



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](http://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>



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"


CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE TESIS N°054-2023

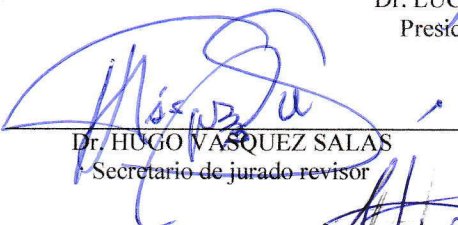
En la Unidad de Investigación de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, de la ciudad de Ica, se expide la presente Constancia de Revisión de Autenticidad de Trabajos de Tesis luego de cumplir con la evaluación mediante el **SOFTWARE ANTIPLAGIO** de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, según detalle:

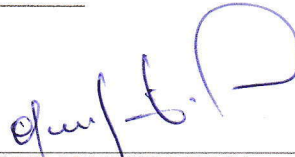
ITEMS	DATOS
OPERADOR DE PROGRAMA INFORMÁTICO DE ORIGINALIDAD	Lissett Augusta Peche Valenzuela
FECHA DEL ANÁLISIS	Ica, 01 de Diciembre de 2023
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO POR:	CORDERO FLORES ENZO MARTIN
TRABAJO DE TESIS TITULADO:	Estimar la concentración de dos elementos tóxicos, Cd y Pb en el cultivo de Pallar (<i>Phaseolus lunatus L.</i>), Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71) en la parte media del Valle de Ica, 2022.
FACULTAD	AGRONOMÍA
TRAMITE	EVALUACIÓN DE SIMILITUD
RESULTADO	APROBADO
PORCENTAJE DE AUTENTICIDAD	99%
PORCENTAJE DE SIMILITUD	01%
OBSERVACIONES	<ul style="list-style-type: none">Se analizó la TESIS mediante el programa informático iThenticate.Se consideró la exclusión de cadenas sintácticas de 30 palabras, se adjunta pantallazo de la exclusión. <p>(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.)</p>

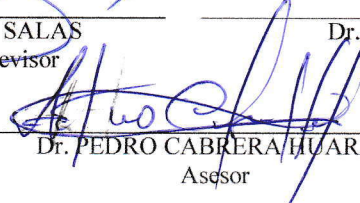
Asimismo en **REGLAMENTO DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" Aprobado con Resolución Rectoral N°048-R-UNICA-2021** - el artículo N°32-**Procedimiento para la obtención del Título profesional** - inciso 14 que a la letra dice: **Si el resultado del sistema Antiplagio es favorable, los revisores le entregan al asesorado una constancia de aprobación** y remiten un informe al comité de investigación, quien lo deriva a la unidad de investigación para que elabore un oficio dirigido al decano informando sobre la aprobación de la tesis acompañando el informe y copia de la tesis.

Se expide la presente a solicitud del interesado para los fines que considere correspondientes que se encuentren **tipificados dentro de la normatividad vigente.**


Dr. LUCIO ASTOCAZA PEREZ
Presidente de jurado revisor


Dr. HUGO VASQUEZ SALAS
Secretario de jurado revisor


Dr. VICENTE ALMEYDA NAPA
Vocal de jurado revisor


Dr. PEDRO CABRERA HUARANJA
Asesor

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



Estimar la concentración de dos elementos tóxicos, Cd y Pb en el cultivo de Pallar (*Phaseolus lunatus* L.), Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71) en la parte media del Valle de Ica, 2022

Línea de Investigación: Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS

AUTOR

CORDERO FLORES ENZO MARTIN

Ica, Perú

2023

Dedicatoria

A mis padres por su valioso apoyo en mi formación, por amparar mis ambiciones y ser partícipes de mis logros.

Agradecimiento

El principal agradecimiento a Dios, quien me ha guiado y me ha dado fortaleza para seguir adelante.

Mi más sincero agradecimiento a mis padres porque a pesar de las dificultades que presenta la vida siempre han sabido enseñarme a salir adelante y a no rendirme.

A mi asesor, por la aportación merituada, planificada y organizada en el desarrollo de la presente tesis, también por la instrucción, saber y razón en el tema que se aborda.

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCION.....	ix
1.2 Formulación del problema.....	3
1.3 Justificación e importancia de la investigación.....	4
Justificación	4
Importancia.....	5
1.4 Delimitación del problema.....	6
1.5 Hipótesis de investigación	7
a) Hipótesis General.....	7
b) Hipótesis específica	7
1.6 Objetivos de la investigación	7
a) Objetivo general.....	7
b) Objetivo específico	7
1.7 Variables de la investigación	7
a) Variable Independiente.....	7
b) Variable dependiente.	7
c) Variable interviniente.	8
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	10
2.1 Instrumentos de recolección de datos.....	10
2.2 Técnicas de recolección de datos	10
2.3 Técnica de procesamiento de datos, análisis e interpretación de resultados	11
2.4 Tipo, nivel y diseño de la investigación.....	18
2.4.1 Tipo de investigación.....	18
2.4.2 Nivel de investigación.....	18
2.4.3. Diseño de investigación	18
2.5 Población y muestra.....	19
2.5.1 Población de estudio	19
2.5.2 Población de la muestra del estudio.....	19
III. RESULTADOS.....	20
3.1 Presentación e interpretación de los resultados	20
IV. DISCUSION	29
4.1 Discusión de Resultados	29
4.2 Contrastación de la hipótesis general	32
V. CONCLUSIONES	35

VI. RECOMENDACIONES	35
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	37
VIII. ANEXOS	40
8.1 Instrumentos de recolección de información.....	40
8.2 Matriz de Consistencia	41
8.3 Otros.....	50
8.4 Fotos del Proceso.....	59

Índice de Tablas	Págs.
Tabla 1 Análisis físico – mecánico del suelo 2022.....	11
Tabla 2 Análisis químico del suelo 2022.....	12
Tabla 3 Información meteorológica – mensual 2022.....	13
Tabla 4 Control Fitosanitario.....	15
Tabla 5 Calendario de Riegos.....	16
Tabla 6 Análisis químico del agua de riego.....	17

Índice de Figuras	Págs.
Figura 1. Metales pesados Cadmio y Plomo suelo agrícola.....	21
Figura 2. Cadmio y Plomo en las hojas en plena Floración.....	22
Figura 3. Cadmio y Plomo en las hojas con vainas en verde.....	23
Figura 4. Cadmio y Plomo en las vainas verdes frescas.....	24
Figura 5. Cadmio y Plomo en las hojas maduras en cosecha.....	25
Figura 6. Cadmio y Plomo en las vainas secas de pallar.....	26
Figura 7. Cadmio y Plomo en los Grano secos de Pallar.....	27
Figura 8. Comparativo de cadmio y plomo en vainas en verde y granos secos.....	28

RESUMEN

El ensayo estimar la concentración de dos elementos tóxicos, cadmio y plomo en el cultivo de Pallar (*Phaseolus lunatus* L.), Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71) en la parte media del Valle de Ica, en el Fundo “San Camilo”, propiedad de la Asociación de Agricultores de Ica. Se realizó el muestreo de suelo, hojas y vainas verdes y granos de pallar, analizados por el Espectrofotómetro de absorción atómica. El suelo agrícola no rebasa los límites máximos permisibles para cadmio con 0.78 mg/kg., la norma establece 1.4 mg/kg, el plomo con 23.25 mg/kg y la norma es de 70 mg/kg. Hojas en plena floración, el cadmio con 0.040 mg/kg, plomo con 5.980 mg/kg, hojas maduras en cosecha, cadmio 0.090 mg/kg, y plomo 8.160 mg/kg., la norma establece 0.5 mg/kg y 10.0 mg/kg. no contaminadas. Vainas verdes en llenado de granos no presentan contaminación, el cadmio tuvo 0.015 mg/kg y el plomo 0.090 mg/kg., el límite máximo permisible de cadmio es de 0.20 mg/kg y de plomo de 0.50 mg/kg. Vainas maduras en cosecha el cadmio 0.023 mg/kg, el Plomo, 1.403 mg/kg. La norma establece, cadmio 0.20 mg/kg y 0.50 mg/kg el plomo, el cual supera el límite máximo permisible. Los granos secos, el cadmio con 0.015 mg/kg, plomo, 1.133 mg/kg. Límites máximos permisibles en leguminosas de granos, establecidos en el Codex Alimentarius, para Cadmio es 0,1 mg/kg y Plomo 0,2 mg/kg. los granos secos de pallar presentan contaminación con plomo.

Palabras Claves:

Cultivo pallar, variedad, contaminación, metales pesados, límite máximo permisible.

ABSTRACT

The trial estimated the concentration of two toxic elements, cadmium and lead in the Pallar crop (*Phaseolus lunatus* L.), Sol de Ica Variety (Ica 450-3-71) in the middle part of the Ica Valley, in the "San Camilo" farm, property of the Ica Farmers' Association. Soil, leaves and green pods and grains of pallar were sampled and analyzed by atomic absorption spectrophotometer. The agricultural soil does not exceed the maximum permissible limits for cadmium with 0.78 mg/kg, the standard establishes 1.4 mg/kg, lead with 23.25 mg/kg and the standard is 70 mg/kg. Leaves in full bloom, cadmium with 0.040 mg/kg, lead with 5.980 mg/kg, mature leaves at harvest, cadmium 0.090 mg/kg, and lead 8.160 mg/kg, the standard establishes 0.5 mg/kg and 10.0 mg/kg. not contaminated. Green pods in grain filling show no contamination, cadmium was 0.015 mg/kg and lead 0.090 mg/kg, the maximum permissible limit for cadmium is 0.20 mg/kg and for lead 0.50 mg/kg. Mature pods at harvest cadmium 0.023 mg/kg, Lead, 1.403 mg/kg. The standard establishes cadmium 0.20 mg/kg and lead 0.50 mg/kg, which exceeds the maximum permissible limit. Dried grains, cadmium with 0.015 mg/kg, lead, 1.133 mg/kg. Maximum permissible limits in grain legumes, established in Codex Alimentarius, for Cadmium is 0.1 mg/kg and Lead 0.2 mg/kg. pallar dry grains present lead contamination.

Key words:

Pallar crop, variety, contamination, heavy metals, maximum permissible limit.

I. INTRODUCCION

Se realizo el ensayo, estimar la concentración de dos elementos tóxicos, Cadmio y Plomo en el cultivo de Pallar (*Phaseolus lunatus* L.), Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71) en la parte media del Valle de Ica, 2022, cultivo importante en la alimentación de la población local, al mismo tiempo es fuente de ingreso económico para los agricultores y población local de la región Ica, tal es así que, se obtuvo la Denominación de Origen del Pallar de Ica, otorgado por el Gobierno Peruano a través del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, INDECOPI. Esta denominación es una ventaja para su ingreso a la exportación y por las cualidades demostradas, siendo el pallar un alimento que se consume en todos los sectores sociales y económicos, en decir, es un alimento popular, por ser económico, nutritivo y agradable.

Es una planta generosa que se adapta a cualquier suelo, sobre todo aquellos con escaso recursos de agua y suelos desérticos. en particular la costa, que presenta condiciones agroecológicas adecuadas para el cultivo de pallar. [1]

Los valles de la región Ica cuentan con condiciones climáticas y de suelo favorables para el cultivo de pallar. Las variedades de hábito de crecimiento indeterminado postrado, semi postrado o determinado son las que mejor se adaptan a estas condiciones. El pallar es una interesante alternativa económica para los pequeños productores.

Esta leguminosa ancestral, es importante porque se consume el grano en fresco y seco y es reconocido por su cáscara delgada, por su sabor agradable y dulce, de textura suave y cremosa, de fácil y rápida cocción. [2] Además, se siembran todas las variedades y de varios hábitos de desarrollo, siendo una opción de ingreso económico para los productores.

Actualmente, se tiene conocimiento de que seis lotes de palta, quinua y maca peruana, entre otros alimentos, fueron observados e inmovilizados antes de su ingreso a la Unión Europea (UE). Los análisis mostraron que estos alimentos estaban contaminados por metales pesados en niveles mayores a los permitidos, encontrando tambien restos de plaguicidas que son prohibidos en la UE. [3]

La Red de Acción en Agricultura Alternativa (RAAA). [4]. Recomendó a las la autoridad competente intervengan regulando más estrictamente estas sustancias en el mercado nacional, se sabe que hay regulaciones para las frutas y hortalizas que se exportan a Europa y los Estados Unidos de Norteamérica, pero las regulaciones que se dan a nivel nacional y local están enfocadas a los pesticidas y casi nada a metales pesados, tal es así que en el informe del monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en alimentos agropecuarios primarios, año 2016, en naranjo, espárrago y alcachofa, aceituna, cebolla, banano café, pallar y mango. El pallar presento un 90.0% de muestras conformes, es decir sin la presencia de residuos de plaguicidas químicos de uso agrícola, pero no se evaluaron metales pesados.

La existencia de sustancias dañinas en la comida es un asunto contemporáneo que afecta la pureza de la cadena alimentaria y provoca impactos negativos en la salud pública. Los metales pesados como el arsénico, cadmio, mercurio, plomo y otros que son utilizados en la industria y tienen la propiedad de acumularse en los vegetales y siendo resistentes a su degradación [5]. Ante este contexto, nos planteamos el presente ensayo de tesis en el cultivo de pallar, alimento de consumo en fresco y seco, para estimar la concentración de dos metales pesados, el cadmio y plomo en el suelo, las hojas y en los granos de pallar mediante los respectivos análisis, lo cual determinara que no solo la población iqueña está consumiendo pallares que están contaminados con elementos tóxicos, sino los consumidores nacionales e internacionales.

1.1 Antecedentes sobre la investigación propuesta

Hernández. [6]. destaca en su investigación que la contaminación por metales pesados es una preocupación creciente, ya que estos elementos se hallan en el agua, tierra, aire y alimentos. Subraya que estos metales son un peligro significativo para la salud debido a la exposición laboral y ambiental frecuente. Entre los más peligrosos se encuentran el plomo, el mercurio, el arsénico y el cadmio. Es fundamental cotejar las concentraciones detectadas de estos metales con los límites permitidos por las regulaciones de cada país. En su estudio, halló que las concentraciones de cadmio en el suelo variaban: la mayor concentración fue de 11.88 mg/kg a una profundidad de 30-60 cm, seguida de 11.81 mg/kg a una profundidad de 0-30 cm, y la menor fue de 11.76 mg/kg a una profundidad de 60-90 cm. Estas cifras están dentro de los límites máximos permitidos por la norma mexicana Nom-147-semarnat/ssa1-2004, que establece un límite de 37 mg/kg de cadmio en el suelo.

