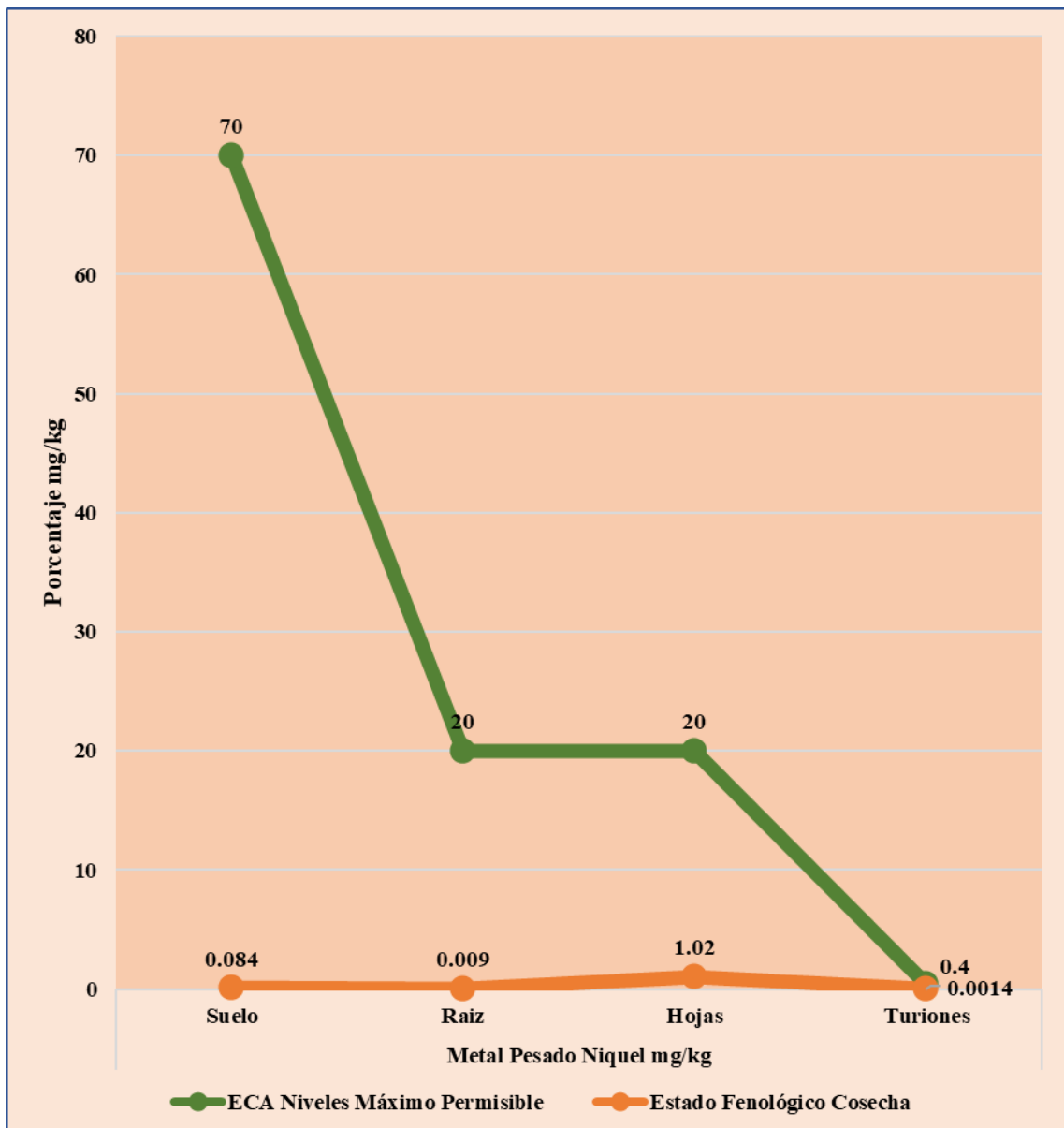


Fig. 7: Análisis de metal pesado Níquel, en el espárrago, híbrido UC 115 F1, estado fenológico desarrollo vegetativo.

Concentración de Cadmio al finalizada de la cosecha e inicio de nuevo ciclo, en el cultivo del Espárrago híbrido UC 115 F1.

TABLA 11
Concentración del Metal Pesado Cadmio

Parámetros	Metales Pesados Cadmio (Cd) mg/kg			
	Suelo	Raíz	Hojas	Turiones
Fundo "Ivan"				
ECA Niveles Máximo Permisible	1.4	20	20	0.03
Estado Fenológico Cosecha	3.4	3.42	0.22	1.48

Fuente: Valle Grande. Laboratorio de Química Agrícola. Panamericana Sur. Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima – Perú.

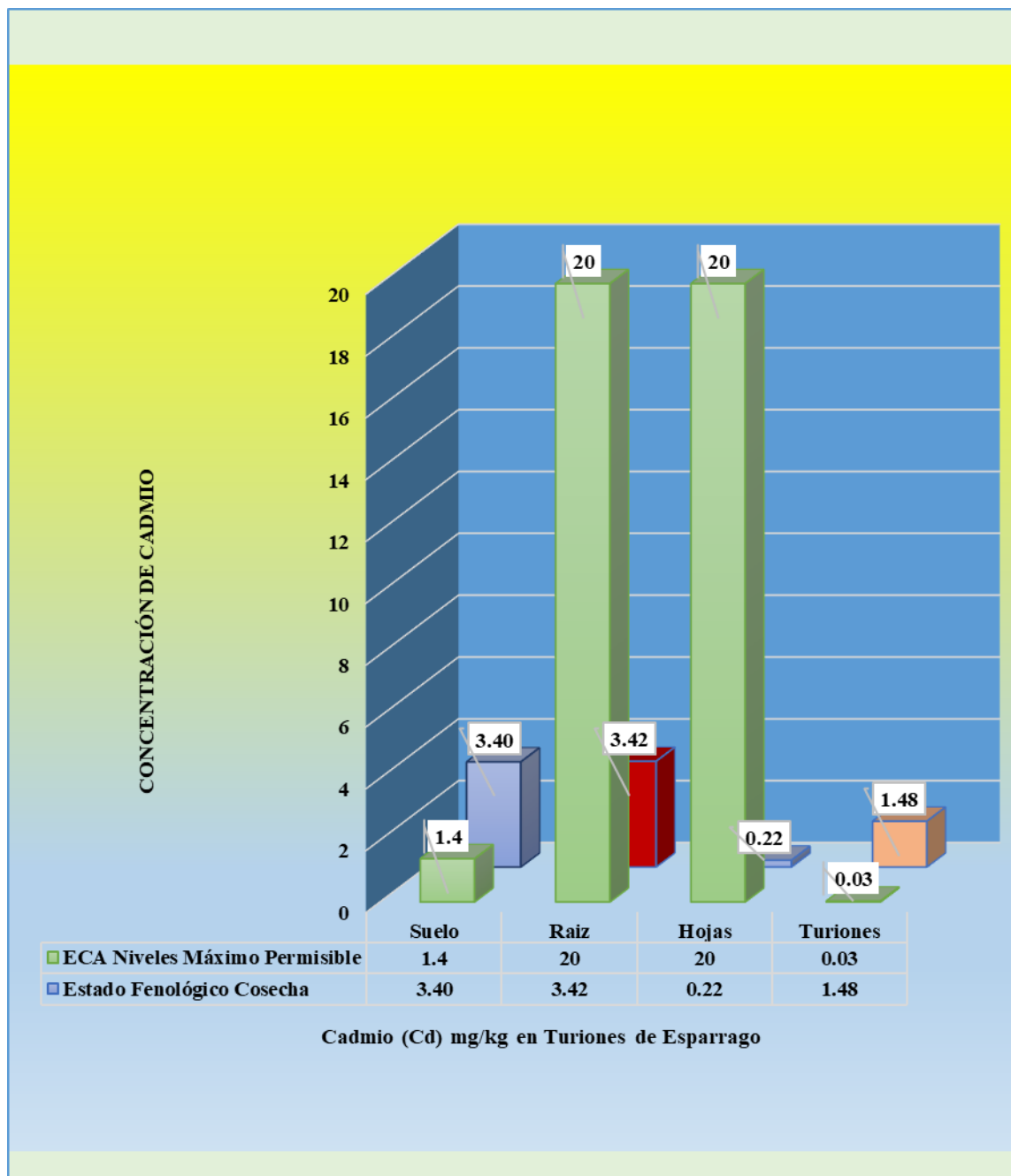


Fig. 8: Análisis de metal pesado Cadmio, en el cultivo del Espárrago híbrido UC 115 F1.

Concentración de Cobre en el desarrollo vegetativo y al finalizar la cosecha, en el cultivo del Espárrago híbrido UC 115 F1.

Concentración Metal Pesado Cobre

Parámetros	Metales Pesados Cobre (Cu)mg/kg			
Fundo "Ivan"	Suelo	Raíz	Hojas	Turiones
ECA Niveles Máximo Permisible	100.0	20.0	20.0	5.0
Estado Fenológico Cosecha	92.5	5.21	6.73	14.32

Fuente: Valle Grande. Laboratorio de Química Agrícola. Panamericana Sur. Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima – Perú.

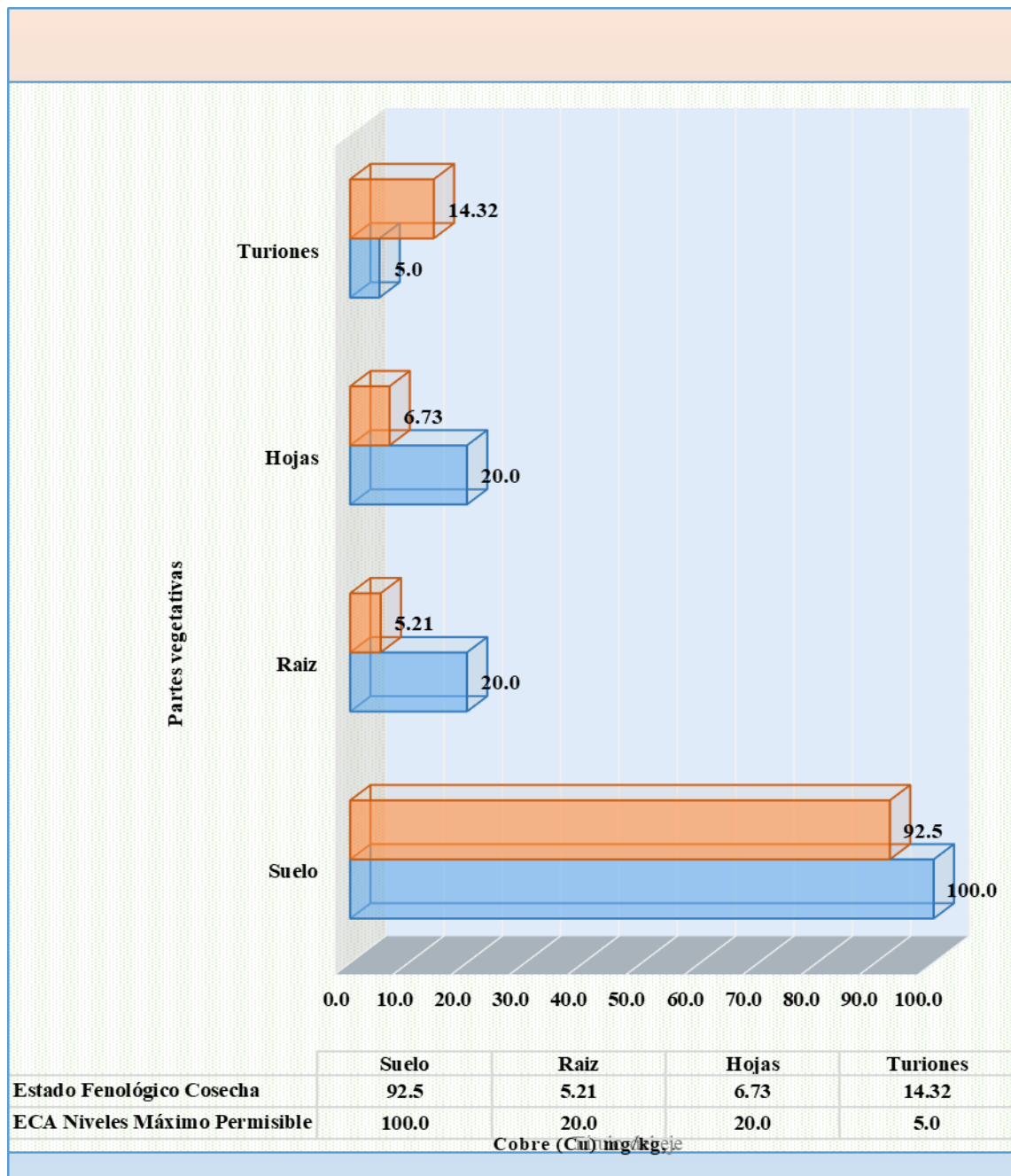


Fig. 9: Análisis de metal pesado Cobre, en el cultivo del Espárrago Híbrido UC 115 F1.

Consolidado general de concentración de metal pesado Cadmio en el cultivo de espárrago, híbrido UC 115 F1.

TABLA 12
Consolidado Metal Pesado Cadmio

Parámetros	Presencia de Metales Pesados (mg/kg)			
	Suelo	Raíz	Hojas	Turiones
Fundo "Ivan"				
ECA Niveles Máximo Permisible "Cadmio"	1.4	20	20	0.03
E.F Desarrollo vegetativo	1.38	2.88	0.17	1.104
E.F Cosecha	3.4	3.42	0.22	1.48

Fuente: Valle Grande. Laboratorio de Química Agrícola. Panamericana Sur. Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima – Perú.