Reyes, et. al. [7]. En su estudio sobre la contaminación de recursos hídricos, suelos y aire por metales pesados y metaloides, señala que esta es una de las amenazas más graves para la seguridad alimentaria y la salud pública tanto a nivel global como local. El trabajo se centra en la problemática específica relacionada con la contaminación por mercurio (Hg), arsénico (As), cadmio (Cd) y plomo (Pb) en el medio ambiente y los alimentos. Ofrecen un panorama detallado sobre las fuentes de contaminación y los métodos de exposición en organismos vivos, así como la forma en que estos elementos se incorporan y acumulan en alimentos y productos destinados al consumo humano. También se exploran casos de estudio y datos obtenidos en varios países, incluido Colombia.

Gonzales [8] En la región de Huánuco, se hace un examen detallado de cómo se distribuye el cadmio en distintas capas del suelo y en las raíces de las plantas de cacao. Se seleccionaron tres áreas geográficas, que se distinguen por la antigüedad de los cultivos y las peculiaridades del terreno. Utilizando técnicas de espectrometría, se descubrió que los niveles de cadmio superan el estándar permitido de 1.4 mg/kg en determinadas profundidades del suelo, especialmente en lo que respecta a las zonas marcadas como 2 y 3.

Los valores específicos en la zona 2 varían desde 1.65 mg/kg a 1.45 mg/kg en diferentes estratos del suelo, mientras que en la zona 3, los niveles fluctúan entre 1.65 mg/kg y 1.59 mg/kg. Este hallazgo es significativo y plantea preocupaciones sobre la contaminación de terrenos agrícolas, especialmente los dedicados al cultivo del cacao. Es fundamental subrayar que esta contaminación no es natural, sino que se debe a prácticas humanas, especialmente el uso de fertilizantes ricos en fósforo como la roca fosfórica. Este detalle resalta la necesidad de considerar prácticas agrícolas más sostenibles para mitigar la contaminación por metales pesados.

Madueño. [9]. Resalta las concentraciones de plomo y cadmio en la lechuga de la variedad "crespa". Se seleccionaron al azar 20 mercados en diferentes zonas de la ciudad: norte, centro y sur. En cada uno de estos lugares, se recolectaron dos muestras por distrito, sumando un total de 40 muestras. Además, se indagó sobre el origen geográfico de la verdura en cada mercado. Para la medición de los niveles de metales pesados, se empleó la técnica de absorción atómica. Los hallazgos muestran que la concentración promedio de plomo en las muestras de lechuga fue de 1.279 ppm, mientras que la de cadmio fue de 0.084 ppm. Notablemente, la concentración de plomo supera ampliamente el límite máximo recomendado por la OMS/FAO (Codex Alimentarius), que es de 0.3 ppm para plomo y 0.2 ppm para cadmio. Además, se observó que las lechugas provenientes de la región montañosa contenían mayores niveles de estos metales en comparación con las de las áreas costeras. Estos resultados ponen de manifiesto la preocupante presencia de metales pesados en hortalizas que forman parte de nuestra alimentación cotidiana, lo cual tiene implicaciones significativas para la salud pública.

Almeyda [10]. Investiga cómo la utilización de fertilizantes fosfatados afecta los niveles de contaminación por cadmio en terrenos de cultivo. El trabajo se enfoca tanto en los resultados obtenidos como en los objetivos previamente establecidos para llegar a sus conclusiones:

Que los fertilizantes fosfatados aplicados en los suelos agrícolas de la zona baja del valle de Ica, han producido la contaminación de los mismos por el cadmio.

Así mismo que los fertilizantes fosfatados aplicados en los suelos agrícolas de la parte baja del Valle de Ica, han alcanzado niveles de contaminación por el cadmio tanto en las profundidades de suelos de 0 – 30cms, como de 30 – 60 cm.

1.2 Formulación del problema.

En este contexto, se planteó la posible contaminación por metales pesados en el cultivo de pallar, los cuales son sustancias tóxicas que pueden ser perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente.

En este caso, se buscó determinar el nivel de contaminación del cadmio y plomo en el cultivo de pallar, ante las posibles consecuencias que podría tener para la salud de las

personas que consumen este alimento y para el medio ambiente en general. Este es un problema transcendental porque el cultivo de pallar es una actividad económica importante en la región de Ica y la presencia de metales pesados podría afectar su producción y comercialización. Además, la salud de las personas que consumen este alimento podría estar en riesgo y si hay contaminación se deben tomar medidas para controlar y reducir la contaminación por metales pesados.

a) Problema General

¿Estimar la concentración de dos elementos tóxicos, cadmio y plomo en el cultivo de pallar, en el suelo, hojas y granos en verde y seco, en la parte media del valle de Ica?

b) Problema Especifico

¿De qué manera la absorción de los dos elementos tóxicos (Cd y Pb) por el cultivo de pallar, pueden contaminar los granos, pudiendo afectar su consumo y la salud de la población, en la parte media del valle de Ica?

¿De qué manera la absorción de metales pesados (Cd y Pb,) por el cultivo de pallar, puede superar los límites permisibles, pudiendo afectar la exportación del grano, en la parte media del valle de Ica?

1.3 Justificación e importancia de la investigación.

Justificación

Las legumbres son vitales como fuente de proteínas y aminoácidos vegetales, desempeñando un papel clave en una dieta equilibrada y en la mitigación y manejo de diversas enfermedades, como diabetes, enfermedades cardíacas y cáncer. Se consumen tanto en forma de grano seco como en vaina fresca y son un componente esencial en la nutrición de diversas comunidades. Su bajo contenido graso y su riqueza en fibra favorecen la salud digestiva, y pueden ayudar a disminuir el riesgo de cáncer de colon y del sistema digestivo [11]. Debido a todas estas propiedades beneficiosas, las legumbres han evolucionado desde ser consideradas "comida para pobres" hasta ser recomendadas como alimentos nutraceuticos en Estados Unidos [12].

La región Ica, tiene como identificación el éxito de los cultivos agroexportables, pero dentro de los cultivos tradicionales el pallar ha adquirido importancia como alimento de las poblaciones del Perú. Esta legumbre aporta energía, por el contenido de almidones, contribuye en el rendimiento físico y mental, sobre todo en las mujeres gestantes y personas que quieren mantener su peso controlado, convirtiéndose en producto bandera de los peruanos.

Esta menestra está presente en todos los mercados pudiéndolo encontrar en vainas verdes, secos e incluso en presentaciones como conserva de pallar enlatadas, preparándose diversas recetas, guisos, ajiacos y postres. Además, las condiciones climatológicas favorecen su

crecimiento y siembras de los diversos cultivares y variedad de pallares, destacando el pallar criollo y el cultivar Sol de Ica 450-3-71 de importancia agrícola, como pallar en verde y seco.

Sin embargo las investigaciones para la determinación de elementos tóxicos en el suelo y órganos vegetales no se ha realizado hasta la actualidad, realizándose investigaciones en los cultivos agroexportables, por lo que el presente ensayo tiene como objetivo estimar la concentración de elementos tóxicos como Cadmio y, Plomo en el cultivo de pallar, a través del método de espectrofotometría de absorción atómica, con la finalidad de conocer, la presencia de estos metales pesados en el suelo, hojas y granos verdes y secos.

Importancia

El pallar es de origen peruano y se cultiva en diferentes tipos de suelo, siendo afectada por las condiciones del mismo, así como por las diferentes condiciones bióticas y del ambiente.

Las diferentes variedades de pallar (*Phaseolus lunatus* L.), que se siembran en el valle de Ica, absorben y extraen nutrientes del suelo como fósforo y potasio y micronutrientes, así como también los metales pesados que están disueltos en la solución del suelo manifestándose el daño como decoloración y amarillamiento de las hojas, retraso en el crecimiento, reducción en la producción y marchitamiento.

En el caso del cultivo de pallar, esto podría afectar su crecimiento y producción, lo que tendría consecuencias económicas para los agricultores y la población que depende de este alimento. El suelo no solo es un elemento crucial del ecosistema, sino que su capacidad para ser productivo es fundamental para la supervivencia humana. Por lo tanto, preservar sus funciones tanto ecológicas como agrícolas es un deber compartido por toda la humanidad. Los componentes tóxicos tienen la capacidad de persistir en el suelo durante períodos prolongados, lo cual es particularmente preocupante cuando se trata de sustancias inorgánicas, como los metales pesados, que son difíciles de descomponer [13].

El pallar es un alimento de mayor consumo por los pobladores rurales y de la ciudad, su consumo es en estado fresco y seco, pero también esta menestra se exporta a los mercados internacionales. En la actualidad los elementos tóxicos; entre ellos el cadmio y el plomo son elementos hallados en nuestro medio, según los informes de la comunidad europea, se ha detectado en el palto y esparrago niveles altos de cadmio, hay estudios de tesis doctoral y pregrado que demuestran la contaminación de los suelos y los alimentos, como el esparrago, uva, palta y granada, con metales pesados y al que toda la población está expuesta por su consumo en mayor o menor medida, especialmente en ambientes urbanos. [10].

Las emisiones de cadmio al medio ambiente se originan en su mayoría debido a actividades humanas, y la principal vía de exposición a este metal es a través de la alimentación. Esta exposición ocurre porque el suelo contaminado con cadmio puede ser absorbido por los cultivos, lo cual representa un riesgo tanto para la calidad de los alimentos como para la salud humana. La presencia de cadmio puede tener efectos nocivos para la salud, incluido el potencial de ser cancerígeno. [14].

1.4 Delimitación del problema

a) Delimitación geográfica

El ensayo se realizará en el Fundo “San Camilo” ubicado en el Distrito de Parcona, Provincia y Departamento de Ica, orientándose como vía de acceso por la Panamericana antigua s/n, distrito de Parcona, Provincia y Departamento de Ica.

b) Delimitación temporal

La investigación empezó en abril del 2022 y culminó en el mes de agosto del 2022, meses que comprende el periodo vegetativo del cultivo y la cosecha, lo que nos permitirá evaluar los metales pesados en estudio.

c) Delimitación social

El centro del presente estudio serán los productores de pallar ubicados en el distrito de Parcona y Santiago, el trabajo de investigación pretende conocer y estimar la concentración de dos elementos tóxicos, Cadmio y Plomo en el cultivo de Pallar (*Phaseolus lunatus* L.), Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71) en la parte media del Valle de Ica, 2022, con riego por goteo, lo que complementara la fertilización inorgánica del cultivo, lo cual beneficiara necesariamente a todos los productores del cultivo de pallar de la región Ica, al conocer el contenido de los metales pesados para plantear su remediación.

d) Delimitación conceptual

Actualmente uno de los problemas que afectan a la Sociedad Moderna es la contaminación ambiental, notándose en la calidad del aire, en los recursos agua, plantas y suelo, sobre todo los dedicados a la actividad agrícola [15]. Dentro de los contaminantes ambientales se encuentran los metales pesados, algunos de estos metales pueden ser muy tóxicos o inclusive letales en bajas concentraciones. [16]

Uno de los inconvenientes en los cultivos alimenticios de exportación es la presencia de metales pesados por encima de los límites máximos permisibles, que está generando una gran preocupación para los agricultores, dedicados a este rubro, por el poco conocimiento de estudios o investigaciones en los cultivos tradicionales para saber si están contaminados, como el maíz, pallar, papa, por señalar algunos de mayor consumo. Los suelos de la costa, son pobres en materia orgánica, exigiendo a los agricultores, adoptar

tecnologías o uso de fertilizantes y pesticidas y se tiene conocimientos que estos insumos contribuyen al aumento de los metales pesados en el suelo.

1.5 Hipótesis de investigación

a) Hipótesis General

Las plantas de pallar Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71), se encuentran contaminadas por elementos tóxicos como Cadmio y Plomo, en la parte media del valle de Ica.

b) Hipótesis específica

- Las plantas de pallar Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71), instaladas en la parte media del valle de Ica, ¿pueden estar contaminadas por elementos tóxicos como cadmio y plomo?
- El suelo, las hojas y los granos verdes y secos del cultivo de pallar, pueden alcanzar los niveles de contaminación por elementos tóxicos como cadmio y plomo que exceden los Límites Máximos Permisibles según el Codex Alimentarius, la OMS/FAO y la Norma Peruana.

1.6 Objetivos de la investigación

a) Objetivo general

Estimar la concentración de dos elementos tóxicos, como el cadmio y plomo en el cultivo de pallar, Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71) en la parte media del Valle de Ica.

b) Objetivo específico

- Analizar la concentración de los dos elementos tóxicos, cadmio y plomo en el suelo, hojas y grano fresco y seco
- Comprobar si la concentración de los dos elementos tóxicos, cadmio y plomo en el suelo, hojas y grano fresco y seco, se encuentran dentro del Límite Máximo Permissible según el Ministerio del Ambiente y la OMS/FAO, en la parte media del Valle de Ica.

1.7 Variables de la investigación

Identificación de las Variables

a) Variable Independiente (“Causa” X1)

Plantas de pallar y el suelo, contaminados por la absorción de elementos tóxicos (X1).

Indicadores

- Suelo, hojas, vainas en fresco y granos secos contaminados por cadmio y plomo

b) Variable dependiente.

Concentración de elementos tóxicos (Y1)

Indicadores:

- Nivel de elementos tóxicos en el cultivo de pallar.
- mg/kg de cadmio y plomo en el suelo, hojas y granos en fresco y seco.

c) Variable interviniente.

Las variables que podrían actuar como intermediarias entre la variable independiente y la dependiente incluyen factores como el clima, las condiciones fitosanitarias y la disponibilidad limitada de agua.

Dentro de esta variable, los elementos que se pueden interponer entre la variable independiente y la dependiente son:

Variedad

Contempla dos componentes, el fisiológico que, se relaciona al tamaño, calidad y cantidad de los elementos, viabilidad y vigor. La genética; define las características de las plantas para su adaptación, susceptibilidad o resistencia al daño de los patógenos.

Problemas fitosanitarios

Los desafíos sanitarios en la agricultura pueden llevar a desequilibrios bióticos en las plantas, lo que a su vez provoca disfunciones en su desarrollo y funcionamiento. Estos problemas actúan como variables intermedias que interfieren en la relación entre las variables independiente y dependiente.

Clima

El cambio climático afecta al cultivo, las temperaturas cálidas favorecen un buen brotamiento y emergencia de los turiones e inician un rápido crecimiento, pero temperaturas demasiado elevadas desfavorecen la calidad de los turiones.

1.6.1 Operacionalización de las Variables

a) Definición conceptual de las variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Independiente Plantas de pallar y el suelo, contaminadas por la absorción de elementos tóxicos	Consumo y exportación de la fruta disminuye y problemas de la salud.	Suelo, hojas y granos en fresco y seco contaminados por cadmio y plomo
Variable Dependiente Concentración de elementos tóxicos	Niveles de elementos tóxicos como cadmio, plomo, superan los Límites Máximos "Permisible según el Ministerio del Ambiente y la OMS/FAO".	Nivel de elementos tóxicos en el cultivo de pallar. mg/kg de cadmio y plomo en el suelo, hojas y granos en fresco y seco.

FUENTE: Elaboración propia

Ubicación del Campo Experimental Fundo San Camilo



Coordenadas: Google Earth Pro

14° 04'20.62" S

75° 42'44.13" O

Elevación: 402 m



II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Instrumentos de recolección de datos

En el estudio, se emplearon varios métodos para recopilar datos acerca de la presencia de metales pesados en los cultivos de pallar. Entre estos métodos se encuentran la toma de muestras del suelo, análisis químicos, encuestas y conversaciones con agricultores, así como el muestreo de las plantas y la medición de diversos parámetros del cultivo.

Para asegurar una recolección de datos precisa y oportuna relacionada con las variables bajo investigación, se utilizaron cuadernos y/o registros. La observación, es una herramienta útil que nos sirve para recopilar información sobre el proceder de las plantas de pallar al extraer los metales pesados de la solución suelo.

Tipo de instrumento: Muestreo aleatorio simple, el Método: Se recolecto muestras de suelo de 1 kg en 10 puntos distribuidos aleatoriamente en cada sitio de estudio.

Garantía de confiabilidad y validez: Se utilizo técnicas de muestreo aleatorio para asegurar que las muestras sean representativas de la población objetivo.

En el ensayo, se utilizó los siguientes instrumentos:

- ✓ Lampa
- ✓ Sobres de papel Kraft
- ✓ Bolsas plásticas
- ✓ Computadora personal
- ✓ Balanza
- ✓ Material de Escritorio
- ✓ Etiquetas.

2.2 Técnicas de recolección de datos

2.2.1. Metodología de la aplicación de los tratamientos

La metodología de la aplicación de los tratamientos en estudio fue la siguiente:

En el ensayo, se procedió a obtener toda la información necesaria de cómo se llevó a cabo todos los procesos en la investigación experimental, recolectando la información durante el desarrollo y crecimiento del material experimental.

La observación; específicamente se utilizó para identificar los problemas que puedan afectar el desarrollo y rendimiento del cultivo de Pallar Sol de Ica precoz erecto. Para ello se utilizó como instrumento una Ficha de observación y como evidencia las fotografías del desarrollo del cultivo. En la investigación realizada se estudió los dos elementos tóxicos cadmio y plomo en el suelo y el cultivo del pallar, como son las hojas y los granos de pallar en verde y secos, determinándose las concentraciones de estos.

El ensayo contribuyo a la aplicación de técnicas adecuadas para conocer si este alimento tradicional está contaminado con elementos tóxicos dándose también a conocer los resultados del estudio en el cultivo de pallar y si la concentración de cadmio y plomo en el suelo, hojas y granos afectaría la salud de los consumidores y proponer la remediación de la contaminación.

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

Se basa en la evaluación ordenada y consecutiva que se realizará en la toma de datos, de cada una de las variables estudiadas, dichos datos se organizaron en tablas y figuras, con el objetivo de favorecer el consumo de alimentos de calidad e inocuos como el cultivo de pallar, por ello el ensayo estimo la concentración de dos elementos tóxicos, Cd y Pb, pretendiendo fijar las bases al evaluar la contaminación del cultivo, que nos sirva para mejorar la calidad e inocuidad del producto, evaluando proponer la remediación, lo que favorecerá el nivel de vida de la población rural, de los agricultores y de los consumidores.

2.3.1 Análisis de Suelo.

El objetivo de este procedimiento es obtener un panorama completo de las propiedades físico-mecánicas y químicas del suelo. Para lograrlo, se extrajeron submuestras desde distintos puntos seleccionados al azar y dispuestos en un patrón de zigzag, a una profundidad que oscilaba entre 0.00 y 0.30 cm. Estas submuestras se mezclaron para formar una muestra homogénea. Luego, se tomó una muestra representativa de 1.0 kg de esta mezcla, que se envió para análisis al laboratorio del Instituto Rural Valle Grande en San Vicente de Cañete.

TABLA 1
Análisis físico – mecánico del suelo 2022

PARAMETRO	RESULTADO	NIVEL (m)	METODO	TECNICA
Arena %	60.32	0.00 – 0.30		Bouyoucos
Limo %	19.80			Bouyoucos
Arcilla %	19.88		MES – 001	Bouyoucos
Clase Textural	Franco Arenoso		Propio del Laboratorio.	

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

La tabla 1, nos indica que el terreno donde está instalado el cultivo de pallar presenta una textura franca Arenoso. Sánchez & López. [17], los suelos franco arenosos tienen una textura intermedia entre los suelos arenosos y los suelos arcillosos. Esto significa que tienen una mezcla de partículas de arena, limo y arcilla.

TABLA 2
Análisis químico del suelo 2022

PARAMETROS	RESULTADO	METODO USADO	INTERPRETACION
Carbonato de Calcio Total %	1.26	Gravimétrico	Muy bajo
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25°C dS/m	2.90	Electrométrico	Ligeramente salino
pH (1/1) a Temp = 25.2°C	8.60	Electrométrico	Moderadamente básico
Fosforo Disponible ppm	7.10	Olsen	Adecuado
Materia Orgánica %	0.72	Walkley y Black	Bajo
Nitrógeno Total %	0.04	Kjeldahl	Bajo
Potasio Disponible ppm	231.20	Acetato de Amonio	Adecuado
Cationes Cambiables			
Calcio mEq/100g	8.88	Acetato de Amonio	Medio
Magnesio mEq/100g	2.04	Acetato de Amonio	Medio
Sodio mEq/100g	0.26	Acetato de Amonio	Bajo
Potasio mEq/100g	0.57	Acetato de Amonio	Bajo
P.S.I %	2.23	Cálculo matemático	Moderadamente Salino
C.I.C. E mEq/100g	11.75	Cálculo matemático	Medio

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

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

De acuerdo con el Análisis de Agua de Riego, la conductividad eléctrica del agua es de 4.53 dS/m, lo cual se considera elevado. El pH es de 7.40, que se cataloga como ligeramente salino. En lo que respecta a los cationes, el contenido de calcio es alto con 33.88 meq/l, el magnesio está en un nivel medio con 6.39 meq/l, el sodio se considera alto con 6.15 meq/l, y el potasio es normal con 0.30 meq/l.

En relación a la suma de aniones, el cloruro tiene un nivel alto de 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 menos de 0.02 meq/l.

En cuanto a la suma de aniones, la Relación de Absorción de Sodio (SAR) se sitúa en 1.37, lo cual se clasifica como bajo. Además, el contenido de boro es de 0.16 ppm, también considerado bajo. Estos niveles no deberían tener un impacto negativo en la absorción de macro y micronutrientes del suelo por parte del cultivo de pallar.

2.3.2 Datos meteorológicos

Los Datos Meteorológicos fueron proporcionado por el SENAMHI Ica y son de:

Estación: CO – TACAMA

Latitud: 13°59'59.1" S

Longitud: 75°43'14" W

Altitud: 440 msnm

Dpto.: Ica

Prov.: Ica

Dist.: Tinguña

TABLA 3
Información meteorológica – mensual 2022

Meses	Temperatura °C			Horas de sol	Velocidad del viento (m/s)	Humedad relativa %
	Máxima X	Media X	Mínima X			
Abril	31.4	29.9	14.3	264.5	2.5	75.18
Mayo	28.7	19.3	10.0	265.0	2.1	80.27
Junio	25.5	16.8	8.2	211.0	-	S/D
Julio	25.8	17.6	9.3	227.8	-	84.14
Agosto	26.4	17.7	9.0	258.5	-	84.67

FUENTE: SENAMHI. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

N: Norte

S: Sur

NE: Norte Este

SE: Sur Este

NW: Norte Oeste

SW: Sur Oeste

La temperatura máxima registrada fue en el mes de abril, fecha de inicio del desarrollo vegetativo con 31.4°C, registrándose una media de 29.9°C y una mínima de 8,2°C en el mes de junio. En el periodo fenológico de desarrollo del cultivo las temperaturas son aceptables para el cultivo (crecimiento, floración y fructificación), el género *Phaseolus*, necesita un clima templado estable, con temperaturas medias mensuales entre 16 y 27 °C. pudiéndose observar que la media está en el rango adecuada hasta la fecha de la recolección de las vainas.

En relación a la humedad relativa media mensual presentada, en agosto fue de 84.67%, humedad relativa más alta registrada, mes en que ya se habían recolectado las

vainas, no afectando al cultivo y la menor humedad relativa fue en abril con 75.18%, no afectando al cultivo en relación a enfermedades.

La Horas de sol media mensual en la realización del proyecto fue menor en el mes de junio con 211.0 total de horas de sol y en mayo con 265.0 hora de sol, los pallares cultivados en la costa sur son menos amargos por la mayor o alta luminosidad.

En relación a la velocidad del viento no se han registrado datos, contándose con información se solo dos meses de abril y mayo, teniendo una velocidad de 2.3 m/s.

2.3.3 Preparación del terreno.

Esta labor se planifica previamente en coordinación con la Gerencia, el encargado del Fundo y el encargado del personal. Labor que se inicia con la arada del terreno en seco el día 01-04-22 a 0.40 m de profundidad. Posterior a esta labor se pasó dos rastras cruzadas para desterronar y aflojar el terreno, se niveló el terreno el día 04-04-22, labor significativa para evitar los encharcamientos y prevenir la presencia de enfermedades, y mayor eficiencia en el riego por goteo.

Una vez realizado el planchado se procedió a la labor de tender las cintas de riego para el machaco, se tuvo en cuenta que la semilla requiere que el terreno este mullido, libre de malezas y con suficiente humedad, para una mejor uniformidad en la germinación.

El riego de "machaco"; con el sistema de riego por goteo, fue por espacio de 8 horas, con la finalidad de humedecer bien la línea de siembra. Las fechas del machaco fueron los días 05 y 06 de abril del 2022. Las labores realizadas ayudan a controlar mejor las malezas y mejorar la capacidad de retención de agua del suelo.

Siembra

Evaluada la humedad del terreno y cuando estuvo a "punto" se realizó la siembra. Ica es la región de mayor producción y la época de siembra para la variedad Sol de Ica es en los meses de marzo a mayo. En esta investigación la siembra se realizó el día 08 de abril del 2022.

2.3.4 Fertilización

La Asociación de Agricultores realizó un solo abonamiento al suelo y vía sistema de riego. Se presenta la aplicación de fertilizantes.

Aplicación de Fertilizantes

Ítem	Fecha	Fertilizantes Aplicados al Suelo
1	02-05-22	Urea, Fosfato Diamónico y Sulfato de Potasio

La Dosis de fertilización usadas fue de: 40 N – 60 P₂O₅ – 40 K₂O

2.3.5 Cultivos y deshierbos

Es control de malezas es una labor importante por el corto periodo vegetativo por lo que se debe iniciar antes de la siembra, es una labor que se hace para eliminar la competencia de maleza con las plantas objetivo. a la segunda semana después de la siembra y continuo hasta la quinta semana después de la siembra.

En total se realizaron 3 deshierbos; después de la siembra, labor que se realizó a lampa el día 03 de mayo del 2022. La primera labor de cultivo se efectuó el día 01 de junio del 2022, a los dos días de esta labor se rectificó el cultivo realizándose el segundo deshierbo manual el día 03 de junio del 2022 con la finalidad de eliminar las malezas que están entre las plantas del cultivo de pallar.

Las principales malezas que se presentaron fueron:

Nombre científico	Nombre común
<i>Cenchrus echinatus</i>	Cadillo
<i>Staria sp.</i>	Pega pega
<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga
<i>Cyperus esculentus</i>	Coquito

2.3.6 Control fitosanitario

La Asociación de Agricultores realiza el control de plagas de acuerdo a las evaluaciones que realiza el encargado del campo y a las aplicaciones se muestran en la siguiente tabla.

TABLA 4
Control Fitosanitario

Fecha	Producto	Control
06-05-22	Campal/adherente	<i>Agrotis sp. Elasmopalpus sp.</i>
25-05-22	Campal/Vigoruz/Citoprow/adherente 20-20-20	<i>Epinotia aporema y Empoasca kraemeri</i>
11-06-22	Liberación de <i>Chrysoperla externa</i>	<i>Omiodes indicata</i>
01-07-22	Rotenona/adherente	<i>Laspeyresia leguminis</i>
20-07-22	Dithane/adherente	<i>Alternaria sp</i>

Gusano de tierra, (*Agrotis ipsilon*) que ataca el cuello de las plantas. El gusano picador del cuello de plantas (*Elasmopalpus lignosellus*).

Tambien se tuvo la presencia de Mosca blanca, *Bemisia sp.*

2.3.7 Riegos

El sistema de riego utilizado es el riego por goteo; utilizando agua subterránea, captada mediante el pozo tubular IHRS N° 06, con un caudal aproximado de 60 L/seg. Los riegos son dos días a la semana por espacio de 03 horas vía sistema de goteo.

TABLA 5
Calendario de Riegos

Fecha aplicación del riego	Tiempo de riego (horas/ha)	Volumen (m³/ha)	Procedencia
14-04-2022	04	430	Subterránea
20-04-2022	04	430	Subterránea
26-04-2022	04	430	Subterránea
02-05-2022	04	430	Subterránea
09-05-2022	04	430	Subterránea
16-05-2022	04	430	Subterránea
23-05-2022	04	430	Subterránea
30-05-2022	03	320	Subterránea
04-06-2022	03	320	Subterránea
10-06-2022	03	320	Subterránea
16-06-2022	03	320	Subterránea
Total, Volumen		4,290 m ³ /ha.	

Los riegos aplicados fueron en un total de 4,290 m³/ha. todo aplicado por el sistema de riego por goteo.

2.3.8 Analisis del agua de riego

El agua que abastece al cultivo de pallar es agua extraída del pozo de agua subterránea IRHS – 06, ubicado en Asociación de Agricultores de Ica. Análisis realizado por el Laboratorio AGRIQUEM.