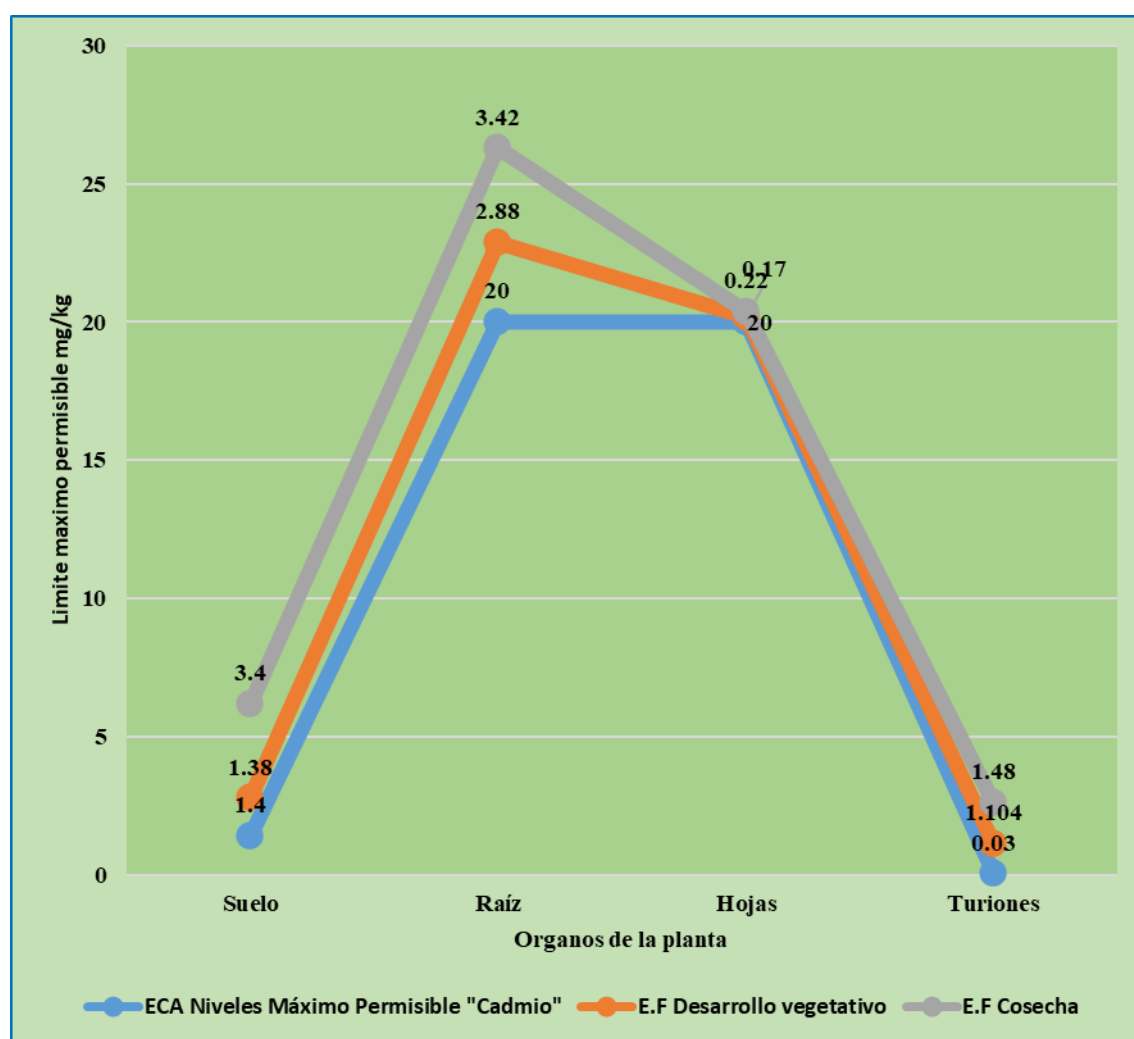


Fig. 10: Concentración de Cadmio en la plantación de espárrago, híbrido UC 115 F1.

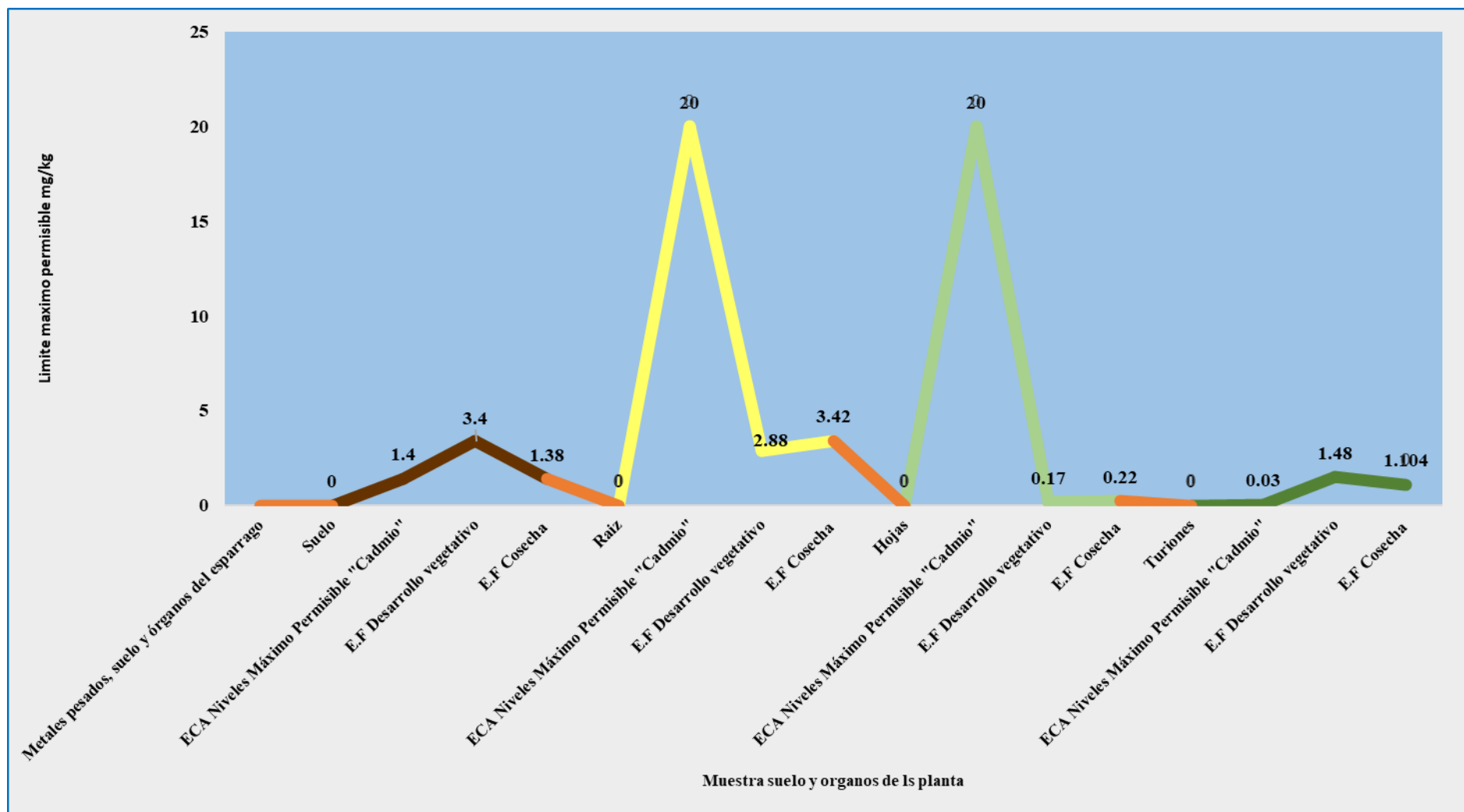


Fig. 11: Consolidado general de concentración de metal pesado Cadmio en el cultivo de espárrago, híbrido UC 115 F1.

El cadmio

El cadmio es un metal pesado no necesario que resulta tóxico para los humanos y el medio ambiente. Se encuentra de forma natural en la corteza terrestre y se libera al entorno debido a actividades humanas como la minería, la fundición y la producción de baterías. Este metal puede acumularse en el suelo y en las plantas, y puede ser ingerido por los humanos a través de alimentos o agua contaminada. La exposición al cadmio puede provocar diversos problemas de salud, incluyendo: daño renal, enfermedad ósea, cáncer y problemas de desarrollo en niños.

El cadmio, clasificado como un metal pesado, es reconocido por su alta toxicidad, compartiendo esta característica con otros elementos como el mercurio y el plomo. Recientemente, ha captado la atención de numerosas investigaciones sobre contaminación en la industria agroalimentaria, tanto en Perú como a nivel global. Esto se debe a que la Unión Europea ha establecido normativas más estrictas que las del CODEX Alimentarius, imponiendo límites máximos más rigurosos para este metal. [19].

La relevancia de investigar la presencia de cadmio en la agricultura y la industria alimentaria se debe a su alta toxicidad y su habilidad para acumularse en organismos vivos. Cultivos de exportación como el pimiento, cacao y espárrago, así como cultivos de consumo local como el arroz, la lechuga, el maíz y varias plantas de hoja verde, son de particular interés debido a su potencial para entrar en la cadena alimentaria a través del consumo de vegetales contaminados por el ganado.

La exposición a este metal puede resultar efectos perjudiciales para la salud, incluyendo daño renal, osteoporosis y cáncer. Por lo tanto, es esencial un seguimiento riguroso del cumplimiento de las regulaciones relacionadas con las emisiones de cadmio, sus niveles en el medio ambiente, alimentos y agua, así como la realización de controles regulares de estos niveles para evaluar el riesgo para la salud de las poblaciones expuestas al cadmio. [20]

El consolidado muestra los niveles de Cadmio en el suelo y la planta, medidos en miligramos por kilogramo (mg/kg).

Suelo: En el entorno, el nivel de Cadmio en el suelo es de 1.38 mg/kg en la etapa de desarrollo vegetativo y de 3.4 mg/kg, en la etapa de la cosecha, ambas muestras están por encima del nivel máximo permisible que es de 1.4 mg/kg. esto indica que el suelo está contaminado con Cadmio.

Raíz: El nivel de Cadmio en la raíz es de 2.88 mg/kg en pleno desarrollo, por debajo del nivel máximo permisible que es de 20 mg/kg y la muestra realizada en la cosecha es de 3.42 mg/kg, esto sugiere que las raíces de la planta de espárrago están absorbiendo el Cadmio presente en el suelo.

Hoja: El nivel máximo permisible de Cadmio en las hojas es de 20 mg/kg y se han encontrado con los valores de 0.17 mg/kg y de 0.22 mg/kg en el desarrollo vegetativo y en la cosecha. Esto indica que las hojas de la planta están acumulando Cadmio, si bien es cierto en pequeñas cantidades. (Tanto para las raíces, como para las hojas se toma como referencia los límites

máximos de residuos, por no contar con información respecto al contenido de metales pesados en las raíces y el follaje del cultivo de espárrago.

Turiones: El nivel de Cadmio en los turiones es de 1.104 mg/kg, y de 1.48 mg/kg, respectivamente que está muy por encima del nivel máximo permisible que es de 0.03 mg/kg. Los turiones son la parte comestible de la planta, por lo que este alto nivel de Cadmio es preocupante y podría representar un riesgo para la salud humana.

Hortoinfo. [21]. Se emitió alerta por parte de las autoridades de España debido a la detección de un nivel elevado de cadmio en un lote de espárragos importados desde Perú, según se ha informado a Hortoinfo a través del Sistema de Alerta Rápida para Alimentos y Piensos (Rapid Alert System for Food and Feed, RASFF), en su informe 2024.0965 del 9 de febrero.

Los espárragos provenientes de Perú presentaban una concentración de cadmio de 0,079 mg/kg – ppm, superando el límite permitido que está fijado en 0,030 mg/kg – ppm. La normativa 2021/1323 de la Unión Europea (UE) estableció una disminución de los niveles máximos de cadmio en frutas, vegetales y cereales.

La alta concentración de cadmio en los espárragos peruanos fue detectada después de realizar un control en la frontera y haber sido liberados para su distribución en España, tal como indica el informe del RASFF, que calificó este incidente como grave.

Redagrícola. [22]. En años recientes, la detección de cadmio en cultivos destinados a la exportación, como el aguacate, espárragos, pimientos, café, cacao, entre otros, ha resultado en la devolución de contenedores, particularmente en el mercado europeo.

Este elemento natural se encuentra en el agua, aire, suelo y fertilizantes, por lo que las plantas acaban absorbiéndolo en diferentes grados. Hasta ahora, no se ha logrado hallar una resolución final. para disminuir la absorción de este elemento natural en los frutos, aunque se están probando algunas estrategias nutricionales.

Consolidado general de concentración de metal pesado Níquel en el cultivo de espárrago, híbrido UC 115 F1.

TABLA 13

Consolidado de la concentración del Metal Pesado Níquel

Parámetros	Presencia de Metal Pesado Níquel (mg/kg)			
Fundo "Iván"	Suelo	Raíz	Hojas	Turiones
ECA Niveles Máximo Permisible "Níquel"	70.0	20.0	20.0	0.4
E.F Desarrollo vegetativo	0.017	0.01	0.01	0.0012
E.F Cosecha	0.08	0.009	1.02	0.0014

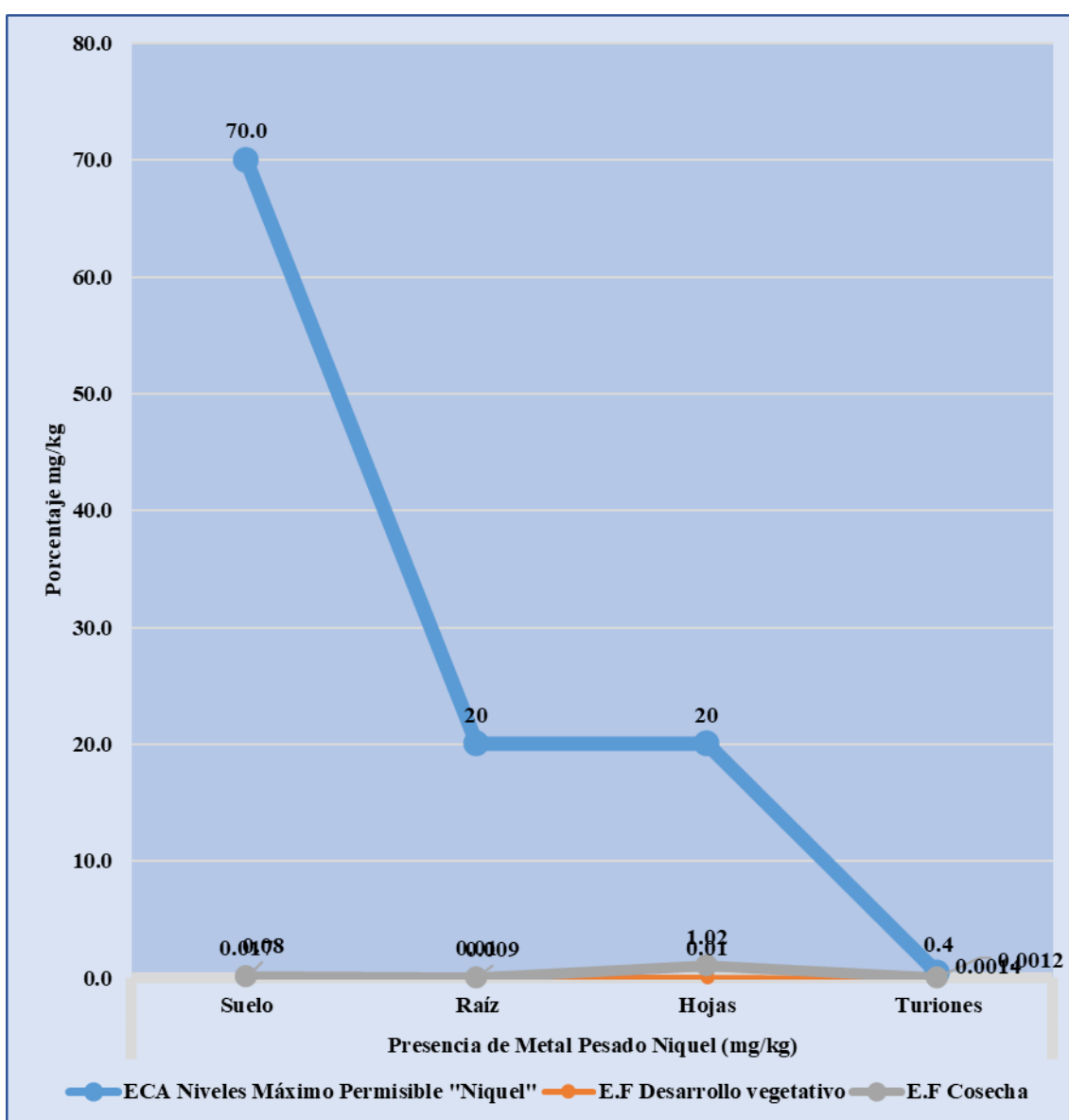


Fig. 12: Consolidado general de concentración de metal pesado Cadmio en el cultivo de espárrago, híbrido UC 115 F1.

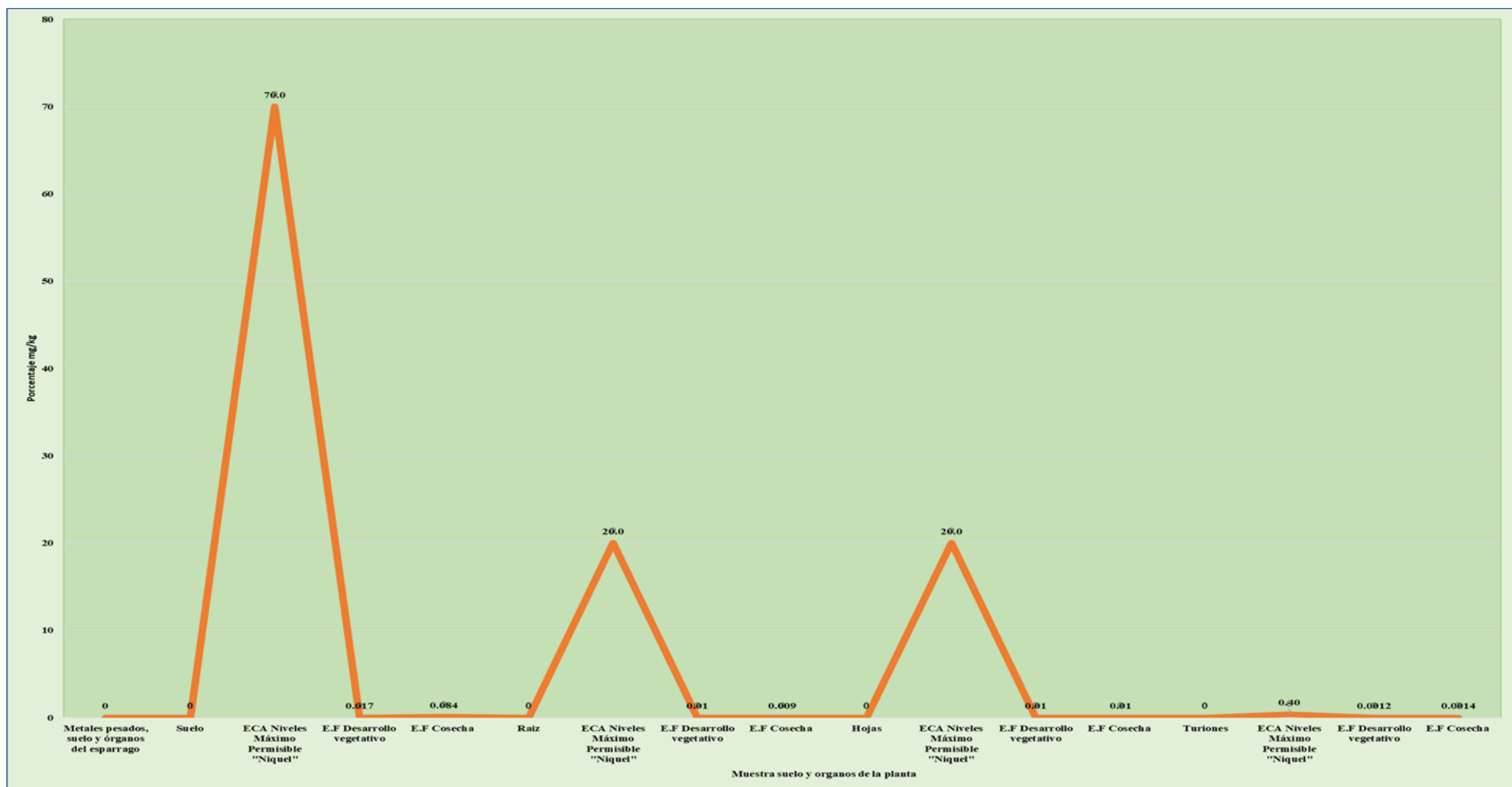


Fig. 13 Consolidado general de concentración de metal pesado Níquel en el cultivo de espárrago, híbrido UC 115 F1.

El cuadro muestra el Consolidado de concentración de Níquel en los órganos de la planta de espárrago, híbrido UC 115 F1.

El Níquel

ATSDR. [23]. La agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades señala que, el níquel, un elemento presente de manera natural en la corteza terrestre, se combina con otros elementos y es expulsado por los volcanes. Se sitúa en la posición 24 en términos de abundancia de elementos. En nuestro entorno, el níquel se halla principalmente en óxidos o sulfuros, combinado con oxígeno o azufre. También se puede encontrar en meteoritos y en el lecho oceánico en forma de nódulos. El núcleo de nuestro planeta contiene un 6% de níquel.

La minería del níquel y las industrias que lo producen o utilizan liberan este elemento a la atmósfera, al igual que las plantas de energía que queman petróleo o carbón y los incineradores de residuos.

El níquel se une a metales como el hierro, cobre, cromo y cinc para formar aleaciones que se emplean en la creación de monedas, joyas, válvulas e intercambiadores de calor. La mayor parte del níquel se destina a la producción de acero inoxidable.

Los compuestos de níquel se utilizan para el niquelado, la coloración de cerámicas, la fabricación de baterías y como catalizadores que aumentan la velocidad de las reacciones químicas. Las industrias que utilizan níquel pueden verterlo en las aguas residuales.

Aunque el níquel se encuentra en el ambiente en cantidades reducidas, puede ser identificado a través de técnicas altamente sensibles. Los alimentos constituyen la principal vía de exposición al níquel, pero también puede estar presente en el aire, agua y tabaco. La exposición al níquel puede darse también a través del contacto cutáneo con tierra, agua y metales que contienen níquel.

El níquel se halla en el acero inoxidable, en algunas monedas y en determinadas joyas. Las personas con implantes corporales hechos de aleaciones que contienen níquel pueden estar expuestas a este elemento. La exposición al níquel puede darse en el feto a través de la sangre materna y en los lactantes a través de la leche materna.

Frecuentemente, desconocemos la forma de níquel a la que estamos expuestos, incluso en lugares de desechos. Dado que el níquel en el aire, suelo, sedimento y rocas está fuertemente ligado a partículas de polvo y tierra, no es fácilmente absorbido por plantas o animales, por lo que generalmente no tiene un impacto significativo en la salud.

La tabla presenta los niveles de níquel, un metal pesado, en diferentes partes del cultivo de espárrago en el Fundo "Iván". Los datos se presentan en miligramos por kilogramo (mg/kg). Los parámetros incluyen el suelo, la raíz, las hojas y los turiones (brotes de espárrago).

La Establecimiento de los Criterios Ambientales de la Comunidad Europea y el Codex Alimentarius han establecido los Niveles Máximos Permisibles de níquel, que son 70.0 mg/kg para el suelo, 20.0 mg/kg para la raíz y las hojas, y 0.4 mg/kg para los turiones.

Durante la etapa fenológica de desarrollo vegetativo del espárrago, los niveles de níquel son significativamente más bajos que los niveles máximos permisibles. En el suelo es de 0.017 mg/kg, en la raíz y las hojas es de 0.01 mg/kg, y en los turiones es de 0.0012 mg/kg.

En la etapa fenológica de cosecha los niveles de níquel aumentan ligeramente en el suelo a 0.08 mg/kg y en las hojas a 1.02 mg/kg, pero siguen siendo más bajos que los niveles máximos permisibles. En la raíz, el nivel de níquel disminuye a 0.009 mg/kg, y en los turiones aumenta ligeramente a 0.0014 mg/kg.

En resumen, los niveles de níquel en todas las partes del cultivo de espárrago y en el suelo del Fundo "Iván" están por debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por la ECA, tanto en la etapa de desarrollo vegetativo como en la etapa de cosecha. Esto sugiere que el cultivo de espárrago en este fundo no está expuesto a niveles peligrosos de níquel.

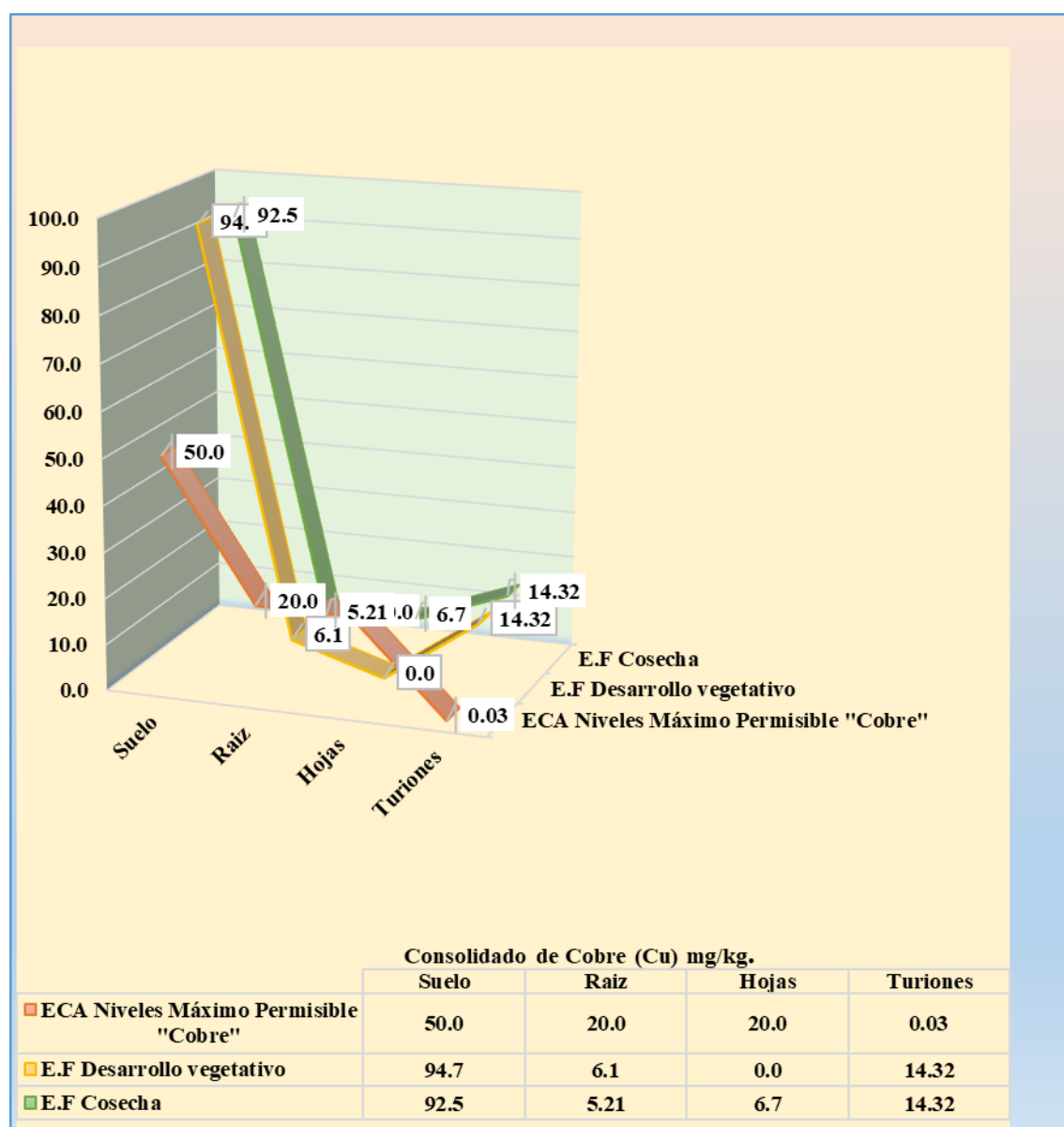
**Consolidado general de concentración de metal pesado Cobre en el cultivo de espárrago,
híbrido UC 115 F1.**

TABLA 14

Consolidado de la concentración del Metal Pesado Cobre

Parámetros	Presencia de Metal Pesado Cobre mg/kg			
	Suelo	Raíz	Hojas	Turiones
Fundo "Ivan"				
ECA Niveles Máximo Permissible "Cobre"	100.0	20.0	20.0	5.0
E.F Desarrollo vegetativo	94.7	6.13	0.0	14.32
E.F Cosecha	92.5	5.21	6.73	14.32

Fuente: Valle Grande. Laboratorio de Química Agrícola. Panamericana Sur. Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima – Perú.