TABLA 6
Análisis químico del agua de riego

PARAMETROS	UNIDAD	VALORES	INTERPRETACION
Conductividad Eléctrica a 25 °C.	μS/cm a 25 °C	995	Medio
pH		7.49	Ligeramente alcalina
Calcio	mg/L	148	Alto
Magnesio	mg/L	32,4	Alto
Sodio	mg/L	29,0	Medio
Potasio	mg/L	2,91	Medio
CATIONES			
Cloruro	mg/L CO ₃ H-	50	Medio
Sulfato	mg/L CO ₃ H-	243	Medio
Nitratos	mg/L CO ₃ H-	29,8	Medio
Carbonatos	mg/L CO ₃ H-	<0.02	Bajo
ANIONES			
SAR	meq/L	1.37	Bajo
Boro ppm	mg/L	0.17	Bajo

Análisis químico del agua de riego

De acuerdo con el análisis del agua utilizada para riego, se registró una alta conductividad eléctrica de 995 μS/cm considerado media y un pH de 7.49, que indica que es ligeramente alcalina. Los niveles de calcio son altos, con 148 mg/L, mientras que el magnesio se encuentra en un nivel alto con 32.4 mg/L. Los niveles de sodio son medios, con 29.0 mg/L y el potasio su concentración fue de 2.91 mg/L considerado con un valor medio.

En el desglose de aniones, se observa que el cloruro, sulfato y los nitratos tienen niveles medio, con 50 mg/L CO₃H-, 243 mg/L CO₃H- y 29.8 mg/L CO₃H- respectivamente. El carbonato se encuentra en una cantidad de < 0.02 mg/L CO₃H- presentan un nivel bajo.

En lo que respecta a la Relación de Absorción de Sodio (SAR), esta es de 1.37, lo cual se considera bajo, al igual que el contenido de boro con 0.17 ppm.

Estos datos sugieren que la calidad del agua de riego no debería afectar negativamente la absorción de nutrientes del suelo por parte del cultivo de pallar.

2.3.9 Análisis metales pesados Cadmio y Plomo

Los metales pesados cadmio y plomo son tóxicos para los humanos y el medio ambiente. Por lo tanto, es importante conocer la concentración de estos metales en el cultivo de pallar variedad sol de Ica, un cultivo popular en la región de Ica, Perú.

La concentración de metales pesados en el pallar se determinó mediante análisis de laboratorio. Los resultados de estos análisis nos permiten conocer los límites máximos de cadmio y plomo en el pallar. Estos límites están establecidos por las autoridades sanitarias de los diferentes países.

Los productores de pallar de Ica deben conocer los límites máximos de cadmio y plomo establecidos por los países a los que exportan su producto. De esta manera, pueden tomar medidas para reducir la contaminación de sus cultivos con estos metales pesados.

Algunas medidas que los productores pueden tomar para reducir la contaminación de sus cultivos con metales pesados incluyen:

Utilizar fertilizantes y pesticidas que sean bajos en cadmio y plomo.

Practicar la rotación de cultivos.

Aplicar compost al suelo.

Utilizar métodos de riego eficientes.

Las remediaciones, como bioremediación, fitorremediación, etc.

Tomando estas medidas, los productores de pallar de Ica pueden contribuir a proteger la salud humana y el medio ambiente.

2.4 Tipo, nivel y diseño de la investigación

2.4.1 Tipo de investigación

Es la investigación descriptiva, la cual se basa en la recopilación de datos cuantitativos a través del análisis químico de muestras de suelo y plantas al evaluar los metales pesados en el cultivo de pallar.

2.4.2 Nivel de investigación

De acuerdo al ensayo planteado reúne las características de un estudio explicativo.

2.4.3. Diseño de investigación

El diseño utilizado en la presente investigación es el No experimental, longitudinal de tendencia porque evaluamos el efecto de la absorción de elementos tóxicos en el cultivo de Pallar (*Phaseolus lunatus* L.), Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71).

2.4.4. Tratamientos en estudio

Como es un ensayo no experimental no se considera el diseño estadístico. El enfoque se centró en la observación y la recopilación de datos en condiciones naturales, sin manipular variables independientes. En resumen, en una investigación no experimental sobre metales pesados en el cultivo de pallar, no se aplicó tratamientos de manera deliberada, sino que se observó y analizo los datos existentes en condiciones naturales y se recopilaron datos de diferentes fuentes para comprender mejor la situación. El enfoque está en la observación y la descripción,

así como en la identificación de relaciones y patrones sin intervenir directamente en el entorno de estudio.

Metodología de aplicación de los tratamientos

Si la investigación es no experimental, no se aplicarán tratamientos deliberados, sino que se observarán y analizarán datos en condiciones naturales.

Características a evaluarse

Las características evaluadas en el presente experimento fueron las concentraciones de Cadmio y Plomo en el suelo agrícola, las hojas, las vainas verdes y secas y los granos verdes y secos del pallar (*Phaseolus lunatus* L.), Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71) en la parte media del Valle de Ica.

2.5 Población y muestra

2.5.1 Población de estudio

Para efecto del ensayo la población está determinada por el área sembrada del cultivo de Pallar (*Phaseolus lunatus* L.), Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71), siendo estas las 02 Hectáreas, que representan a la parte media del Valle de Ica, para efecto del experimento la población estuvo determinada por el área sembrada del cultivo de pallar Sol de Ica, con 1800 plantas; ubicado en el Fundo “San Camilo” de la Asociación de Agricultores de Ica en la zona media del Valle de Ica, del distrito de Parcona, provincia y departamento de Ica.

2.5.2 Población de la muestra del estudio

Para las evaluaciones a efectuarse durante el desarrollo vegetativo del cultivo y programadas en el ensayo, La unidad muestral son las plantas del cultivo de pallar; es decir se tomaron muestras de 20 plantas. Para las evaluaciones a efectuarse durante el trabajo de ensayo se obtendrán las muestras señaladas, suelo, hojas y granos verdes frescos y granos secos.

III. RESULTADOS

3.1 Presentación e interpretación de los resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la presente investigación, al finalizar el ensayo, estimar la concentración de dos elementos tóxicos, Cd y Pb en el cultivo de Pallar (*Phaseolus lunatus* L.), Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71) en la parte media del Valle de Ica, conducido con sistema de riego por goteo.

Los análisis realizados se pueden constatar en el anexo, así mismo se está detallando los resultados y su interpretación en las tablas respectivas.

3.1.1 Análisis de Suelo físico Químico

Según los resultados del análisis del agua utilizada para irrigación, se destaca una alta conductividad eléctrica de 4.53 dS/m y un pH de 7.40, que apunta a una salinidad ligera. Los niveles de calcio son elevados, registrándose en 33.88 meq/l, mientras que el magnesio presenta niveles medios con 6.39 meq/l. El sodio muestra niveles altos de 6.15 meq/l y el potasio está en un rango considerado normal con 0.30 meq/l.

En términos de la Relación de Absorción de Sodio (SAR), el valor es de 1.37, lo que se categoriza como bajo. Asimismo, el boro tiene un nivel bajo, con una concentración de 0.16 ppm. Estos indicadores sugieren que la calidad del agua de riego no tendría un impacto negativo en la asimilación de nutrientes por parte de los cultivos.

3.1.2 Datos meteorológicos

En lo que respecta a las condiciones climáticas para el cultivo de pallar, las temperaturas registradas durante la fase de investigación se encuentran en un rango óptimo de entre 18°C y 25°C. Esto sugiere un clima cálido, pero no excesivamente caliente, lo cual es ideal para el desarrollo del cultivo.

3.1.3 Componentes del ensayo

El presente estudio, se ha realizado de acuerdo a la programación proyectada, se ha estimado la concentración de los elementos tóxicos, Cadmio y Plomo en el cultivo de Pallar (*Phaseolus lunatus* L.), Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71) en la parte media del Valle de Ica, 2022, presentándose los resultados a continuación.

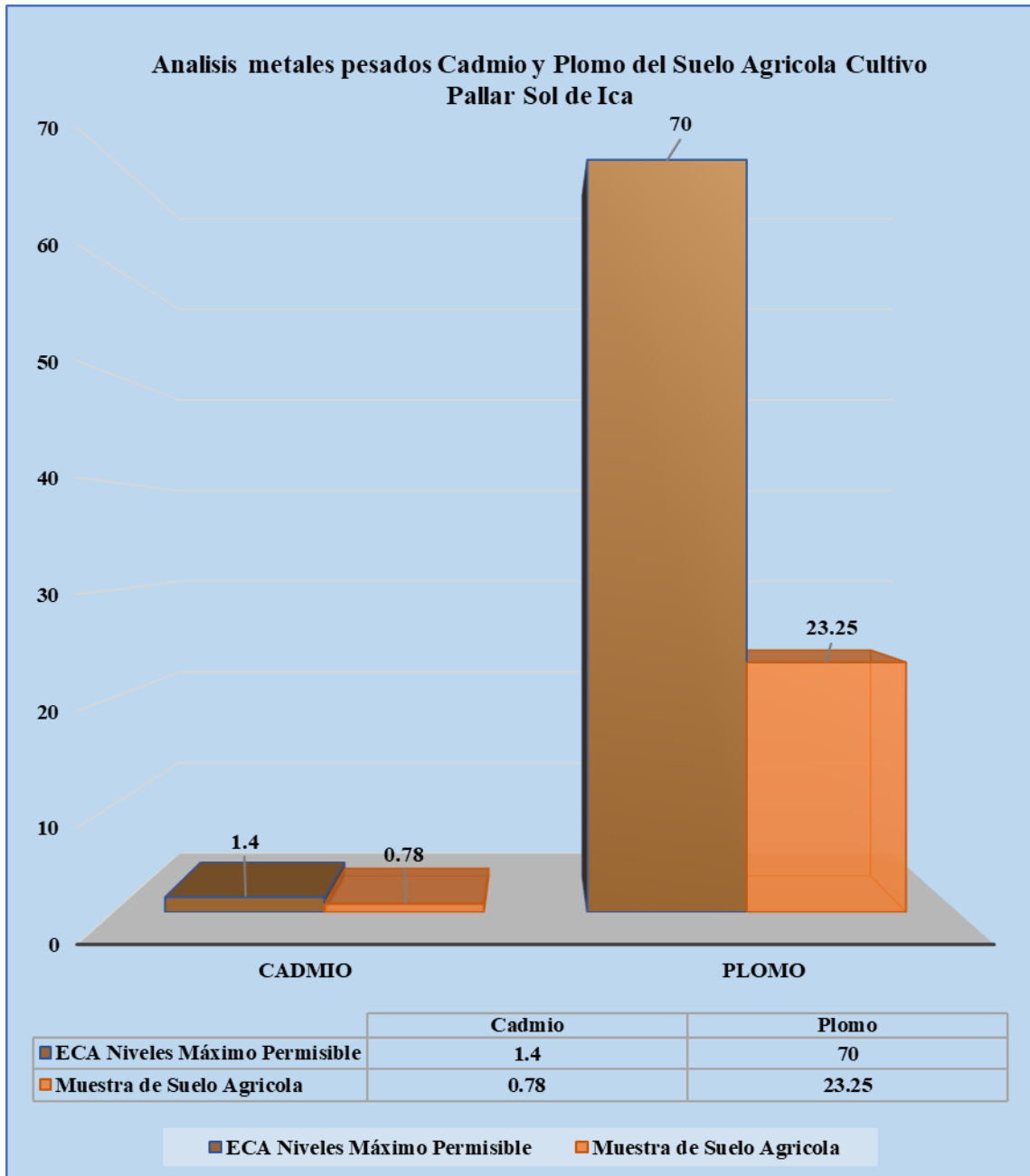
Los datos se han tomado para el suelo agrícola del Perú. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM - EPA 3050 y EPA 3051, para el Cadmio 1.4 mg/kg y 70 mg/kg para el Plomo.

“La Norma general del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos (Codex Stan 193-1995), para las leguminosas fijan el límite para el Cadmio en 0,1 mg/kg y para el Plomo 0,2 mg/kg”.

Análisis: Metal Pesado, Cadmio y Plomo en el Suelo Agrícola

Parámetros	Metal pesado Cadmio y Plomo mg/kg	
Fundo "San Camilo"	Análisis del Suelo Agrícola Cultivo Pallar Sol de Ica	
	Cadmio	Plomo
ECA Niveles Máximo Permisible	1.4	70
Muestra de Suelo Agrícola	0.78	23.25

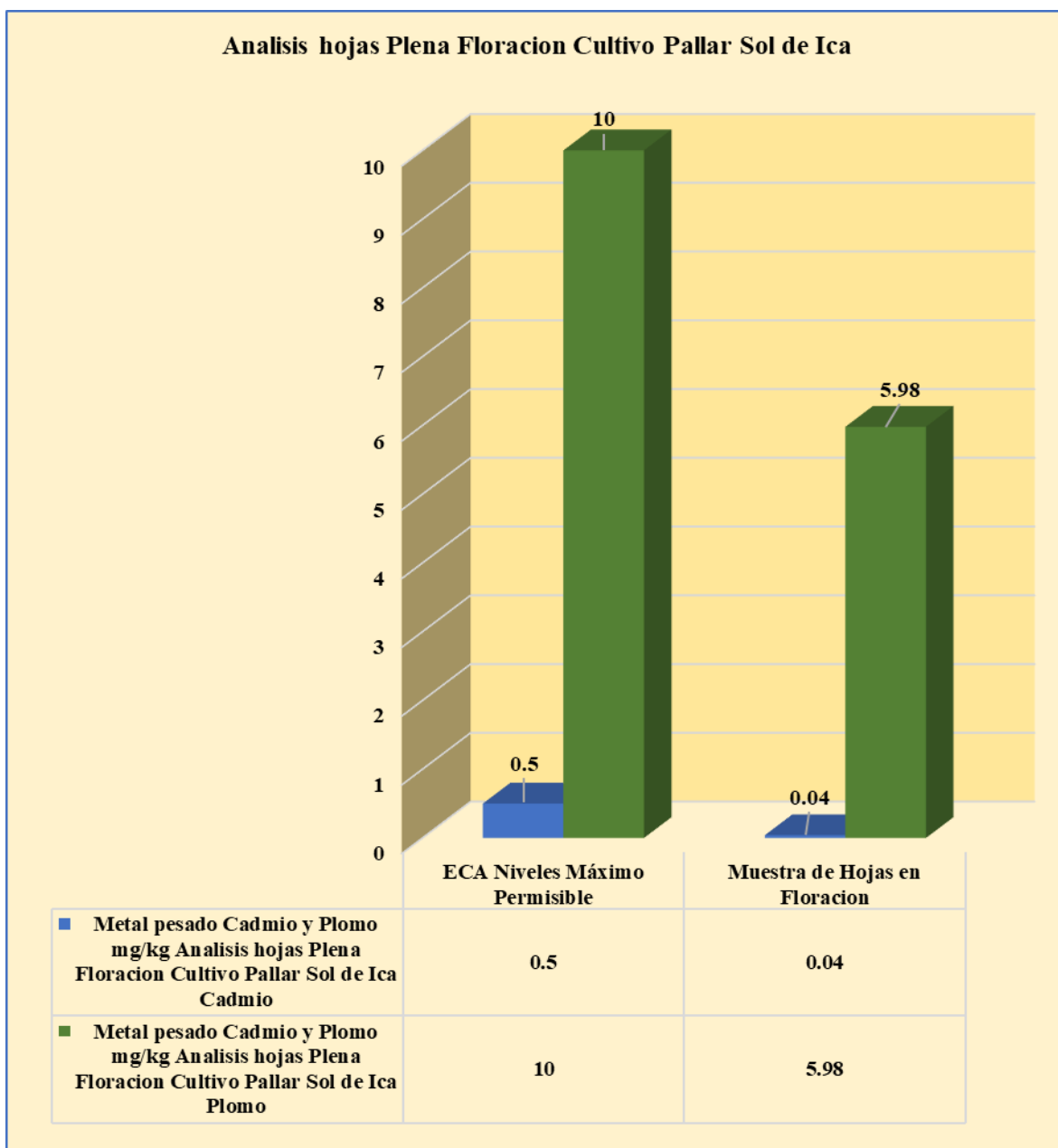
Fig. 1 Metales pesados Cadmio y Plomo suelo agrícola