Consolidado de concentración de Cobre en la plantación de espárrago, híbrido UC 115
F1.

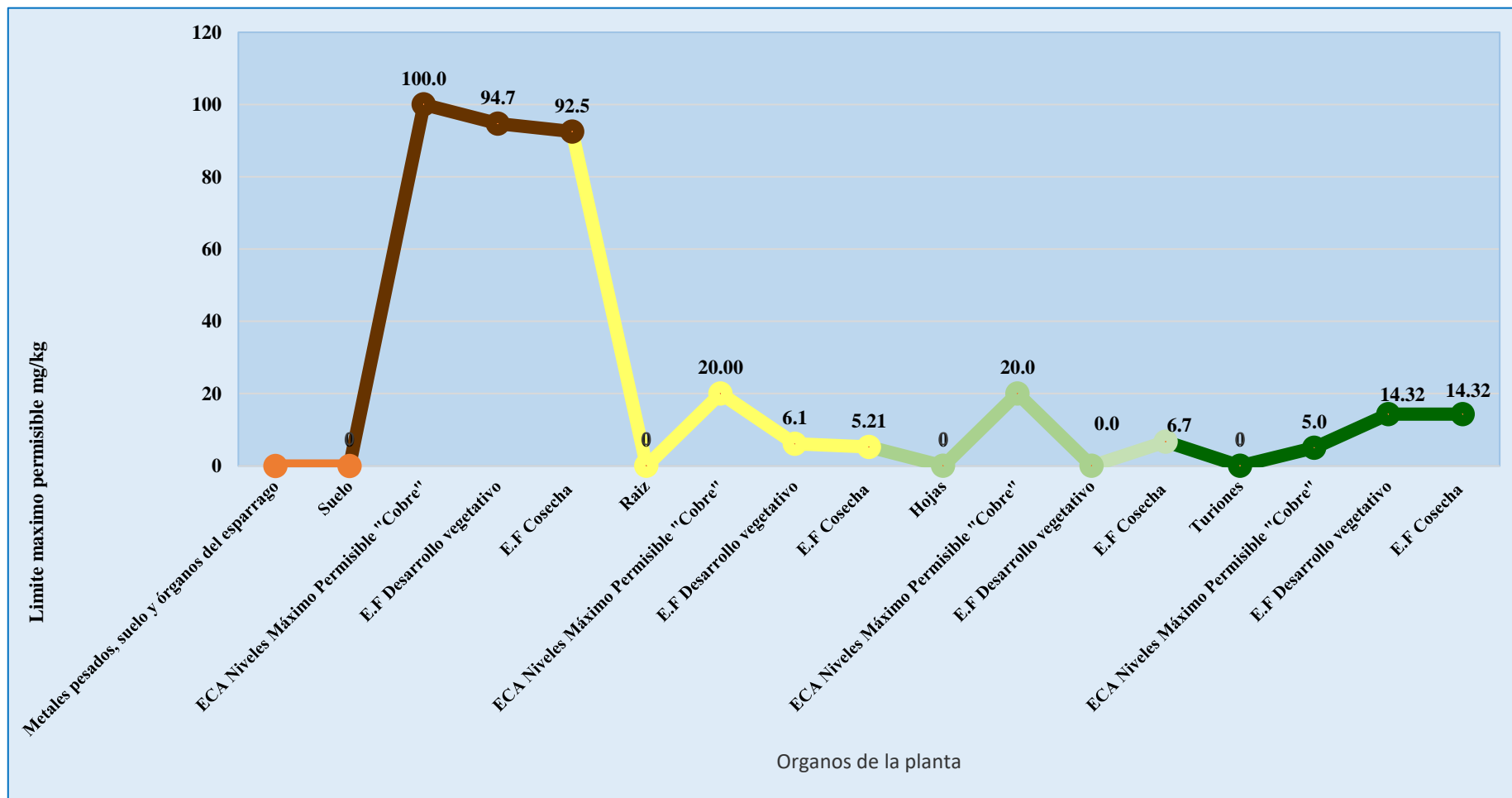


Fig. 14: Consolidado de concentración de Cobre en los órganos de la planta de esparrago, híbrido UC 115 F1.

El cuadro muestra el Consolidado de concentración de Cobre en los órganos de la planta de espárrago, híbrido UC 115 F1.

El Cobre

Los metales pesados que se encuentran con mayor frecuencia son el Zinc (Zn), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Cadmio (Cd), Plomo (Pb), Mercurio (Hg), Arsénico (As) y Cromo (Cr). Estos elementos pueden acumularse en los tejidos del cuerpo humano, por lo que es esencial realizar chequeos regulares para controlar su presencia en el agua, los alimentos y los procesos industriales.

En las aguas residuales domésticas, la concentración de estos metales suele ser baja, mientras que, en las aguas residuales industriales, las concentraciones pueden ser más elevadas. Respecto a los efectos del cobre en la salud humana: La exposición a los vapores de cobre, que pueden producirse en actividades como la soldadura y la metalurgia, puede causar una intoxicación aguda que se manifiesta con fiebre. Además, el cobre puede irritar los ojos, la piel y las membranas mucosas.

La exposición crónica a través de la ingestión puede resultar en síntomas como vómitos, anorexia, náuseas y una decoloración verdosa del cabello y la piel. [24].

Los resultados se comparan con los Niveles Máximos Permisibles (ECA) para el cobre. Los datos se presentan para dos etapas: Desarrollo vegetativo y Cosecha. Los niveles de cobre encontrados en diferentes partes del cultivo de espárrago y en el suelo del Fundo "Iván" fueron. Suelo: Si bien es cierto los niveles de cobre en el suelo están debajo del ECA que es para el cobre en el suelo de un valor de 100.0 mg/kg, los niveles encontrados tanto en la etapa de desarrollo vegetativo con 94.7 mg/kg, como en la etapa de cosecha de 92.5 mg/kg, indican que esta cerca de llegar al límite máximo permisible.

Raíz: Los niveles de cobre en la raíz también están por debajo del ECA en ambas etapas, con 6.10 mg/kg en la etapa de desarrollo vegetativo y 5.21 mg/kg en la etapa de cosecha. El ECA para el cobre en la raíz es 20.00 mg/kg.

Hojas: No se detectó cobre en la etapa de desarrollo vegetativo. Sin embargo, en la etapa de cosecha, los niveles de cobre de 6.7 mg/kg, estuvieron por debajo del ECA de 20.00 mg/kg.

Turiones: En los turiones, los niveles de cobre superaron el ECA tanto en la etapa de desarrollo vegetativo como en la etapa de cosecha, con niveles de 14.32 mg/kg en ambas etapas. El ECA para el cobre en los turiones es 5.0 mg/kg.

Los resultados indican que los niveles de cobre en el suelo y en la mayoría de los órganos del espárrago están por debajo de los niveles máximos permisibles, excepto en los turiones, donde los valores de cobre superan el ECA.

Esto podría indicar una acumulación de cobre en esta parte comestible del espárrago, lo que podría afectar su comercialización y la salud de los consumidores.

Es importante tener en cuenta que el contenido de cobre en el espárrago puede variar en función de diversos factores, como el tipo de suelo, las prácticas agrícolas y las condiciones climáticas. Por lo tanto, los resultados de este estudio no pueden generalizarse a otras zonas de cultivo de espárrago. Se necesitan más investigaciones para determinar el impacto de la contaminación por cobre en el cultivo de espárrago en otras regiones.

IV. DISCUSION

4.1 Discusión de Resultados.

4.1.1 Análisis físico mecánico y químico del suelo.

Siguiendo con el desarrollo de esta investigación se detalló las caracteres físico-químico del suelo en el área experimental respecto al cultivo de espárrago híbrido UC -115-F1.

Según Tabla 1, refiere que el área de superficie del terreno donde se desarrolló el presente estudio es de textura Franca, suelto, con gran profundidad agrícola.

Análisis químico del suelo

Interpretación:

De acuerdo a los resultados (Tabla 2) el Carbonato de Calcio Total presento un valor de 0.17% considerado muy bajo, una Conductividad Eléctrica (E.S) a 25°C dS/m, de 11.33 como una reacción Fuertemente Salino y presenta un pH de 7.56 considerado Medianamente Básico.

La cantidad de fosforo disponible fue de 13.46 ppm considerada adecuado, con un nivel muy bajo de materia orgánica con 0.45%, en relación al Nitrógeno Total el cual tenía un valor de 0.03%, considerado muy bajo, el potasio disponible es alto con 301.40 ppm.

El contenido de Calcio es bajo con 9.14 mEq/100g, el magnesio se encontró en 1.52 mEq/100g, considerado normal, en cuanto al sodio este tenía un valor de 0.42 mEq/100g considerado bajo.

En relación al Potasio es de 0.69 mEq/100g considerado normal. El contenido de porcentaje de Sodio intercambiable; P.S.I tuvo un valor de 11.77, considerado como un suelo Salino. La Capacidad de Intercambio Catiónico - C.I.C. – tuvo un valor fue de 3.58 mEq/100g considerado muy bajo, este valor nos indica el potencial de un suelo para retener e intercambiar nutrientes.

Después de analizar los resultados y su interpretación, podemos afirmar que el espárrago, gracias a su robustez y capacidad para tolerar la salinidad, se adapta con eficacia a casi todos los tipos de suelos, incluyendo aquellos que se consideran salinos. Cruzado. [25]. La mayoría de las verduras se acomodan eficientemente en suelos de tipo Franco y Franco Limoso, a diferencia del espárrago que muestra una preferencia por suelos de tipo Franco, Franco Arenoso y Arenoso.

De acuerdo al Codex Stan 193-1993 para la contaminación de toxinas que se encuentran en alimentos, siendo esta valorada en parámetros o escalas máximos permisibles, dictados por organismos (Codex, OMS, FAO, Ministerio del Ambiental en Perú), teniendo especial cuidado en los suelos agrícolas que podrían contaminarse por la presencia de metales pesados. [14].

Análisis del agua de riego

De acuerdo con el análisis del agua utilizada para riego, esta presenta una conductividad eléctrica de 4.53 dS/m, considerada alta, y un pH de 7.40, lo que indica una ligera salinidad. El contenido de calcio es alto, con 33.88 meq/l, mientras que el de magnesio es medio, con 6.39 meq/l. El sodio se encuentra en 6.15 meq/l, considerado alto, y el potasio en 0.30 meq/l, considerado normal. En lo que respecta a la suma de cationes, el cloruro es alto, con 32.45 meq/l, el sulfato es medio, con 11.97 meq/l, el bicarbonato es moderado, con 1.92 meq/l, los nitratos son medios, con 1.18 meq/l, y los carbonatos son bajos, con un meq/l < 0.02. En cuanto a la suma de aniones, la Relación de Absorción de Sodio (SAR) es baja, con 1.37, y el boro tiene un contenido bajo, con 0.16 ppm. Esto no tendría un impacto negativo en la absorción de los macro y micronutrientes del suelo por parte del cultivo de espárrago.

4.1.2 Referencia de datos meteorológicas

Referente al estado climático Tabla 3, con la temperatura como factor principal para el normal crecimiento, correcto estado de desarrollo del espárrago, con respecto al clima para el cultivo del espárrago, está entre el óptimo de temperatura media adecuada de 17.1°C y 25.5°C, es decir clima sin excesivo calor, siendo las temperaturas registradas en el rango óptimo para el cultivo en la etapa del desarrollo de la investigación.

En relación a la humedad relativa media mensual baja presentada, fue de 63.0 %, y la humedad relativa más alta registrada fue en el mes de agosto con 75.2%, fecha de inicio de desarrollo vegetativo del cultivo, lo que favoreció al cultivo no prosperando en demasía las enfermedades criptogámicas (hongos).

La Horas de sol media mensual en la realización del proyecto fue menor en el mes de enero con 208.6 total de horas de sol y en octubre fue la mayor hora de sol presentada con 270.7 total de horas de sol presentadas durante el estudio.

Con relación a la velocidad del viento, la menor fue registrada en el mes de noviembre con 2.1 m/s y la mayor velocidad fue de 2.5 m/s en el mes de setiembre. No afectando al cultivo.

4.1.3 Concentración del metal pesado Cadmio y Cobre en el suelo, hojas, raiz y turiones del híbrido UC 115 F1.

Resultados del análisis de suelos agrícolas en la Parcela “Iván”.