Análisis de los metales pesados Cadmio y Plomo en hojas plena floración

Parámetros	Metal pesado Cadmio y Plomo mg/kg	
	Análisis hojas Plena Floración Cultivo Pallar Sol de Ica	
Fundo "San Camilo"	Cadmio	Plomo
ECA Niveles Máximo Permisible	0.5	10
Muestra hojas en Floración	0.04	5.98

Fig. 2 Cadmio y Plomo en las hojas en plena Floración

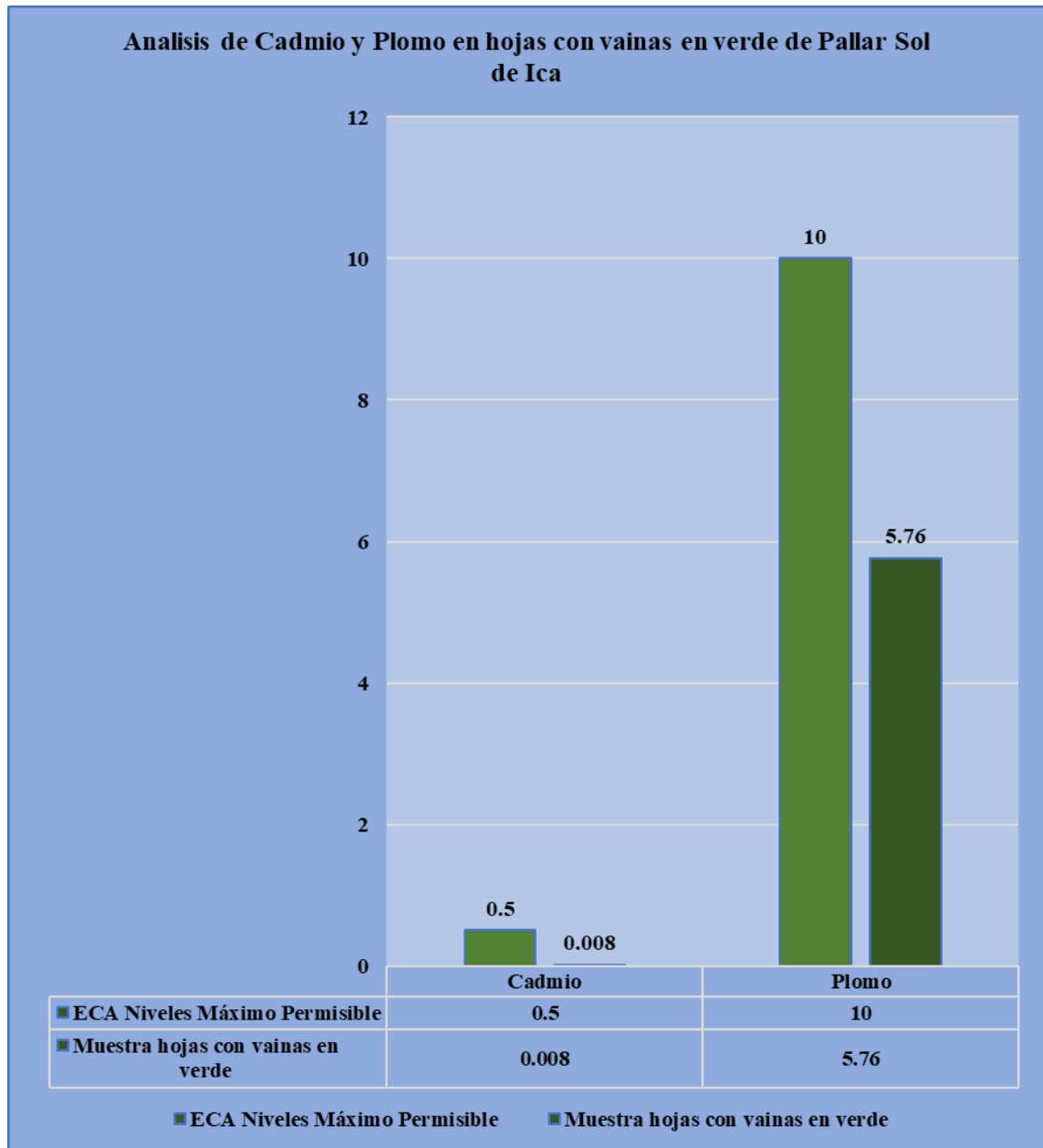


Nota: Kabata-Pendias (2000) considera que en hojas maduras las concentraciones máximas tolerable de metales pesados es 0.5 ppm para Cadmio (Cd) y de 10 ppm para Plomo (Pb).

Análisis de Cadmio y Plomo en las hojas con vainas verdes del Pallar

Parámetros	Metal pesado Cadmio y Plomo mg/kg	
	Análisis hojas con vainas verdes frescas Pallar Sol de Ica	
Fundo "San Camilo"	Cadmio	Plomo
ECA Niveles Máximo Permisible	0.5	1.4
Muestra hojas con vainas en verde	0.008	5.76

Figura 3 Cadmio y Plomo en las hojas con vainas en verde

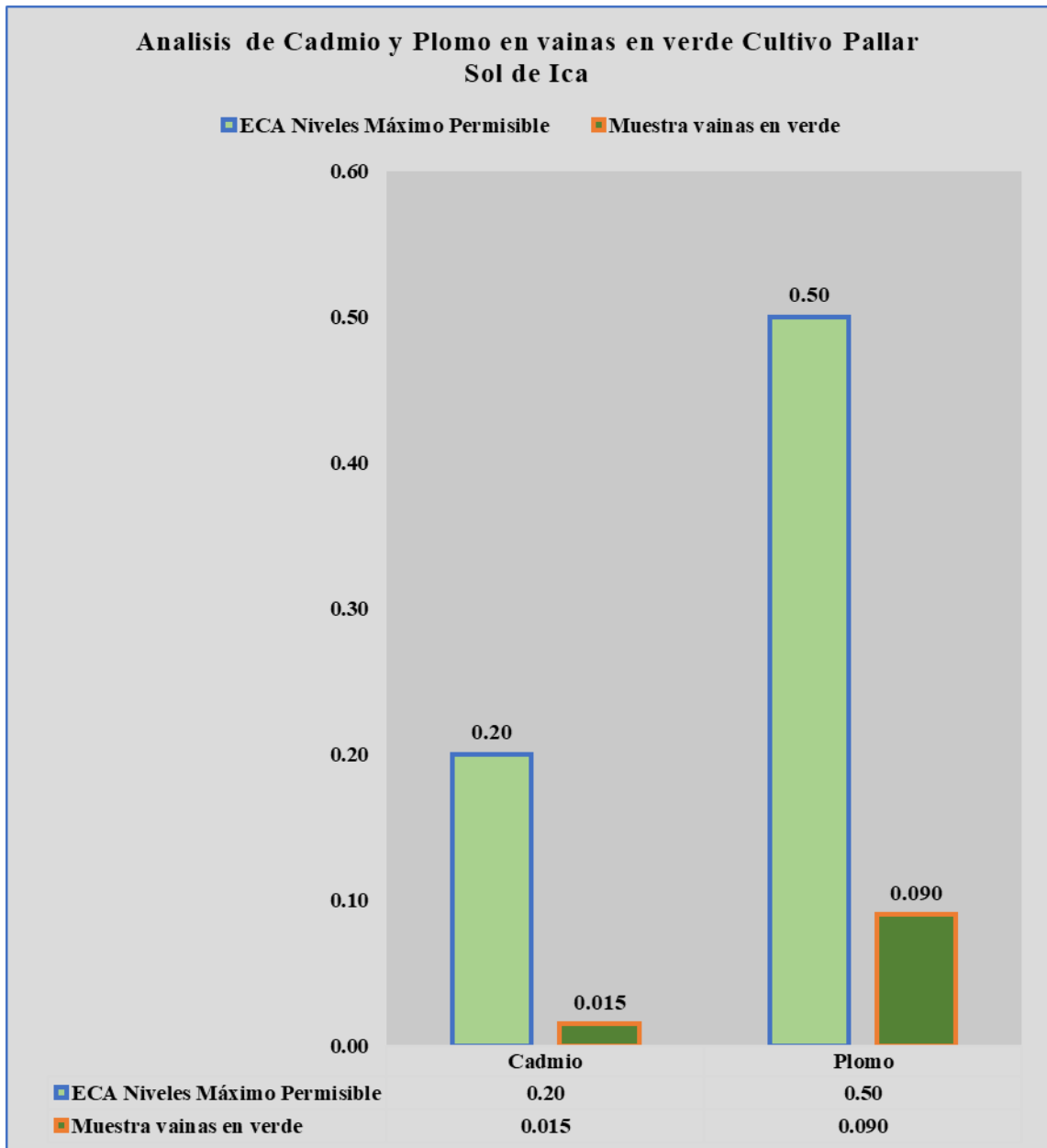


Nota: Kabata-Pendias (2000) considera que en hojas maduras las concentraciones máximas tolerable de metales pesados es 0.5 ppm para Cadmio (Cd) y de 10 ppm para Plomo (Pb).

Análisis de Cadmio y Plomo en las vainas verdes frescas del Pallar Sol de Ica

Parámetros	Metal pesado Cadmio y Plomo mg/kg	
	Análisis de vainas en verde Cultivo Pallar Sol de Ica	
Fundo "San Camilo"	Cadmio	Plomo
ECA Niveles Máximo Permisible	0.20	0.50
Muestras vainas en verde	0.015	0.090

Figura 4 Cadmio y Plomo en las vainas verdes frescas

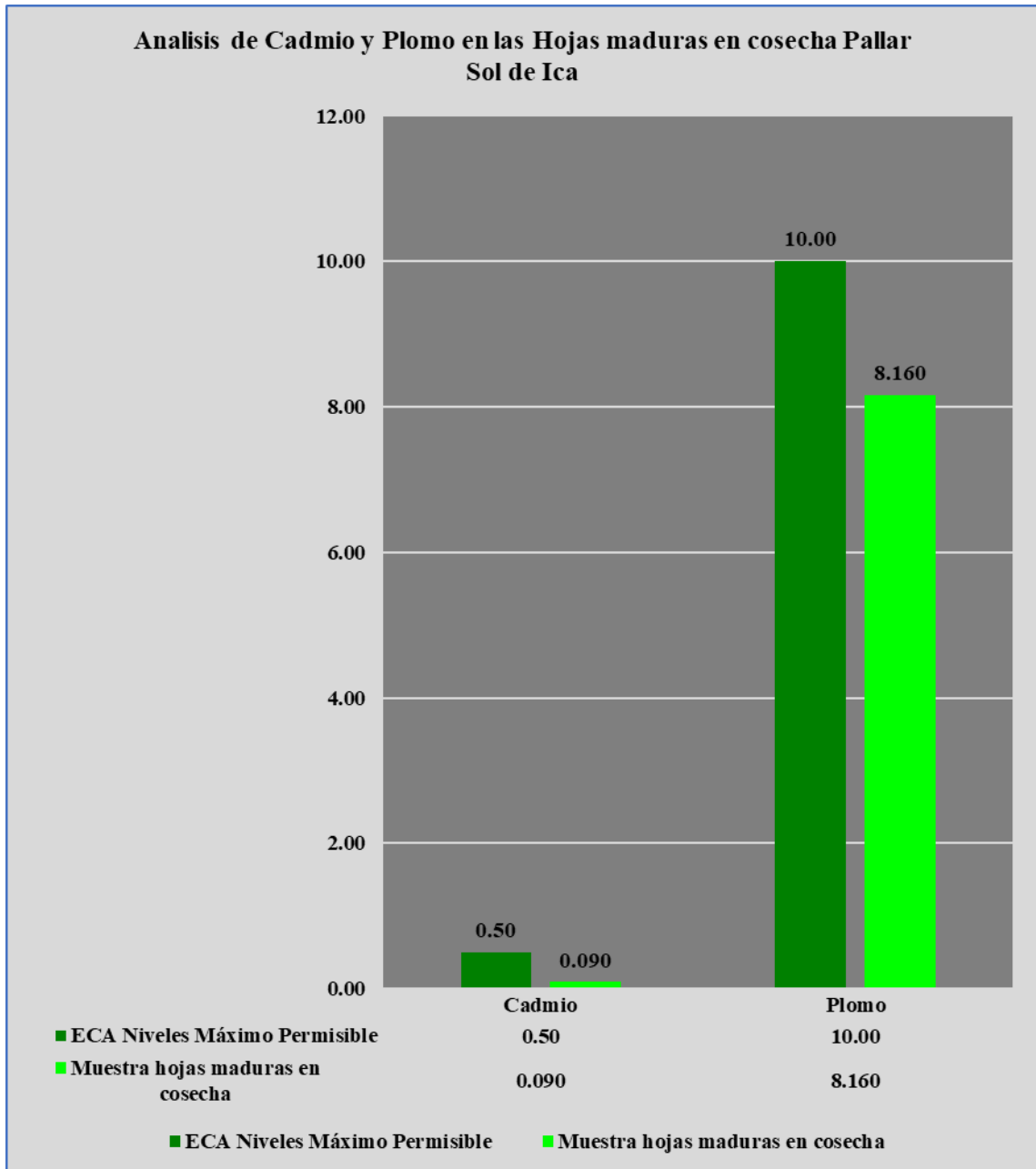


Nota: En el caso de las vainas frescas de pallar, el límite máximo permisible de cadmio es de 0.2 mg/kg y el límite máximo permisible de plomo es de 0.5 mg/kg., y según el Codex Alimentarius y la Unión Europea, los límites máximos permisibles de cadmio y plomo en leguminosas son: Cadmio: 0.2 mg/kg Plomo: 0.1 mg/kg