Interpretación de las concentraciones del metal pesado cadmio y níquel en las muestras realizadas al suelo, raiz, hojas y turiones.

Cadmio en el Suelo Agrícola:

La concentración de Cadmio (Cd), en el cultivo de espárrago híbrido UC 115 F1, en las muestras analizadas arrojan los siguientes datos; en la primera muestra de suelo se encontró un valor de 1.38 mg/kg y en la segunda muestra el valor fue de 3.4 mg/kg.

Los hallazgos indican que los niveles de Cadmio en la primera muestra de suelo están a punto de alcanzar el límite máximo permitido, según lo establecido por la ECA (Evaluación de Calidad Ambiental) MINAN 2017, la Norma de la FAO y la Organización Mundial de la Salud, que fijan un valor de 1.4 mg/kg para los suelos de uso agrícola, la segunda muestra en especial supera largamente el límite, pues su valor fue de 3.4 mg/kg.

Es preciso resaltar que el estudio se basó en determinar la presencia de Cadmio (Cd) y Níquel (Ni) en el cultivo de esparrago, variedad UC 115 F1, el laboratorio donde se enviaron las muestras detecta en la etapa de desarrollo vegetativo para la raíz y las hojas detecta el valor de 0.01 mg/kg en ambos y para los turiones el nivel encontrado fue de 0.0012 mg/kg en el desarrollo vegetativo y de 0.0014 mg/kg en la etapa de cosecha.

Para el muestreo realizado en la etapa de cosecha los niveles detectados fueron para el suelo 0.08 mg/kg, para la raíz fue de 0.009 mg/kg, para la hoja se detectó 1.02 mg/kg y para los turiones fue de 0.0014 mg/kg. Los niveles detectados están muy por debajo de los límites máximo permisible de la Comunidad Europea y el Codex Alimentarius. El nivel máximo permisible de la Comunidad Europea es de 70.0 mg/kg, aunque los niveles son variados la OMS da valores de 35.0 mg/kg 50.0 mg/kg y 70.0 mg/kg en USA el valor es de 420 mg/kg.

El metal pesado Cobre (Cu), cuyos resultados en las 2 muestras fueron de 94.7 mg/kg y 92.5 mg/kg respectivamente, y el valor máximo permisible para este metal es de 100.0 mg/kg. lo que indica que se está cerca del límite, lo que podría ser superado en las siguientes campañas, contaminado el suelo y probablemente sea absorbido por los turiones, contaminándose estos.

Correa. [26]. El investigador principal señala que la contaminación por cadmio en los suelos agrícolas es considerable, principalmente debido a la aplicación de fertilizantes y abonos. Por lo tanto, es esencial llevar a cabo un monitoreo regular de estos niveles, ya que la utilización constante de fertilizantes con alto contenido de zinc o fosfatos podría incrementar aún más la concentración de cadmio en estos suelos. Esta circunstancia es particularmente alarmante, dado que el cadmio puede tener un impacto negativo en la salud humana a través del consumo de alimentos.

Ramírez, [27]. Se indica que el cadmio tiene la capacidad de persistir en los suelos hasta por un período máximo de 300 años, y que el 90% de este metal no sufre alteraciones. Además, se destaca que el cadmio llega al suelo de las áreas agrícolas por diversas vías: a través de la deposición atmosférica (41%), la utilización de fertilizantes fosfatados (54%), el empleo de estiércol como abono (5%) y, En el

contexto de Perú, a menudo a través de efluentes que contienen residuos líquidos y sólidos de instalaciones hidrometalúrgicas de cadmio.

Análisis de la Raíz

En la raíz el nivel de concentración de Cadmio en la primera fue de 2.88 mg/kg; en la segunda muestra el valor encontrado fue de 3.42 mg/kg., niveles por debajo pues no existen valores establecidos para la parte vegetativa por no ser parte comestible, pero se han tomado los límites máximos de residuos, cuyo valor se establece como 20.0 mg/kg (tomado de los valores de los residuos).

En la raíz y las hojas se detectó 0.01 mg/kg en ambos, y se ha tomado los límites máximos de residuos, cuyo valor se establece como 20.0 mg/kg valor tomado de la información con respecto a contenido de metales pesados en los residuos de cosecha.

Para los turiones el nivel encontrado fue de 0.0012 mg/kg. Para el muestreo realizado para la raíz fue de 0.009 mg/kg, para la hoja se detectó 1.02 mg/kg y para los turiones fue de 0.0014 mg/kg. Los niveles detectados están muy por debajo de los límites máximo permisible de la Comunidad Europea y el Codex Alimentarius.

Níquel (Ni) en el cultivo de espárrago, variedad UC 115 F1, el laboratorio donde se enviaron las muestras detecta en la etapa de desarrollo vegetativo para la raíz y las hojas detecta 0.01 mg/kg en ambos.

Análisis en el follaje o hojas modificadas (filocladios)

En las muestras correspondiente al área foliar, se indica que el nivel de acumulación de Cadmio en la primera muestra en la etapa de desarrollo vegetativo fue de 0.17 mg/kg en la segunda fue 0.22 mg/kg muestra tomada en la etapa fenológica de cosecha, antes del desbroce y según el Codex Alimentarius el valor se establece de 20.0 mg/kg de residuos. Si bien es cierto no hay contaminación, pero tanto la raíces como el follaje están contaminados por trazas de los metales pesados en estudio, lo que indica que las raíces acumulan los metales pesados, al igual que el follaje.

Níquel (Ni) en el cultivo de espárrago, variedad UC 115 F1, el laboratorio donde se enviaron las muestras detecta en la etapa de desarrollo vegetativo para las hojas detecta 0.01 mg/kg. en la etapa de desarrollo y el valor de 1.02 mg/kg. en la etapa de cosecha.

Análisis de los Turiones:

Los turiones son la parte comestible indican en la primera muestra para cadmio tuvo un valor de 1.104 mg/kg y la segunda muestra tuvo un valor de 1.48 mg/kg, estos valores indican un nivel de concentración elevado por encima de los Límites Máximos Permisibles de la Comunidad Europea, la cual indica que el nivel máximo permisible en el turión no debe exceder de 0.03 mg/kg., tal como indica el REGLAMENTO (UE) 2023/915 DE LA COMISIÓN EUROPEA, con fecha de 25 de abril de 2023. Las

nuevas restricciones para el plomo en alimentos comenzaron a implementarse a partir del 30 de agosto pasado, y para los niveles de cadmio en alimentos desde el 31 de agosto. En cuanto a los productos que se pusieron a la venta antes de estas fechas, podrán permanecer en el mercado hasta el 28 de febrero de 2022. A partir de esa fecha, deberán ser retirados para su venta.

Esto se especifica en el Reglamento (UE) 2021/1323 de la Comisión, fechado el 10 de agosto de 2021, que altera el Reglamento (CE) n.o 1881/2006 en relación con el límite máximo de cadmio en algunos alimentos (Texto de importancia para el EEE). [26].

El Codex Alimentarius señala un valor de 1.0 mg/kg para los tallos tiernos, hortalizas y brotes apio y espárragos. [27].

Níquel (Ni) en el cultivo de espárrago, variedad UC 115 F1, el laboratorio donde se enviaron las muestras detecta para los turiones el nivel encontrado fue de 0.0012 mg/kg y de 0.0014 mg/kg en la etapa de cosecha. El valor permisible es de 0.4 mg/kg, estando los valores muy por debajo del límite máximo permisible.

Al respecto, Garcilazo [5], Al examinar los brotes de espárrago al comienzo de la cosecha, se encontró que en dos parcelas los niveles de cadmio no alcanzan el límite, pero muestran trazas de 0,0727 y 0,0875 mg/kg. En cinco parcelas, la concentración excede notablemente el estándar, con niveles de 0,1183, 0,1183, 0,200, 0,1394 y 0,143 mg/kg, lo que señala una contaminación de los brotes. Este hallazgo nos lleva a considerar la contaminación del suelo y los alimentos con cadmio, lo cual podría estar afectando la salud de quienes los ingieren. Además, el hecho de que esta contaminación persista a pesar de las técnicas de remediación empleadas evidencia la necesidad de implementar acciones como las prácticas agronómicas, la biorremediación, la fitorremediación, entre otras, de manera constante y a largo plazo.

Análisis de Cobre en el Suelo Agrícola:

La concentración de Cobre (Cu), en el cultivo de espárrago híbrido UC 115 F1, en las muestras analizadas arrojan los siguientes datos; en la primera muestra de suelo se encontró un valor de 94.7 mg/kg y en la segunda muestra el valor fue de 92.5 mg/kg. y el límite máximo permisible es de 100.0 mg/kg, con respecto al cobre los valores o los parámetros establecidos por el reglamento UE 2019/1009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de junio de 2019 que establece un mínimo de 100 ppm y un máximo permisible de 300 ppm.

Estos valores indican que el suelo está cerca de llegar al límite máximo permisible de la norma si se toma en cuenta el valor de 100 mg/kg. lo tendría que tenerse en cuenta para realizar cambios en los niveles de fertilización y de aplicaciones foliares a base de fungicidas cúpricos. [28].

Análisis de Cobre en las Raíces

En la Raíz en la etapa fenológica del desarrollo vegetativo la primera muestra tuvo un valor de 6.13 mg/kg, la segunda fue de 5.21 mg/kg, en la etapa fenológica de cosecha, no superando el valor establecido que es de 20.0 mg/kg. Valor tomado de los límites máximos de residuos, debido a que no hay información con respecto a contenido de metales pesados para la raíz del cultivo de espárrago.

Análisis de Cobre en el follaje

Hojas la primera muestra el valor fue de 0.00 e mg/kg n el desarrollo vegetativo y la segunda muestra en cosecha fue de 6.73 mg/kg, al igual que la raíz no supera el limite máximo permisible que es de 20.0 mg/kg tomado de los límites máximos de residuos, debido a que no hay información con respecto a contenido de metales pesados para la raíz del cultivo de espárrago. El NM no se aplica al follaje (seco), ya que no es una parte del cultivo que se consume.

Análisis de Turiones

En el analisis efectuado a los turiones en etapa de finalización de la cosecha e inicio del nuevo desarrollo vegetativo, la muestra tuvo un valor de 14.32 mg/kg, al finalizar la campaña agrícola se tomó la segunda muestra en la etapa fenológica de cosecha, teniéndose un valor de 14.32 mg/kg, la norma internacional establece un valor de 5.0 mg/kg. para cobre. Ejemplo; las muestran de los rangos examinados de los cuatro elementos en todas las verduras estudiadas (en peso fresco) y se contrastaron con los límites establecidos en la Norma Cubana (NC 493 2006).

CUADRO VI. CUMPLIMIENTO DE LA NORMA CUBANA SOBRE CONTAMINANTES METÁLICOS EN ALIMENTOS

	Concentración (mg/kg) peso fresco (n=73)			
	Cu	Pb	Zn	Cd
Niveles encontrados en las hortalizas.	(0.06-4.71)	(<0.08-0.28)	(0.3-20.7)	(<0.025-0.100)
Niveles máximos permitidos.	5	0.1	10	0.1
Número de muestras que excedieron los valores límite.	0	8 (12.5 %)	3 (4 %)	1 (1.3 %)

Tomado de: Olivares Rieumont et al. Niveles de cadmio, plomo, cobre y zinc en hortalizas cultivadas en una zona altamente urbanizada de la ciudad de la Habana, Cuba 2013.

En resumen, los niveles de cobre en el suelo y en la mayoría de los órganos del espárrago están por debajo de los niveles máximos permisibles, excepto en los turiones, donde los niveles de cobre superan el ECA. Esto podría indicar una acumulación de cobre en esta parte del espárrago.

Níquel (Ni) en el cultivo de espárrago, variedad UC 115 F1, el laboratorio donde se enviaron las muestras detecta en la etapa de desarrollo vegetativo para la raíz y las

hojas detecta el valor de 0.01 mg/kg en ambos y para los turiones el nivel encontrado fue de 0.0012 mg/kg en el desarrollo vegetativo y de 0.0014 mg/kg en la etapa de cosecha.

4.1.4 Análisis realizados a los turiones de espárrago del híbrido UC 115 F1.

Basándonos en los resultados de las muestras tomadas a los turiones de espárrago al concluir la cosecha de la campaña previa y las muestras al comienzo de la cosecha de una nueva campaña en la Parcela “Iván” en el sector Santa Matilda de la Venta Baja, distrito de Santiago Ica, sobre el cadmio, un metal pesado, el análisis con código: 1156-01F -2022, nos indica que los turiones presentan un nivel de contaminación por cadmio (Cd) de 1.104 mg/kg, superando ampliamente el límite máximo permitido por la normativa, dado que el estándar de la Comunidad Europea es de 0,03 mg/kg y en los EE. UU., es de 0,1 mg/kg en los alimentos. Al concluir el periodo de crecimiento de la nueva campaña, las muestras de turiones con código de muestra: 615-02F -2023 mostraron una concentración de cadmio de 1.48 mg/kg., lo que, al compararlo con el análisis inicial, indica un incremento en el contenido de cadmio en los turiones, superando ampliamente en ambas muestras el nuevo límite de 0.03 mg/kg establecido por la Comunidad Europea. Rodríguez-Serrano. [18], en su investigación titulada: “La toxicidad del cadmio en las plantas. Ecosistemas 17(3):139-146”, realizada en el año 2008, apunta que el cadmio, un metal pesado no esencial y poco abundante en la corteza terrestre, ha experimentado un aumento significativo en su acumulación en las últimas décadas debido a la actividad industrial y que una posible fuente de contaminación por cadmio en los humanos es el consumo de plantas contaminadas con este metal. Por ello, es fundamental comprender los mecanismos de toxicidad del metal en las plantas, así como sus mecanismos de defensa. En este estudio, se revisan las principales fuentes de contaminación por cadmio, la toxicidad del metal y los mecanismos de hiperacumulación y fitoextracción de cadmio. La contaminación por cadmio puede causar problemas serios en todos los seres vivos, siendo altamente tóxico para los humanos.

4.2 Contratación de la hipótesis general

Según los resultados en cuanto a la hipótesis general, en la cual se señala que, el suelo, el follaje y los turiones de espárrago, probablemente se encuentren contaminados por cadmio y cobre en la zona baja del valle de Ica. Podemos señalar que se ha comprobado la presencia de cadmio y cobre en el suelo y su acumulación en las raíces, follaje y turiones en el cultivo, cuyos valores obtenidos mediante muestreo y posterior análisis indican presencia de estos elementos en un primer resultado para el suelo de cadmio con 1.38 mg/kg cerca del límite máximo permisible, sobrepasando en la segunda muestra con 3.4 mg/kg, el límite permisible por la norma la cual indica un valor de 1.4 mg/kg. Para el Cobre se detecto en el suelo un

valor de 94.7 mg/kg en el primer muestreo y en el segundo muestreo el valor fue de 92.5 mg/kg. valores cerca al límite máximo permisible de 100.0 mg/kg.

Con respecto al área radicular los resultados obtenidos en las dos (2) muestras fueron las siguientes: en el desarrollo vegetativo fue de 2.88 mg/kg, y en el muestreo en la cosecha tuvo un valor de 3.42 mg/kg. Para el cobre se detectó en el sistema radicular 6.13 en el primer muestreo y en el segundo muestreo un valor de 5.21 mg/kg.

El área foliar o el follaje de la plantación al igual que le área radicular presento trazas de este metal pesado cuyos resultados son los siguientes 0.17 mg/kg, y 0.22 mg/kg respectivamente. Para el cobre en el primer análisis no se obtuvo resultado, en el segundo análisis se detectó un valor de 6.73 mg/kg. Se han establecido los límites máximos de residuos, ya que no se dispone de información sobre la presencia de metales pesados en el follaje del cultivo de espárrago.

Los turiones, son la parte comestible de la planta para este estudio se realizó dos (2) muestreos para detectar la presencia de los metales pesados en estudio, los resultados indican la presencia de estos que superan los límites establecidos por las normativas nacionales e internacionales.

En los analisis realizados, en el primer análisis el resultado de cadmio fue de 1.104 mg/kg y en el segundo analisis el resultado arroja un valor de 1.48 mg/kg, superan los dos muestreos ampliamente los limites máximo permisible de las normas, siendo la de la Unión Europea (UE) de 0,030 mg/kg – ppm, según el Reglamento 2021/1323, y el de Codex Alimentarius que es de 0,10. mg/kg – ppm. Para el cobre el valor inicial en el desarrollo vegetativo fue de 14.32 y en el segundo analisis el valor fue de 14.32 mg/kg, superando ampliamente el valor máximo permisible que es de 5.0 mg/kg.

4.3 Contrastaciones de la hipótesis específica

Según la evaluación realizada en el estudio, comprobar la contaminación del suelo y el cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis* L.), híbrido UC 115 F1, por los elementos tóxicos Cadmio y Cobre en la zona baja del valle de Ica. El suelo, follaje y los turiones de espárrago, pueden estar contaminación por elementos tóxicos como cadmio y cobre que afectarían la calidad comercial y la exportación del híbrido UC 115 F1.

Los turiones de espárrago, cosechados pueden alcanzar niveles de contaminación por cadmio y cobre que exceden los Límites Máximos Permisibles según el Codex Alimentarius y la Norma Peruana.

Se ha comprobado que el suelo y los turiones están contaminado con cadmio y cobre, la importancia radica que el consumo de los turiones es mayormente en estado fresco, pero tambien en conserva.

Islas. [29]. Se realizó un estudio para la eliminación de arsénico, cadmio y cobre de las aguas residuales industriales que excedían los límites establecidos por la ley mexicana, utilizando

el método de fitoextracción. Se realizaron tres experimentos: (1) mezcla de contaminantes en un ambiente neutro, (2) mezcla de contaminantes en un ambiente ácido y (3) contaminantes individuales en un ambiente neutro. La fitoextracción se implementó a través de la construcción de un humedal artificial con plantas acuáticas: lirio de agua (*Eichhornia crassipes*), milhojas acuática (*Myriophyllum aquaticum*) y lenteja de agua (*Wolffia columbiana*).

Evaluó la capacidad de fitoextracción a través del factor de bioconcentración, que reveló que las especies eran hiperacumuladoras de cadmio y cobre (ya que su concentración excedía el 0.1% en biomasa seca) y acumuladoras de arsénico.

Perales. [30]. Basándose en la acumulación de metales pesados en órganos de almacenamiento (raíces, tallos) de cultivos hortícolas, indicó que sus órganos (raíces, tallos) contienen gran cantidad de plomo.

Dueñas-Rivadeneira y Intriago. [31]. El estudio se enfocó en el uso de fertilizantes orgánicos como el compost y el humus, derivados de residuos orgánicos, que están adquiriendo popularidad en varios cultivos. Se consideró fundamental evaluar la presencia de metales pesados, ya que su acumulación en el suelo y los sustratos puede desequilibrar el balance biológico y tener un impacto en la salud humana, lo que representa retos para la seguridad alimentaria y la salud pública. El objetivo del estudio fue detectar la presencia de metales pesados como cobre (Cu), plomo (Pb), níquel (Ni) y cadmio (Cd) en las materias primas (pasto de corte, gallinaza, cáscara de maní y estiércol de vaca) utilizadas en la producción de fertilizantes orgánicos en la asociación de productores de cacao Fortaleza del Valle. Los resultados, que fueron validados estadísticamente, mostraron que el contenido de Cu, Pb, Ni, Cd en cada una de las materias primas y fertilizantes orgánicos estaba dentro de los límites permitidos según el Manual técnico para el registro y control de fertilizantes, enmiendas de suelo y productos afines de uso agrícola emitido por AGROCALIDAD en 2020.

La contrastación de la hipótesis general y específica, ha permitido verificar en el contexto del estudio, que el suelo y los turiones si están contaminados con los elementos tóxicos Cadmio y níquel y que se encuentran niveles bajos en las raíces y el follaje que no superan los límites máximo permisible, pero que si muestran contaminación con los metales pesados en estudio. Al confirma la hipótesis, se genera nuevas investigaciones al informar al agricultor, los responsables de la política agrícola, para poder tomar medidas para reducir la contaminación del suelo y proteger el cultivo y reducir la contaminación del medio ambiente.

Dado que los metales pesados pueden tener efectos perjudiciales para la salud humana, la contrastación de la hipótesis es esencial para garantizar la seguridad alimentaria y proteger la salud pública.

Diario Oficial El Peruano. [32]. Se deben cumplir los siguientes requisitos sanitarios y fitosanitarios para la exportación de espárragos frescos a Estados Unidos y a los países de la

Comunidad Europea: Se requiere la certificación de las áreas de producción. Es necesario obtener la certificación de las instalaciones de procesamiento primario (empaquetadoras).

Los envíos deben contar con una certificación fitosanitaria. Se debe presentar un certificado de análisis que confirme la ausencia de residuos de plaguicidas y metales pesados.

Entonces, la contrastación de la hipótesis es un paso fundamental en cualquier investigación científica y tiene implicaciones importantes en este contexto, se comprende la hipótesis planteada en este estudio, dándose validez a la hipótesis.

V. CONCLUSIONES

El ensayo para: Comprobar la contaminación del suelo y el cultivo de Espárrago (*Asparagus officinalis* L.), Híbrido UC 115 F1, por los elementos tóxicos Cadmio y Cobre en la zona baja del valle de Ica – 2022, para el contexto en que se llevó a cabo, tenemos las siguientes conclusiones:

- 5.1 La propiedad física del suelo es de textura Franca, lo cual es beneficioso para el cultivo de espárrago, siendo crucial para su crecimiento y evolución.
- 5.2 A pesar de la baja fertilidad, las propiedades químicas del suelo no son restrictivas, ya que se pueden corregir mediante una adecuada fertilización en términos de cantidad y tiempo, basándose en los análisis de suelo y foliar, así como en las aplicaciones de materia orgánica.
- 5.3 Los datos meteorológicos, el manejo agronómico por personal capacitado, han sido adecuados en el ensayo.
- 5.4 En referencia a los límites máximos permisibles de metales pesados; la presencia de cadmio y cobre en el suelo y su acumulación en las raíces, follaje y turiones en el cultivo, cuyos valores obtenidos mediante muestreo y posterior análisis indican presencia que estos elementos en el suelo, el cadmio excede los niveles y el cobre está cerca al límite máximo permisible, en referencia al níquel en las muestras los niveles están muy por debajo del límite máximo permisible.
- 5.5 Con respecto al área radicular y el follaje presentaron trazas de los metales pesado en estudio. Los turiones, parte comestible indica la presencia de estos metales superando los límites permisibles de acuerdo a la normativa nacional e internacional, la Union Europea y el Codex Alimentarius.

VI. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones extraídas y los análisis realizados, se hacen las siguientes recomendaciones:

- 6.1. Realizar u continuar los estudios de concentración de metales pesados, tomando en cuenta las etapas fenológicas del cultivo de esparrago, también incluir otros cultivos agroexportables de la zona, incluyendo análisis del agua de riego.
- 6.2. Coordinar para hacer de conocimiento y/o brindar capacitaciones en referencia a los metales pesados en el suelo y el cultivo, dando a su vez alternativas de remediación de los suelos para disminuir el nivel de concentración de estas sustancias toxicas en los cultivos.
- 6.3. Establecer seguimientos nutricionales y/o análisis físicos – químicos incluidos metales pesados que nos permita establecer cuadros comparativos y a su vez tomar medidas preventivas, como identificar el origen de los fertilizantes y pesticidas empleado en la nutrición del cultivo.
- 6.4 Incluir en los futuros análisis los metales pesados más tóxicos o un barrido de estos en los cultivos alimenticios de consumo frecuente por la población, a fin de conocer su posible contaminación e implementar la remediación de estos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Smart Fertilizer Management (2010). Análisis Foliar.
- [2] Agricultures. Red de Especialistas en Agriculturas. 2020-07-08. La importancia de Consumir Hortalizas y los Beneficios que aportan a la Salud. [On Line] Disponible en: <https://agriculturers.com/la-importancia-de-consumir-hortalizas-y-los-beneficios-que-aportan-a-la-salud/>
- [3] InfoMercado. 2022-04-24. Metales pesados en alimentos peruanos: Conoce todos los productos rechazados en Europa. [On Line] Disponible en: <https://agronegociosperu.org/2022/04/13/metales-pesados-en-alimentos-peruanos-conoce-todos-los-productos-rechazados-en-europa/>
- [4] P. Quero, M. Zorrilla, S. Morales y M. Rodríguez. “Determinación de la Contaminación por Metales Pesados en Suelos aledaños a la Empresa Electroquímica de Sagua”. SciELO Cuba. Revista Centro Azúcar. Facultad de Química y Farmacia. Cuba. 2017.
- [5] J. Garcilazo. “Evaluación de la contaminación por cadmio en el cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis*) CV. UC 157-F1- en campo de pequeños agricultores en la zona de Santiago- La Venta con énfasis en el cadmio en turiones”. Para optar el grado de Doctor en Gestión Ambiental. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Escuela de Posgrado Doctorado en Gestión Ambiental. Ica 2021.
- [6] V. Almeyda. “Efecto de la Aplicación de Fertilizantes, Fosfatados en la Contaminación por el Cadmio de Suelos Agrícolas de la Zona Baja del Valle de Ica – 2018”. Para optar el grado de Doctor en Gestión Ambiental. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Escuela de Posgrado Doctorado en Gestión Ambiental. Ica. 2019.
- [7] C. Arévalo, E. Arévalo, A. Farfán y Z. Baligar. “Metales Pesados en Suelos, Hojas y Granos de Zonas Cacaoteras del Perú. 2017”. International Symposium on Cocoa Research (ISCR), Lima, Perú. [On Line] Disponible en: <https://www.icco.org/wp-content/uploads/T6.72.-METALES-PESADOS-EN-SUELOS-HOJAS-Y-GRANOS-DE-ZONAS-CACAOTERAS-DEL-PERU-.pdf>
- [8] S. Gonzales. “Evaluación de la distribución del cadmio en el suelo y en la raíz de la planta de cacao en Pucayacu, Huánuco 2017”. Tesis para obtener el Título de Ingeniera Ambiental. Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. 2017.
- [9] P. Quero, M. Zorrilla, S. Morales y M. Rodríguez. “Determinación de la Contaminación por Metales Pesados en Suelos aledaños a la Empresa Electroquímica de Sagua”. SciELO Cuba. Revista Centro Azúcar. Facultad de Química y Farmacia. Cuba. 2017.
- [10] AGQ Labs México. 2022.07.04. Metales pesados en alimentos y la importancia de medirlos. [On Line] Disponible en: <https://agqlabs.mx/2022/07/04/metales-pesados-alimentos-importancia/>