Analisis de Cadmio y Plomo en las hojas maduras en cosecha del Pallar

Parámetros	Metal pesado Cadmio y Plomo mg/kg	
	Analisis de Hojas maduras en cosecha Pallar Sol de Ica	
Fundo "San Camilo"	Cadmio	Plomo
ECA Niveles Máximo Permisible	0.50	10.00
Muestra hojas maduras en cosecha	0.090	8.160

Figura 5 Cadmio y Plomo en las hojas maduras en cosecha

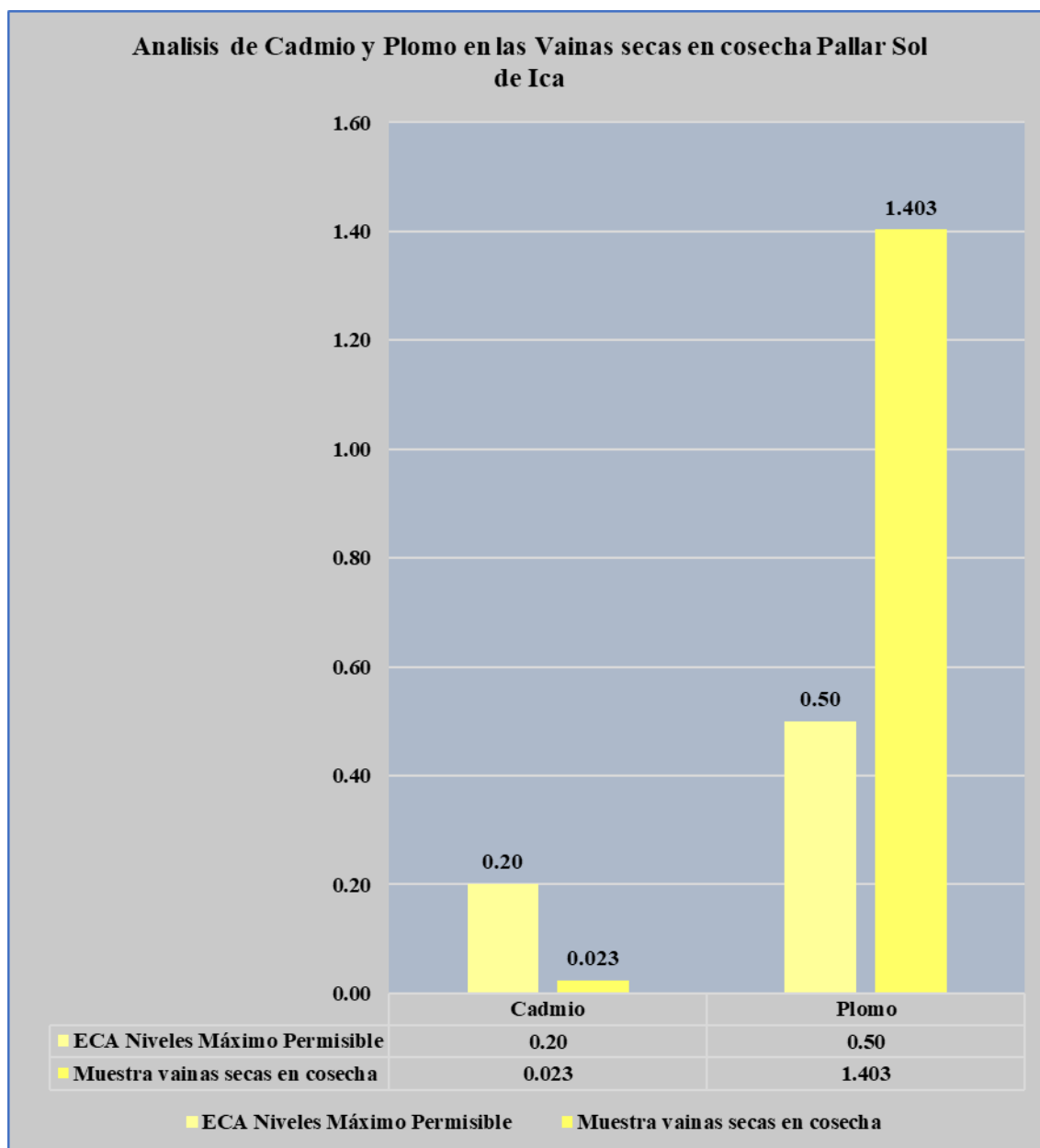


Nota: Kabata-Pendias (2000) considera que en hojas maduras las concentraciones máximas tolerable de metales pesados es 0.5 ppm para Cadmio (Cd) y de 10 ppm para Plomo (Pb).

Analisis de Cadmio y Plomo en las vainas secas en cosecha Pallar Sol de Ica

Parámetros	Metal pesado Cadmio y Plomo mg/kg	
	Analisis de vainas secas en cosecha Pallar Sol de Ica	
Fundo "San Camilo"	Cadmio	Plomo
ECA Niveles Máximo Permisible	0.20	0.50
Muestra vainas secas en cosecha	1.403	0.023

Figura 6 Cadmio y Plomo en las vainas secas de pallar

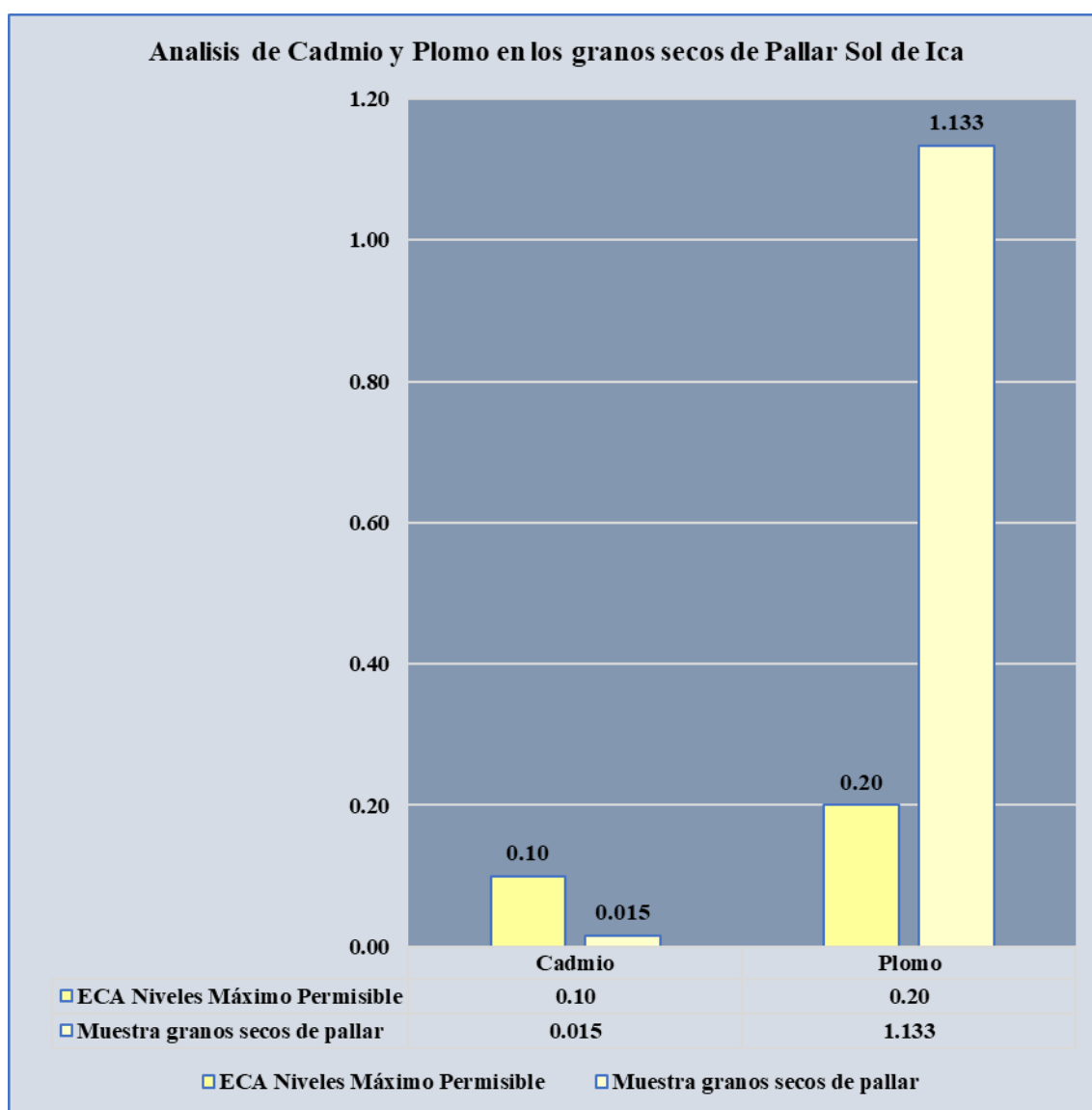


Nota: No hay información específica sobre los límites máximos permisibles de cadmio y plomo en las vainas secas en cosecha de pallar, estos pueden variar según el lugar de cultivo, las condiciones ambientales y las prácticas agrícolas. Por ejemplo, las vainas secas de pallar cultivadas en suelos contaminados con metales pesados pueden tener niveles más altos de estos metales.

Análisis de Cadmio y Plomo en los granos secos cosechados de Pallar

Parámetros	Metal pesado Cadmio y Plomo mg/kg	
Fundo "San Camilo"	Análisis de granos secos de Pallar Sol de Ica	
	Cadmio	Plomo
ECA Niveles Máximo Permisible	0.10	0.20
Muestra granos secos de pallar	0.015	1.133

Figura 7 Cadmio y Plomo en los Grano secos de Pallar



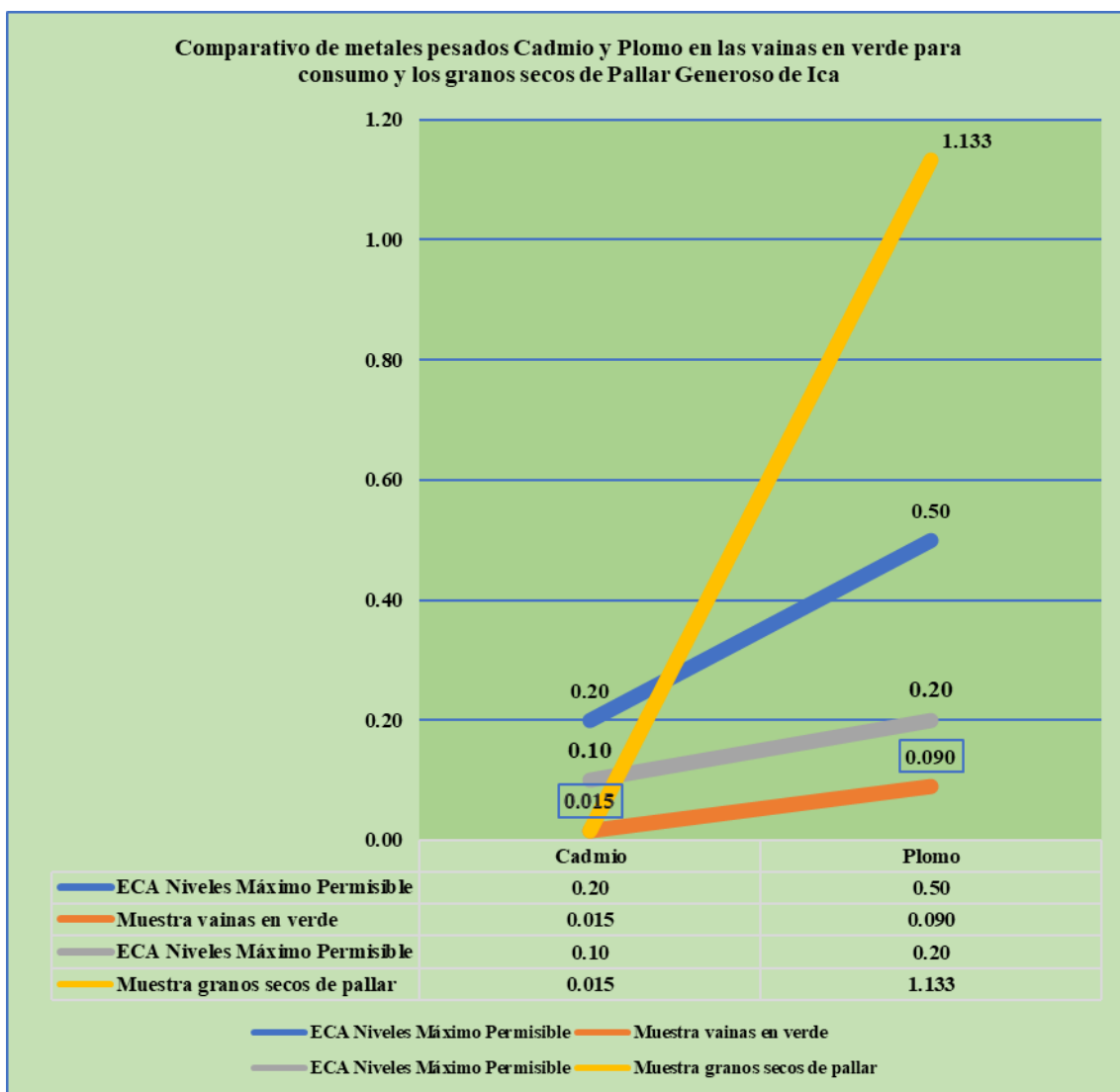
Nota: Los límites máximos permisibles de cadmio y plomo en las leguminosas de granos, como el pallar, están establecidos en el Codex Alimentarius, que es un conjunto de normas alimentarias internacionales desarrolladas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Los límites máximos permisibles de cadmio y plomo en las leguminosas de granos son los siguientes: Cadmio: 0,1 mg/kg Plomo: 0,2 mg/kg

Comparativos de las vainas en verde y granos secos de Pallar

Parámetros	Metal pesado Cadmio y Plomo mg/kg	
Fundo "San Camilo"	Análisis vainas verdes y granos secos de Pallar Sol de Ica	
	Cadmio	Plomo
ECA Niveles Máximo Permisible	0.20	0.50
Muestras vainas en verde	0.015	0.090
ECA Niveles Máximo Permisible	0.10	0.20
Muestra granos secos de pallar	0.015	1.133

Figura 8 Comparativo de cadmio y plomo en vainas en verde y granos secos



Nota: Los límites máximos permisibles de cadmio y plomo en las leguminosas de granos, como el pallar, están establecidos en el Codex Alimentarius, el Cadmio con 0,1 mg/kg y el Plomo con 0,2 mg/kg. En este caso los granos secos de pallar presentan contaminación con plomo.

IV. DISCUSION

4.1 Discusión de Resultados

El pallar (*Phaseolus lunatus*) es un cultivo alimenticio ampliamente cultivado en varias regiones, incluyendo Perú. Sin embargo, es susceptible a la contaminación por metales pesados en el suelo, lo que puede afectar su seguridad alimentaria.

Importancia Alimentaria:

El pallar es una fuente importante de proteínas, carbohidratos y fibra en la dieta humana. Es valorado por su sabor y valor nutricional.

Vulnerabilidad a la Contaminación por Metales Pesados:

Los metales pesados, como el cadmio y el plomo, pueden acumularse en el suelo a través de la contaminación industrial, agrícola o de otras fuentes. Las plantas de pallar tienen la capacidad de absorber estos metales del suelo y acumularlos en sus tejidos.

Impacto en la Seguridad Alimentaria:

La acumulación de metales pesados en las plantas de pallar puede hacer que los productos sean tóxicos para el consumo humano. La ingesta de alimentos contaminados con metales pesados puede tener efectos adversos para la salud, incluyendo problemas gastrointestinales, daño renal, y daño neurológico, especialmente en niños.

Monitoreo y Control:

Para garantizar la seguridad alimentaria, es esencial monitorear regularmente los niveles de metales pesados en el suelo y las plantas de pallar. Las prácticas de gestión adecuadas, como la selección de áreas de cultivo no contaminadas y la aplicación de técnicas de remediación del suelo, pueden ayudar a reducir la acumulación de metales pesados.

Regulación y Normativas:

Los límites permisibles de metales pesados en alimentos y suelo son establecidos por autoridades regulatorias, como el Ministerio del Ambiente del Perú, a través del ECA - Estándar de Calidad Ambiental - del Codex Alimentarius en el caso de alimentos.

Los agricultores y las autoridades deben cumplir con estas regulaciones para garantizar la seguridad de los alimentos.

Concientización y Educación:

La educación de agricultores y consumidores sobre los riesgos asociados con la contaminación por metales pesados y las prácticas agrícolas seguras es esencial para proteger la seguridad alimentaria y la salud pública.

4.1.1 Concentraciones de Cadmio y Plomo en el suelo agrícola, hojas, vainas y grano de Pallar Sol de Ica.

Análisis de metales pesados Cadmio y Plomo en el suelo agrícola en el cultivo de Pallar variedad Sol de Ica

De acuerdo con los análisis del suelo agrícola del Fundo "San Camilo" en el distrito de Parcona, realizados por el Instituto Rural Valle Grande de Cañete, se determinó que los niveles de metales pesados en el suelo destinado al cultivo de pallar están dentro de los límites permitidos. Específicamente, la concentración de Cadmio (Cd) fue de 0.78 mg/kg, lo cual está por debajo del límite máximo permisible de 1.4 mg/kg establecido por las normativas del Ministerio del Ambiente MINAN 2017, la FAO y el Codex Alimentarius. Además, el nivel de Plomo (Pb) fue de 23.25 mg/kg, también dentro del límite de 70 mg/kg.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la concentración de cadmio es más de la mitad del límite permitido. Esto es una consideración importante al aplicar fertilizantes, especialmente aquellos que contienen fósforo, que podrían tener altos niveles de cadmio, para evitar una posible contaminación del suelo y del cultivo.

Análisis de metales pesados Cadmio y Plomo en las hojas en plena

Floración del cultivo de Pallar variedad Sol de Ica

Según los resultados del Análisis de las hojas en plena floración, sobre metales pesados con Código de Muestra: 700-02F-2022, registrada en el Laboratorio del Instituto Rural Valle grande, las hojas de pallar, presentaron un valor para el Cadmio (Cd), de 0.040 mg/kg y para el Plomo (Pb), 5.980 mg/kg, según Kabata-Pendias [18]. Considera que en hojas maduras las concentraciones máximas tolerable de metales pesados es 0.5 ppm para Cadmio (Cd) y de 10 ppm para Plomo (Pb). Hay que tener presente que el cadmio y plomo presentan trazas de los metales pesados, si se están acumulando en las hojas.

Análisis de Metales Pesados Cadmio y Plomo en las hojas con vainas verdes del Pallar variedad Sol de Ica

Según los resultados del Análisis del hojas con vainas verdes en llenado de granos del Fundo "San Camilo", del distrito de Parcona, sobre Metales Pesados con Código de Muestra: 845-02F -2022, Registrada en el Instituto Rural Valle Grande de Cañete, se puede apreciar que la muestra de vainas verdes cuajadas, no presentan contaminación por Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) no alcanzan los niveles de contaminación según los Límites Máximos Permisibles de la Norma ECA del Ministerio del Ambiente MINAN 2017, de la Norma FAO y Codex Alimentarius, siendo los valores para el cadmio de 0.015 mg/kg y para el plomo un valor de 0.090 mg/kg. En el caso de las vainas frescas de pallar, el límite máximo permisible de cadmio es de 0.20 mg/kg y el límite máximo

permisible de plomo es de 0.50 mg/kg., y según el Codex Alimentarius y la Unión Europea, los límites máximos permisibles de cadmio y plomo en leguminosas son: Cadmio: 0.2 mg/kg Plomo: 0.1 mg/kg, no llegando los metales en estudio a superar los límites establecidos.

Análisis de metales pesados Cadmio y Plomo en las hojas maduras en cosecha de pallar variedad Sol de Ica.

Según los resultados del Análisis de las hojas maduras en cosecha, del Fundo “San Camilo”, del distrito de Parcona sobre metales pesados con Código de Muestra: 934-01F -2022, registrada en el Instituto Rural Valle Grande de Cañete, se puede apreciar que la muestra de las hojas, no presentan contaminación por Cadmio (Cd) pues su valor es de 0.090 mg/kg, y para el Plomo (Pb), 8.160 mg/kg y la norma establece 0.5 mg/kg y 10.0 mg/kg. Según Kabata-Pendias. [18]. Considera que en hojas maduras las concentraciones máximas tolerable de metales pesados es 0.5 ppm para Cadmio (Cd) y de 10 ppm para Plomo (Pb).

Análisis de metales pesados Cadmio y Plomo en las vainas secas en cosecha de pallar variedad Sol de Ica.

Según los resultados del Análisis de las vainas maduras en cosecha, del Fundo “San Camilo”, del distrito de Parcona sobre metales pesados con Código de Muestra: 934-03F -2022, registrada en el Instituto Rural Valle Grande de Cañete, se puede apreciar que la muestra de las vainas, presenta lo valores para el Cadmio (Cd) de 0.023 mg/kg, y para el Plomo (Pb), 1.403 mg/kg. Se ha considerado los siguientes valores para el cadmio de 0.20 mg/kg y 0.50 mg/kg para el plomo, en este caso el plomo supera el límite máximo permisible. No hay información específica sobre los límites máximos permisibles de cadmio y plomo en las vainas secas en cosecha de pallar. Por ejemplo, las vainas secas de pallar cultivadas en suelos contaminados con metales pesados pueden tener niveles más altos de estos metales, y las vainas no son alimento, pero es utilizada como alimento balanceado y en muchos casos es incorporada al suelo.

Análisis de metales pesados Cadmio y Plomo en los Grano secos de pallar variedad Sol de Ica.

Según los resultados del Análisis de los granos secos del Fundo “San Camilo”, del distrito de Parcona sobre metales pesados con Código de Muestra: 934-02F -2022, registrada en el Instituto Rural Valle Grande de Cañete, se puede apreciar que la muestra de las vainas, presenta valores para el Cadmio (Cd) de 0.015 mg/kg, y para el Plomo (Pb), 1.133 mg/kg. Los límites máximos permisibles de cadmio y plomo en las leguminosas de granos, como el pallar, están establecidos en el Codex Alimentarius,

con los siguientes valores, para el Cadmio con 0,1 mg/kg y para el Plomo con 0,2 mg/kg. En este caso los granos secos de pallar presentan contaminación con plomo.

4.2 Contrastación de la hipótesis general

Realizado el estudio sobre, estimar la concentración de dos elementos tóxicos, Cadmio y Plomo en el cultivo de Pallar (*Phaseolus lunatus* L.), Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71) en la parte media del Valle de Ica, 2022, podemos decir que el suelo no presenta contaminación por los metales estudiados, según las normas internacionales y nacional, pero si se encuentran valores bajos, en relación al cadmio esta por más de la mitad con 0.78 mg/kg de la norma, la cual es de 1,4 mg/kg. lo que nos indica que hay una transferencia del suelo a la planta y a los granos de pallar.

Villa. [19]. Encontró que las hortalizas de hoja, como la lechuga y el apio, pueden acumular niveles altos de metales pesados, especialmente plomo y cadmio. Las concentraciones de estos metales en las hortalizas superaron los límites máximos establecidos por la Unión Europea.

Muñoz et al. [20]. Encontraron que las leguminosas de grano, como los frijoles, las lentejas y las arvejas, pueden acumular niveles altos de metales pesados, especialmente cadmio. Las concentraciones de cadmio en las leguminosas superaron los límites máximos establecidos por la FAO/OMS. Este estudio encontró que las leguminosas de grano son particularmente susceptibles a la acumulación de cadmio debido a que tienen una alta capacidad de absorción de este metal. El cadmio es un metal pesado que es tóxico para los humanos, y puede causar una serie de problemas de salud, como problemas renales, daño al sistema nervioso y cáncer.

Zhang. [21]. Al investigar sobre los metales pesados en las leguminosas de grano cultivadas en suelos contaminados con cadmio, indican que estas pueden acumular niveles de este metal que son incluso más altos que los límites máximos establecidos por la FAO/OMS. Este estudio destaca la importancia de evaluar la calidad del suelo antes de cultivar leguminosas de grano.

En general, la investigación sobre metales pesados en las leguminosas de grano sugiere que estas plantas pueden ser una fuente importante de contaminación por cadmio, por ello es importante lavar bien las leguminosas antes de consumirlas y evitar su consumo en exceso.

4.3 Contrastación de la hipótesis específica

Al estimar la concentración de dos elementos tóxicos, Cadmio y Plomo en el cultivo de Pallar, Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71) en la parte media del Valle de Ica, es importante recordar que el pallar, es una leguminosa de grano de importancia en la alimentación humana debido a su alto contenido en proteínas, vitaminas y minerales. Es una planta originaria de los Andes peruanos, y se cultiva en Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia.

El pallar es una planta que puede acumular metales pesados, especialmente cadmio y plomo. Esto se debe a que tiene una alta capacidad de absorción de estos metales, que se encuentran en el suelo, el agua y el aire.

Los estudios realizados sobre la acumulación de metales pesados en el pallar han encontrado que los niveles de cadmio y plomo son más altos en las semillas que en las hojas y los tallos. Esto se debe a que las semillas son el órgano de almacenamiento de nutrientes de la planta.

Suárez. et. al [22]. Encontraron que, los niveles de cadmio y plomo en las semillas de pallar de la variedad Sol de Ica variaron de 0,03 a 0,12 mg/kg y de 0,02 a 0,05 mg/kg, respectivamente. Estos niveles son superiores a los límites máximos establecidos por la FAO/OMS para el consumo humano.

Pérez. [23]. En el estudio evaluaron la acumulación de metales pesados en leguminosas de grano cultivadas en Perú. Se recolectaron muestras de semillas de pallar, lentejas y frijoles de diferentes regiones del país. Los resultados mostraron que las semillas de pallar presentaron los mayores niveles de cadmio (0,12 a 0,22 mg/kg), seguidos de las semillas de lentejas (0,07 a 0,13 mg/kg) y las semillas de frijoles (0,05 a 0,09 mg/kg). Los niveles de plomo fueron más bajos, pero aun así superiores a los límites máximos establecidos por la FAO/OMS.

Rojas. et. al. [24]. Este estudio evaluó los efectos de la contaminación por metales pesados en el rendimiento y la calidad nutricional del pallar (*Phaseolus lunatus* L.) variedad Sol de Ica. Se cultivaron plantas de pallar en suelos contaminados con cadmio y plomo. Los resultados mostraron que la contaminación por metales pesados redujo el rendimiento del pallar en un 15%. También afectó negativamente la calidad nutricional de las semillas, reduciendo el contenido de proteínas, hierro y zinc.

Marcano [25] indica que las hortalizas tienden a acumular más metales pesados en sus raíces y tallos. Esto se debe a que estos tejidos suelen actuar como áreas de almacenamiento para estos elementos. Este hallazgo es relevante para entender cómo las hortalizas podrían estar contribuyendo a la cadena de exposición a metales pesados, especialmente si estas partes de la planta se consumen o utilizan en alguna forma.

Gómez. et. al. [26]. Este estudio evaluó la acumulación de metales pesados en frijoles (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivados en suelos de diferentes zonas agroecológicas de Colombia. Se recolectaron muestras de frijoles de las variedades Bolondrón, Canario, Rojo y Pinto de las regiones Caribe, Andina, Orinoquía y Amazonia.

Los resultados mostraron que los niveles de cadmio y plomo en los frijoles fueron superiores a los límites máximos establecidos por la FAO/OMS. Los niveles de cadmio variaron de 0,05 a 0,15 mg/kg, y los niveles de plomo variaron de 0,02 a 0,07 mg/kg.

Los investigadores creen que la acumulación de metales pesados en los frijoles puede deberse a varios factores, como la contaminación del suelo, el uso de fertilizantes químicos, y el cambio climático.