- [11] F. Riveros. 2015.12.15. Nivel de contaminación con metales pesados en suelos agrícolas y sus efectos en hortalizas en el valle Higuera, Huánuco. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Investigación Valdizana Vol. 8, N° 2, Julio - diciembre, 2014. ISSN 1994 - 1420
- [12] Departamento de Salud y Servicios para Personas Mayores de New Jersey. 2023.12.23. Sulfato de Níquel. Hoja Informativa Sobre Substancias Peligrosas. [On Line] Disponible en: <https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1348sp.pdf>
- [13] J. Talledo. 2016/01/15. “Más de cien ríos están contaminados con coliformes o metales”. Diario El Comercio. Autoridad Nacional del Agua (ANA). [On Line] Disponible en: <https://elcomercio.pe/peru/cien-rios-contaminados-coliformes-metales-262889-noticia/>
- [14] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2018.05.07. La contaminación de los suelos está contaminando nuestro futuro. Alianza Mundial por el Suelo. [On Line] Disponible en: <https://www.fao.org/globalsoilpartnership/resources/highlights/detail/es/c/1127957/>
- [15] M. Anaya, F. Rangel, J. Iannacone y L. Romero. Metales pesados en hortalizas y suelos agrícolas irrigados con aguas superficiales: una revisión sistemática. Artículos de Investigación. Idesia vol.40 no.3 *versión On-line* ISSN 0718-3429 Scielo, Arica 2022. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292022000300033>
- [16] G. Sánchez & J. Sánchez. Manejo integrado del cultivo del espárrago en el Perú. Instituto Peruano del Espárrago y Hortalizas. Lima. Perú. PE. 117 p. 2008.
- [17] M. González y A. Pozo. El cultivo del espárrago [en línea]. Chillán, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 6. 1999. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7451> (Consultado: 10 mayo 2024).
- [18] M. Rodríguez-Serrano, N. Martínez-de la Casa, M. Romero-Puertas, L. Del Río y L. Sandalio. Toxicidad del cadmio en plantas. Revista Ecosistemas, 17(3). 2018.
- [19] DIARIO OFICIAL DE LA UNIÓN EUROPEA. (2014). REGLAMENTO (UE) No 488/2014 DE LA COMISIÓN de 12 de mayo de 2014 que modifica el Reglamento (CE) no 1881/2006 por lo que respecta al contenido máximo de cadmio en los productos alimenticios.
- [20] D. Arévalo y V. Brian. “Determinación de metales pesados presentes en los cultivos de cacao Theobroma cacao en el pueblo la Esmeralda del Cantón Montalvo”. Trabajo de Titulación presentada como requisito previo al Título de Químico Farmacéutico. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas carrera química y farmacia. Guayaquil – Ecuador 2023-2024.
- [21] Hortoinfo. 2024.09.02. España emite una alerta por haber importado espárragos desde Perú que contenían Cadmio. [On Line] Disponible en: <https://hortoinfo.es/espana-emite-una-alerta-por-haber-importado-esparragos-desde-peru-que-contenian-cadmio/>
- [22] Redagrícola. 2023.11.23. La absorción del cadmio en fruto se reduciría con una mejor

- Nutrición. Tecnología. Suelos. [On Line] Disponible en: <https://redagricola.com/la-absorcion-del-cadmio-en-fruto-se-reduciria-con-una-mejor-nutricion/>
- [23] ATSDR. 2005.08.02. Agencia para sustancias toxicas y el registro de enfermedades. Resumen de salud pública Níquel CAS#: 7440-02-0 Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública.
- [24] E. Martínez. 2018.06.07. Metales pesados y la importancia de su análisis rutinario. Microlab. Industrial. [On Line] Disponible en: <https://www.microlabindustrial.com/blog/metales-pesados-y-la-importancia-de-su-analisis-rutinario>
- [25] A. Cruzado. (s/f). Cultivo de Hortalizas. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Ministerio de Agricultura. [On Line] Disponible en: https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/oficina_apoyo_enlace/presenta-hortalizas-minag.pdf
- [26] Diario Oficial de la Unión Europea. REGLAMENTO (UE) 2023/915 DE LA COMISIÓN de 25 de abril de 2023 relativo a los límites máximos de determinados contaminantes en los alimentos y por el que se deroga el Reglamento (CE) n.o 1881/2006 (Texto pertinente a efectos del EEE)
- [27] Codex Alimentarius. Norma general del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos. (CODEX STAN 193-1995). [On Line] Disponible en: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/livestockgov/documents/CXS_193s.pdf
- [28] Diario Oficial de la Unión Europea. 2019.06.25. Reglamento (UE) 2019/1009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de junio de 2019 por el que se establecen disposiciones relativas a la puesta a disposición en el mercado de los productos fertilizantes UE y se modifican los Reglamentos (CE) n.o 1069/2009 y (CE) n.o 1107/2009 y se deroga el Reglamento (CE) n.o 2003/2003 (Texto pertinente a efectos del EEE). L 170/1
- [29] J. Islas. “Fitoextracción de arsénico, cadmio y cobre, mediante las especies *Eichhornia crassipes*, *Myriophyllum aquaticum* y *Wolffia columbiana* en un humedal artificial”. División de Ciencias Básicas e Ingeniería. Maestría en Ciencias e Ingeniería Ambientales. Universidad Autónoma Metropolitana. Enero 2020, Ciudad de México.
- [30] L. Perales-Aguilar, J. Esquivel-Rivera, H. Silos-Espino, J. Carrillo-Rodríguez, & C. Perales-Segovia. Tolerancia de plantas de zonas áridas a metales pesados. *Terra Latinoamericana*, 39, e759. Epub 05 de abril de 2021. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.759>
- [31] J. Dueñas-Rivadeneira y F. Intriago. Contenido de metales pesados (Cu, Pb, Ni, Cd) en abonos orgánicos y las materias primas para su elaboración. *La Técnica Revista de las Agrociencias* ISSN 2477-898227(27):26 DOI: 10.33936/la_tecnica.v0i27.3674 enero 2022.

- [34] DIARIO OFICIAL EL PERUANO. (2,019). RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0002-2019-MINAGRI-SENASA-DSV. Establecen requisitos sanitarios y fitosanitarios para la exportación de espárrago fresco hacia EE.UU. y los países de la Comunidad Europea.
- [35] Elika. Cadmio. Seguridad Alimentaria. [On Line] Disponible en:
<https://seguridadalimentaria.elika.eus/fichas-de-peligros/cadmio/>
- [37] AGQ Labs. Analisis de metales pesados. [On Line] Disponible en:
<https://agqlabs.pe/analisis-de-metalespesados/#:~:text=La%20importancia%20de%20realizar%20an%C3%A1lisis,de%20tipo%20f%C3%ADsico%20y%20qu%C3%ADmico.>
- [38] AGQ Labs México. 2022.07.04. Metales pesados en alimentos y la importancia de medirlos. [On Line] Disponible en:
<https://agqlabs.mx/2022/07/04/metales-pesados-alimentos-importancia/>
- [39] Fertilab. Manual de Muestreo. Suelo. Planta. Agua. 4 ta Edición. On Line] Disponible en:
https://www.fertilab.com.mx/new/documentos/Manual_de_Muestreo.pdf
- [40] L. Martí, J. Burba, y M. Cavagnaro. “Metales pesados en fertilizantes fosfatados, nitrogenados y mixtos”. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 34(2): 43-48. 2002.

VIII. ANEXOS

8.1 Matriz de consistencia

8.2 Instrumentos de recolección de información

8.3 Otros

8.4 Fotos del Proceso

2.6 8.1 Matriz de consistencia

PROBLEMA General	OBJETIVOS General	HIPOTESIS General	VARIABLES Independiente	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Comprobar la concentración de cadmio y níquel en el cultivo de espárrago y si la acumulación de estos no rebasa los límites máximos permisibles que establece la norma, en la zona baja del valle de Ica?	Comprobar la concentración de cadmio y níquel en el cultivo de espárrago (<i>Asparagus officinalis</i> L.), hortaliza de consumo directo, en la zona baja del valle de Ica.	El suelo, el follaje y los turiones de espárrago, probablemente se encuentren contaminados por cadmio y níquel en la zona baja del valle de Ica.	- Cultivo de espárrago, contaminado por la absorción de cadmio y níquel (X1).	-Suelo, follaje y turiones - Análisis de cadmio y níquel	- Lampa - Bolsas plásticas - Bolsas de papel Kraft - Computadora personal - Balanza - Material de Escritorio - Etiquetas.
Específico	Específico	Específico	Dependiente		
Problema Especifico -¿De qué manera la absorción de cadmio y níquel por el cultivo de espárrago, puede afectar la calidad comercial y la exportación de los turiones de espárragos? -¿De qué manera la absorción de cadmio y níquel por el cultivo de espárrago, puede rebasar los límites máximos permisibles de las normas, ¿pudiendo afectar la exportación de los turiones de espárragos?	Objetivo específico -Analizar la concentración de cadmio y níquel en el suelo, follaje y los turiones de espárrago. -Comprobar si la concentración de cadmio y níquel en el cultivo de espárrago se encuentra dentro del Límite Máximo Permisible según el Ministerio del Ambiente y la OMS.	- El suelo, agua, follaje y los turiones de espárrago, pueden estar contaminación por elementos tóxicos como cadmio y níquel que afectarían la calidad comercial y su exportación del híbrido UC 115 F1. - Los turiones de espárrago (<i>Asparagus officinalis</i> L.) híbrido UC 115 F1, cosechados pueden alcanzar niveles de contaminación por cadmio y níquel que exceden los Límites Máximos Permisibles según el Codex Alimentarius y la Norma Peruana.	Análisis de la concentración de cadmio y níquel en el cultivo de espárrago (Y1)	- Concentración en mg/kg o ppm de cadmio y níquel en el cultivo investigado.	Espectrofotómetro de Absorción Atómica Muestreos Resultados de los análisis del laboratorio Interpretación en base a las Normas de residuos permisibles Tablas ya elaboradas

8.2 Instrumentos de recolección de información

Como instrumentos de recolección de información, se tomó en cuenta lo siguiente:

La observación directa descriptiva, es decir, indicamos cómo son los sucesos durante el desarrollo del ensayo y nos sirve para comprender antes de intervenir de alguna manera.

Muestreo de suelo y plantas: Este es el primer y más importante instrumento de recolección de datos. Se recogerán muestras de suelo y plantas de diferentes lugares del campo de estudio para analizar la presencia de metales pesados.

Espectrometría: Este instrumento se utiliza para cuantificar los metales pesados en las muestras recolectadas. Es un método muy preciso y confiable para la detección de metales pesados.

Análisis de documentos: Esto podría incluir la revisión de registros de uso de fertilizantes, informes de calidad del suelo y otros documentos relevantes.

Estos instrumentos, utilizados en conjunto, permitirán una evaluación completa de la presencia de metales pesados en el suelo y en el cultivo de espárragos. También el trabajo documental, estará centrado en la revisión de libros, revistas y otros documentos que tengan relación con nuestra investigación, así como también, informaciones conseguidas a través del Internet.

La observación permitió la recolección de datos. Debido a la poca información a nivel local, se recopiló información de los docentes investigadores, de las tesis de pregrado, maestría y doctorado, del asesor y de las empresas comercializadoras de productos agrícolas.

Con respecto a los análisis del suelo y turiones, estos fueron de fuentes de información secundaria, análisis reportados por el laboratorio del Instituto Rural Valle Grande, donde se realizaron los análisis del metal pesado cadmio estudiado en los órganos de la planta.

Los resultados del laboratorio, son de garantía y confiables, válidos y objetivos, por ser uno de los laboratorios acreditados y eso nos permite afirmar que hay confiabilidad en los datos obtenidos.

Los resultados se interpretaron de acuerdo a los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental, dispuesto por el D.S N° 011 - 2017 – MINAM y el Reglamento N° 488/2014 establecida por la Unión Europea.

8.3 Otros.

Características de los metales pesados

Cadmio

El cadmio, un metal pesado, se encuentra en el entorno natural y tiene la capacidad de acumularse en diversas formas de vida, incluyendo cultivos y organismos. La principal vía de transmisión a los humanos es a través de la ingesta de alimentos ricos en cadmio, como las vísceras de animales y pescados, aunque también se puede encontrar en tubérculos y cereales.

Este metal tiene propiedades carcinogénicas y genotóxicas, provocando daños en órganos como los riñones, el hígado y los pulmones, además de causar trastornos óseos. También puede contribuir al desarrollo de tumores en el sistema reproductor.

Los individuos con diabetes y enfermedades renales, así como los bebés, niños y mujeres embarazadas de múltiples, son especialmente susceptibles a los efectos tóxicos del cadmio.

Una vez que el cadmio se ha acumulado en los alimentos, no puede ser eliminado. La estrategia más efectiva para reducir la exposición al cadmio es minimizar sus emisiones en la industria y la agricultura.

En el hogar, se aconseja restringir la ingesta de vísceras de animales y evitar la carne oscura de los crustáceos, ya que estos tejidos animales tienden a bioacumular cadmio. [35].

La evaluación de metales pesados se lleva a cabo para identificar aquellos componentes químicos que, incluso en pequeñas concentraciones, pueden tener un impacto negativo en el metabolismo. Esta lista incluye elementos como arsénico, cromo, cobalto, níquel, cobre, zinc, plata, cadmio, mercurio, titanio, selenio y plomo, según la lista de contaminantes prioritarios de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA).

Estos componentes químicos pueden provenir de fuentes naturales o antropogénicas. Aunque se encuentran naturalmente en la corteza terrestre, pueden convertirse en contaminantes si su distribución en el medio ambiente se ve alterada por actividades humanas, como la minería o los efluentes vehiculares. Además, la eliminación inadecuada de residuos metálicos ha llevado a la contaminación del suelo, las aguas superficiales y subterráneas, y los ecosistemas acuáticos.[36].

Hay metales pesados, como el hierro, cobalto, manganeso, zinc, etc., que son vitales para los organismos vivos. Nuestro cuerpo los requiere para funcionar adecuadamente en el día a día y, si se consumen en las dosis correctas, pueden ser seguros para todos los seres vivos. Sin embargo, también hay metales pesados en los alimentos que, incluso en pequeñas cantidades, pueden ser extremadamente tóxicos para el cuerpo y provocar problemas de salud e incluso la muerte.