Los resultados de este estudio sugieren que los frijoles son una fuente importante de contaminación por metales pesados. Es importante ser consciente de este riesgo y tomar medidas para reducir la exposición a estos metales.

Estas investigaciones brindan evidencia adicional de que las leguminosas, como el pallar y los frejoles son plantas que puede acumular metales pesados, especialmente cadmio y plomo.

Cusi. [27]. Realiza el estudio en Perú evaluando la concentración de cadmio y plomo en la planta de papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivada en suelos contaminados de cuatro regiones: El Mantaro, Sincos, Huancaní y Mito. Los resultados mostraron que la concentración de ambos metales pesados superó los límites máximos permisibles para este cultivo, concentrándose en la raíz.

Además, la materia seca de las plantas fue menor en suelos con mayor concentración de metales pesados. El factor de bioconcentración (FBC) para el plomo fue inferior a la unidad, mientras que el factor de translocación (FT) fue superior para el plomo en El Mantaro y para el cadmio en Mito.

Los datos encontrados sugieren que la papa es principalmente una planta fitoestabilizadora, con una acumulación moderada de metales pesados.

El ensayo nos indica que hay que continuar con las investigaciones en especial con cultivos que son alimentos primarios, como las menestras, las hortalizas y los frutales.

Por lo señalado aceptamos y damos validez a la hipótesis planteada en el presente estudio.

V. CONCLUSIONES

En la investigación realizada y teniendo en cuenta los resultados obtenidos, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

5.1 El sistema de conducción que realiza la Asociación de Agricultores de Ica, es apropiado, la textura Franco-Arenosa del suelo, es adecuada para el crecimiento y desarrollo normal del pallar y las condiciones climáticas fueron normales para el periodo de desarrollo de esta ancestral menestra.

5.2 En cuanto a los análisis realizados de metales pesados, en el suelo agrícola este no tiene los niveles de Cadmio pues presenta una concentración de 0,78 mg/kg, y la norma establece un valor de 1.4 mg/kg. y el Plomo no supera el límite máximo permisible, pero hay contaminación del suelo al manifiesta trazas en el suelo.

5.3 En referencias al Análisis de las hojas no rebasan los límites, encontrándose trazas. Los granos secos, y las vainas secas presentan contaminación por Plomo (Pb), siendo los niveles encontrados de 1.403 mg/kg para las vainas y para los granos secos un valor de 1.133 mg/kg, siendo la norma de 0.5 mg/kg y 0.20 respectivamente, según los Límites Máximos Permisibles de la Norma ECA del Ministerio del Ambiente MINAN 2017, del Codex Alimentarius y la Union Europea, es preocupante los niveles altos de plomo en los granos y las vainas.

El cadmio, si bien es cierto no supera el límite máximo permisible de la norma que es 0.1 mg/kg, este se encuentra con un valor de 0.015 mg/kg, entonces los granos secos están contaminados con trazas de este metal, importante analizar otros cultivos alimenticios.

VI. RECOMENDACIONES

Según, las conclusiones y la ejecución de la investigación, sugerimos:

- 6.1** Continuar con los trabajos de investigación sobre metales pesados en el cultivo de pallar y otros cultivos; debido a que no se cuenta con información en esta área de estudio, sobre todo a nivel de los pequeños productores.
- 6.2** Tomando en cuenta las condiciones del agricultor de la región Ica, se sugiere comunicar los resultados y realizar ensayos sobre el uso apropiado y eficiente de los fertilizantes y pesticidas, sabiendo que la contaminación es en parte por efecto de la aplicación durante años de los fertilizantes fosfatados y la contaminación antropogénica.
- 6.3** Promover el uso del análisis de metales pesados entre los productores para tener conocimiento real de la cantidad acumulada en el suelo para proyectar investigaciones que favorezcan la remediación de la contaminación del suelo por los metales pesados como el cadmio y en especial el plomo el cual su concentración supera los Límites Máximos Permisibles de la norma ECA.
- 6.4** Establecer una estadística de la contaminación en el cultivo de pallar y otros cultivos, que permita definir recomendaciones aceptables y investigar la solución a la remediación de estos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Indecopi. 23-11-2007. Resolución N° 020525-2007/DSD-INDECOPI | Otorgamiento de la denominación de origen PALLAR DE ICA. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, INDECOPI. Dirección de Signos Distintivos.
URI: <http://hdl.handle.net/11724/4520>
- [2] A. Díaz, V. Perea & I. Maguiña. “Pallar de Ica” – Perú. INDECOPI. 2011.
<https://docplayer.es/20849754-Pallar-de-ica-peru-angela-diaz-consultora-veronica-perea-isabel-maguina-indecopi.html>
- [3] Ojo Público. (03-04-2022). UE detecta alimentos peruanos con metales pesados y plaguicidas. Ambiente. Metales Pesados. <https://ojo-publico.com/tag/metales-pesados>
- [4] Ministerio de Agricultura y Riego. (2018). Informe del Monitoreo de Contaminantes en Alimentos Agropecuarios Primarios, Año 2016. Subdirección de Inocuidad Agroalimentaria/DIAIA. Lima, junio 2018.
<https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2016/08/Informe-de-monitoreo-2016.pdf>
- [5] Gobierno de la Rioja. Los metales pesados en la salud y ecosistemas. Salud y metales pesados. Medio Ambiente. 2016.
<https://www.larioja.org/medio-ambiente/es/calidad-aire-cambio-climatico/calidad-aire/red-biomonitorizacion-metales-pesados-rioja/salud-metales-pesados>
- [6] F. Hernández. Determinación de Cadmio (Cd) en Suelos Agrícolas dedicados a la Producción de Alfalfa *Medicago sativa* Irrigado con Aguas Residuales. Presentada como requisito parcial para obtener el título de: Ingeniero en Procesos Ambientales. México. Torreón, Coahuila Mayo del 2014.
URI: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/101>
- [7] C. Reyes, I. Vergara, O. Torres, M. Díaz y E. González. Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, (Sogamoso Boyacá, Colombia). Facultad de Ingeniería Geológica, Seccional Sogamoso, Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo, Vol. 16 N° 2, Julio-diciembre 2016, pp. 66-77, Sogamoso-Boyacá. Colombia ISSN Impreso 1900-771X, ISSN Online 2422-4324
- [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 Profesional de: Ingeniera Ambiental, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad César Vallejo. 2017. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/26886>

- [9] F. Madueño. “Determinación de metales pesados (plomo y cadmio) en lechuga (*Lactuca sativa*) en mercados del cono norte, centro y cono sur de Lima Metropolitana”. Tesis (Toxicólogo). Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, EAP. de Toxicología, 2017.
- [10] 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”. PhD. Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”, Escuela de Posgrado de la UNICA, 2019.
- [11] A. González, A. Pesqueira y M. Santalla. Cultivos de leguminosas grano para todos los usos. 2022. URI: <http://hdl.handle.net/10261/281152>
- [12] Ministerio de Agricultura y Riego. Leguminosas de grano. “Semillas nutritivas para un futuro sostenible”. Cultivares y Clases Comerciales del Perú. 2016. Año internacional de las Legumbres. 2016. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/legumbres/catalogo-leguminosas.pdf>
- [13] E. Pilon-Smits. Phytoremediation. *Annual Review of Plant Biology*, 56, 15-39 2005.
- [14] G. Sánchez. Ecotoxicología del cadmio. Riesgo para la salud de la utilización de suelos ricos en cadmio. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. 2016.
- [15] Y. Chen et al. (2013). Accumulation and health risk of heavy metals in vegetables from harmless and organic vegetable production systems of China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.09.037>
- [16] G. Bonanno, J. Borg, & V. Di Martino. (2017). Levels of heavy metals in wetland and marine vascular plants and their biomonitoring potential: A comparative assessment. *Science of the Total Environment*, 576: 796– 806.
- [17] Sánchez, M., & López, A. (2023). Caracterización de los suelos franco arenosos en la región de Ica, Perú. *Revista de Ingeniería Agrícola*, 22(3), 757-764.
- [18] Kabata-Pendias, A. 2000. Trace elements in soils and plants. 3th Edition. CRC Press, Boca Raton, EE.UU. 413 p.
- [19] F. Villa. Metales pesados en hortalizas de hoja en la Región Metropolitana de Santiago. *Ciencia e Ingeniería*, 35(1), 15-21. 2023.
- [20] S. Muñoz, V. Gómez & M. Rojas, M. Niveles de cadmio en leguminosas de grano cultivadas en Chile. *Revista Chilena de Nutrición*, 49(1), 13-18. 2022.
- [21] H. Zhang, J. Wang, J. Wu, J. Liu, & X. Li. Cadmium accumulation in grain legumes cultivated in cadmium-contaminated soils in China. *Journal of Hazardous Materials*, 415, 126350. 2021.
- [22] R. Suárez, J. García. & L. Arévalo. Acumulación de metales pesados en el pallar (*Phaseolus lunatus* L.) variedad Sol de Ica. *Revista Peruana de Biotecnología y Bioingeniería*, 17(1), 1-10. 2023.

- [23] Pérez, A., Rojas, M., & Suárez, R. (2022). Acumulación de metales pesados en leguminosas de grano cultivadas en Perú. *Revista Peruana de Ciencias Biológicas*, 29(1), 1-7.
- [24] M. Rojas, A. Pérez. & R. Suárez. Efectos de la contaminación por metales pesados en el rendimiento y la calidad nutricional del pallar (*Phaseolus lunatus* L.) variedad Sol de Ica. *Revista Peruana de Ciencias Agrarias*, 40(2), 23-30. 2023.
- [25] T. Marcano. La contaminación con cadmio en suelos agrícolas. *Venesuelos*, 8(1 y 2), 42–47. 2011.
- [26] Y. Gómez and J. Sánchez, and F. Rodríguez and C. García. Acumulación de metales pesados en frijoles (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivados en suelos de diferentes zonas agroecológicas de Colombia. *Journal. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 2022.
- [27] J. Vásquez. El cultivo del pallar. Instituto nacional de Investigacion Agraria. Dirección General de Investigacion Agraria. Serie RI N° 2-97 Lima, Perú. Manual Setiembre, 1997
- [28] V. Cusi. “Concentración de cadmio y plomo en la planta de papa (*Solanum tuberosum* L.), cultivada en suelos contaminados de El Mantaro, Sincos, Huancaní y Mito”. Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Continental. Facultad de Ingeniería Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental. Huancayo, 2021.
- [29] ATSDR. Resúmenes de Salud Pública - Cadmio (Cadmium). Agencia para sustancias toxicas y el registro de enfermedades. Disponible en:
https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs5.html CAS#: 1306-19-0
- [30] ATSDR. Resúmenes de Salud Pública - Plomo (Lead). Agencia para sustancias toxicas y el registro de enfermedades. Disponible en:
https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs13.html#:~:text=El%20plomo%20es%20un%20metal,elementos%20formando%20compuestos%20de%20plomo. CAS#: 7439-92-1

VIII. ANEXOS

8.1 Instrumentos de recolección de información

Los instrumentos de recolección de información son herramientas que se utilizan para recopilar datos sobre las variables que se desean medir. Estos instrumentos deben estar diseñados para capturar la información necesaria para responder a las preguntas de investigación y lograr los objetivos del estudio.

La técnica de recolección de información a través de fuentes secundarias consiste en la recopilación de información que ha sido registrada por otros investigadores o personas. Esta información puede ser de naturaleza diversa, como libros, artículos, documentos, registros, etc.

Las fuentes documentales se clasifican en diferentes tipos, como:

Hemerográfica: periódicos, revistas, etc.

Bibliográfica: libros, artículos, etc.

Escrita: cartas, documentos oficiales, etc.

Audiovisual: grabaciones, videos, etc.

Iconográfica: imágenes, fotografías, etc.

Cartográfica: mapas, planos, etc.

Objetos: vestimenta, herramientas, obras de arte, etc.

Detalles adicionales

Los instrumentos de recolección de información deben ser seleccionados de acuerdo con los objetivos del estudio. Por ejemplo, si el objetivo es medir la satisfacción de los clientes, se podrían utilizar encuestas o entrevistas. Si el objetivo es analizar la evolución de un fenómeno, se podrían utilizar datos históricos o estadísticos.

La técnica de recolección de información a través de fuentes secundarias es una herramienta valiosa para los investigadores. Esta técnica permite acceder a información que de otra manera sería difícil o imposible de obtener.

8.2 Matriz de Consistencia

PROBLEMA General	OBJETIVOS General	HIPOTESIS General	VARIABLES Independiente	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Estimar la concentración de dos elementos tóxicos, cadmio y plomo en el cultivo de pallar, en el suelo, hojas y granos en verde y seco, en la parte media del valle de Ica?	Estimar la concentración de dos elementos tóxicos, como el cadmio y plomo en el cultivo de pallar, Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71) en la parte media del Valle de Ica.	Las plantas de pallar Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71), se encuentran contaminadas por elementos tóxicos como Cadmio y Plomo, en la parte media del valle de Ica.	Plantas de pallar y el suelo, contaminados por la absorción de elementos tóxicos (X1)	Suelo, hojas, vainas en fresco y granos secos contaminados por cadmio y plomo	Espectrofotómetro de absorción atómica
Específico	Específico	Específico	Dependiente		
¿De qué manera la absorción de los dos elementos tóxicos (Cd y Pb) por el cultivo de pallar, pueden contaminar los granos, pudiendo afectar su consumo y la salud de la población, en la parte media del valle de Ica?	- Analizar la concentración de los dos elementos tóxicos, cadmio y plomo en el suelo, hojas y grano fresco y seco -Comprobar si la concentración de los dos elementos tóxicos, cadmio y plomo en el suelo, hojas y grano fresco y seco, se encuentran dentro del Límite Máximo Permisible según el Ministerio del Ambiente y la OMS/FAO, en la parte media del Valle de Ica.	-Las plantas de pallar Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71), instaladas en la parte media del valle de Ica, ¿pueden estar contaminadas por elementos tóxicos como cadmio y plomo? - El suelo, las hojas y los granos verdes y secos del cultivo de pallar, pueden alcanzar los niveles de contaminación por elementos tóxicos como cadmio y plomo que exceden los Límites Máximos Permisibles según el Codex Alimentarius, la OMS/FAO y la Norma Peruana.	Concentración de elementos tóxicos	-Nivel de elementos tóxicos en el cultivo de pallar. -mg/kg de cadmio y plomo en el suelo, hojas y granos en fresco y seco	