Los metales pesados son elementos químicos con propiedades metálicas, suelen tener un peso atómico elevado y densidades que pueden alcanzar los 4 g/cm³. La mayoría de ellos son tóxicos para cualquier organismo vivo. Los metales pesados se pueden encontrar naturalmente en los alimentos en concentraciones que generalmente no son dañinas. Sin embargo, también pueden estar presentes como contaminantes provenientes de diversas fuentes, como el agua, el suelo y el ambiente, debido a la actividad agrícola, las emisiones industriales al medio ambiente, la contaminación cruzada durante el procesamiento de los productos e incluso el empaque en el que se envasa el alimento, que también puede ser una fuente de contaminación para el producto final. [37]

En la cuenca baja del valle Higuera, los agricultores utilizan las aguas del río Higuera para regar sus cultivos hortícolas, lo que ha llevado a problemas de contaminación y deterioro de la calidad de los productos. Este estudio se centró en las plantaciones de lechuga, apio, repollo y brócoli, analizando los niveles de metales pesados como plomo, cadmio, arsénico y mercurio en el agua, el suelo y las partes comestibles de las plantas. Se descubrió que las concentraciones de cadmio en el agua de riego estaban cerca de los límites establecidos por las normas nacionales e internacionales, mientras que los niveles en el suelo estaban dentro del rango normal. Sin embargo, la lechuga y el apio mostraron niveles de cadmio que superaban el límite de la Unión Europea 74 días después del trasplante. En todas las hortalizas estudiadas, la concentración de plomo superó el límite máximo permitido en alimentos para lactantes y niños pequeños establecido por la Unión Europea. En general, la lechuga acumuló los niveles más altos de metales pesados. [38].

Fertilab. [39] Reconoce la importancia de formar al técnico y al productor, desarrollo un manual con el objetivo de perfeccionar la técnica de muestreo. Un muestreo incorrecto puede conducir a un diagnóstico errado. Este manual le guía paso a paso en el proceso de recolección de muestras de suelo, de tejido vegetal, el cual es un proceso más delicado, ya que se deben seleccionar hojas de la misma etapa de crecimiento, conocidas como Hojas Recién Maduradas (HRM), que no son ni jóvenes ni viejas, sino las que han alcanzado su madurez más recientemente y proporciona instrucciones para recolectar muestras de agua.

Martí et.al. [40]. Para determinar la cantidad de metales contaminantes, específicamente plomo y cadmio, en fertilizantes comúnmente utilizados en Mendoza, Argentina, se llevaron a cabo análisis en 44 muestras de los productos más vendidos por las empresas agroquímicas. El 61% de estas muestras eran de fertilizantes fosfatados, el 32% eran nitrogenados y el resto incluía potásicos, magnésicos simples y orgánicos. Las muestras, que fueron molidas hasta convertirlas en un polvo muy fino, se procesaron con CIH p.a. 1:5 para obtener extractos claros diluidos 1:50. A través de la espectrofotometría de absorción atómica y de llama aire-acetileno, se midieron los niveles de metales, comparándolos con patrones de alta precisión.

SOLICITANTE : ALLCCACO PALOMINO JHOLQUINSON
 PREDIO : ALLCCACO PALOMINO JHOLQUINSON
 MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 1168-018 -2022
 LUGAR : ICA
 FECHA DE RECEP. : 18/11/2022

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD
MUESTRA : MUESTRA N.01 - 30cm - FDO. NAN - ESPARRAGO - UC 115 F1

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	45.69	%		
Limo	33.01	%		
Arcilla	21.30	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO			
Porcentaje de Saturación de Agua	47.81	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.17	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	11.33	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp 25 °C	7.56		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	13.46	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	0.45	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.03	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	301.40	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extracción: Ao. Amonio
Calcio	9.14	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.52	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.42	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.69	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	3.58	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	11.77	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	78.38	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	50.69	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	7.84	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	<0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	2.43	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	88.13	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	14.98	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	30.10	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	1.76	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	1.72	ppm (*)	ISO 9380.1986	Colorimétrico

ABRVS:

E.S : Extracto de Saturación.
 (1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
 P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.
 C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo.
 % : Masa / Masa.
 ppm : mg / Kg.
 ppm(*) : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.
 SM : Standar Methods
 EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
 ISO : International Organization for Standardization.
 FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

1. Los resultados presentados en este informe son solo orientativos.
2. Es probable que debido a las condiciones de campo, exista una contaminación del suelo por fertilizantes.


 MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
 JEFE DEL LABORATORIO




 MSc. Agr. Julio Castro Lazo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : ALLCCACO PALOMINO JHOLQUINSON
PREDIO : ALLCCACO PALOMINO JHOLQUINSON
FECHA DE INICIO : 18/11/2022
FECHA FINAL : 06/12/2022
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

CÓDIGO DE MUESTRA : 1156-025-2022
MUESTREO POR : CLIENTE
TIPO DE MUESTRA : SOLIDA
FECHA DE INGRESO : 16/11/2022
FECHA DE EMISIÓN : 14/12/2022

INFORME DE ANALISIS - METALES PESADOS
MUESTRA : MUESTRA N.01 - 30cm - FDO. IVAN - ESPARRAGO - UC 115 F1

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Cadmio Total (Cd)	1.380	mg / Kg	MFES - 071	FAA
Níquel Total (Ni)	0.017	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

LIMITES DE CUANTIFICACIÓN (Lc)

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Cadmio (Cd)	0.005	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Níquel (Ni)	0.001	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS

Donde:

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
MFES : Método propio del Laboratorio.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE :	JHOLQUISON ALLCACO PALOMINO	CÓDIGO DE MUESTRA :	1245-01F-2023
PREDIO :	TESISTA JHOLQUISON ALLCACO PALOMINO	MUESTREADO POR :	CLIENTE
FECHA DE INICIO :	19/12/2022	TIPO DE MUESTRA :	SOLIDA
FECHA FINAL :	04/01/2023	FECHA DE INGRESO :	15/12/2022
MATRIZ :	HOJAS DE ESPARRAGOS	FECHA DE EMISIÓN :	29/01/2023

INFORME DE ANÁLISIS - METALES PESADOS
MUESTRA : M1 - ESPARRAGO HIBRIDO - UC 115 F1 - DESARROLLO DE FRUTO

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Cadmio Total (Cd)	0.17	mg / Kg	MFES-071	FAAS
Níquel Total (Ni)	0.01	mg / Kg	MFES-075	CVAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

LIMITES DE CUANTIFICACIÓN (Lc)

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Cadmio (Cd)	0.005	mg / Kg	MFES-071	FAAS
Níquel (Ni)	0.001	mg / Kg	MFES-075	CVAAS

Donde:

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
MFES : Método propio del Laboratorio.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.


MSc. Quím. Alexia Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2251 | Celular: 991 632 553
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : ALLCCACO PALOMINO JHOLQUINSON CÓDIGO DE MUESTRA : 1156-01F-2022
 PREDIO : "IVAN" ZEVALLOS ALMANZA MUESTREADO POR : CLIENTE
 FECHA DE INICIO : 3/11/2022 TIPO DE MUESTRA : SOLIDA
 FECHA FINAL : 16/11/2022 FECHA DE INGRESO : 01/11/2022
 MATRIZ : TURIONES DE ESPARRAGOS FECHA DE EMISIÓN : 16/11/2022

INFORME DE ANÁLISIS - METALES PESADOS

MUESTRA : M1 - FDO. IVAN - UC 115 F1 - TURIONES DE ESPARRAGO INICIO VEGETATIVO

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Cadmio Total (Cd)	1.104	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Níquel Total (Ni)	0.0012	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS
Cobre Total (Cu)	14.32	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

LIMITES DE CUANTIFICACIÓN :

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Cadmio (Cd)	0.005	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Níquel (Ni)	0.001	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS
Cobre (Cu)	0.001	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS

Donde:

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
 MFES : Metodo Propio del Laboratorio

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
 Teléfono: (511) 581 2251 | Celular: 981 692 593
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : ALLCCACO PALOMINO JHOLQUINSON CÓDIGO DE MUESTRA : 1156-02F-2022
 PREDIO : TESISTA ALLCCACO PALOMINO JHOLQUINSON MUESTREADO POR : CLIENTE
 FECHA DE INICIO : 18/11/2022 TIPO DE MUESTRA : SOLIDA
 FECHA FINAL : 06/12/2022 FECHA DE INGRESO : 16/11/2022
 MATRIZ : RAICES DE ESPARRAGO FECHA DE EMISIÓN : 14/12/2022

INFORME DE ANÁLISIS - METALES PESADOS

MUESTRA : M1 - FDO. DON JUAN - UC 115 F1 - RAICES DE ESPARRAGO EN COSECHA

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Cadmio Total (Cd)	2.88	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Níquel Total (Ni)	0.010	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS
Cobre Total (Cu)	6.13	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

LIMITES DE CUANTIFICACIÓN :

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Cadmio (Cd)	0.005	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Níquel (Ni)	0.001	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS
Cobre (Cu)	0.001	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS

Donde:

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
 MFES : Metodo Propio del Laboratorio

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Guim. Alexia Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
 Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 882 563
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : JHOLQUISON ALLCACO PALOMINO
 PREDIO : TESISTA JHOLQUISON ALLCACO PALOMINO
 FECHA DE INICIO : 8/06/2023
 FECHA FINAL : 21/06/2023
 MATRIZ : HOJAS DE ESPARRAGOS

CÓDIGO DE MUESTRA : 615-02F-2023
 MUESTREO POR : CLIENTE
 TIPO DE MUESTRA : SOLIDA
 FECHA DE INGRESO : 6/06/2023
 FECHA DE EMISIÓN : 21/06/2023

INFORME DE ANÁLISIS - METALES PESADOS

MUESTRA : M1 - ESPARRAGO HIBRIDO - UC 115 F1 - HOJAS MADURAS/COSECHA

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Cadmio Total (Cd)	0.22	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Níquel Total (Ni)	1.02	mg / Kg	MFES - 073	CVAAS
Cobre Total (Cu)	6.73	mg / Kg	MFES - 073	CVAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

LIMITES DE CUANTIFICACIÓN (Lc)

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Cadmio (Cd)	0.003	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Níquel (Ni)	0.001	mg / Kg	MFES - 073	CVAAS
Cobre (Cu)	0.001	mg / Kg	MFES - 073	CVAAS

Donde:

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
 MFES : Método propio del Laboratorio.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.


 MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
 JEFE DEL LABORATORIO




 MSc. Agr. Julio Castro Lazo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Fanamericana Sur Km. 14.4, San Vicente de Cañete, Lima - Perú

Teléfono: (511) 581 2251 | Celular: 991 682 553

Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : ALLCCACO PALOMINO JHOLQUINSON CÓDIGO DE MUESTRA : 615-01F-2023
 PREDIO : TESISTA ALLCCACO PALOMINO JHOLQUINSON MUESTREADO POR : CLIENTE
 FECHA DE INICIO : 8/06/2023 TIPO DE MUESTRA : SOLIDA
 FECHA FINAL : 21/06/2023 FECHA DE INGRESO : 6/06/2023
 MATRIZ : RAICES DE ESPARRAGO FECHA DE EMISIÓN : 21/06/2023

INFORME DE ANÁLISIS - METALES PESADOS

MUESTRA : M1 - FDO. DON JUAN - UC 115 F1 - RAICES DE ESPARRAGO EN COSECHA

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Cadmio Total (Cd)	3.42	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Níquel Total (Ni)	0.009	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS
Cobre Total (Cu)	5.21	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

LIMITES DE CUANTIFICACIÓN :

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Cadmio (Cd)	0.005	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Níquel (Ni)	0.001	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS
Cobre (Cu)	0.001	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS

Donde:

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
 MFES : Metodo Propio del Laboratorio

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexie Saucedo Chacon
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
 Teléfono: (511) 582 2261 | Celular: 991 692 563
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : ALLCCACO PALOMINO JHOLQUINSON
PREDIO : TESISTA ALLCCACO PALOMINO JHOLQUINSON
FECHA DE INICIO : 8/06/2023
FECHA FINAL : 21/06/2023
MATRIZ : TURIONES DE ESPARRAGOS

CÓDIGO DE MUESTRA : 615-02F-2023
MUESTREADO POR : CLIENTE
TIPO DE MUESTRA : SOLIDA
FECHA DE INGRESO : 6/06/2023
FECHA DE EMISIÓN : 21/06/2023

INFORME DE ANÁLISIS - METALES PESADOS

MUESTRA : M1 - FDO. DON IVAN - UC 115 F1 - TURIONES DE ESPARRAGO EN COSECHA

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Cadmio Total (Cd)	1.48	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Níquel Total (Ni)	0.0014	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS
Cobre Total (Cu)	14.32	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

LIMITES DE CUANTIFICACIÓN :

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Cadmio (Cd)	0.005	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Níquel (Ni)	0.001	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS
Cobre (Cu)	0.001	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS

Donde:

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

MFES : Metodo Propio del Laboratorio

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú

Teléfono: (511) 581 2262 | Celular: 991 692 563

Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : ALLCCACO PALOMINO JHOLQUINSON CÓDIGO DE MUESTRA : 615-015 -2023
 PREDIO : TESISTA ALLCCACO PALOMINO JHOLQUINSON MUESTREADO POR : CLIENTE
 FECHA DE INICIO : 8/06/2023 TIPO DE MUESTRA : SOLIDA
 FECHA FINAL : 21/06/2023 FECHA DE INGRESO : 6/06/2023
 MATRIZ : SUELO FECHA DE EMISIÓN : 21/06/2023

INFORME DE ANÁLISIS - METALES PESADOS

MUESTRA : M1 -FDO. DON IVAN - UC 115 F1 - CULT. ESPARRAGO EN COSECHA

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Cadmio Total (Cd)	3.40	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Níquel Total (Ni)	0.084	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS
Cobre Total (Cu)	92.50	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

LIMITES DE CUANTIFICACIÓN :

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Cadmio (Cd)	0.005	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Níquel (Ni)	0.001	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS
Cobre (Cu)	0.001	mg / Kg	MFES - 075	CVAAS

Donde:

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

MFES : Metodo Propio del Laboratorio

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú

Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563

Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

8.4 Fotos del Proceso

Campo donde se realizó el ensayo y realizando la toma de muestra para el análisis de suelo





Toma de muestra del follaje (filocladios) area foliar del cultivo

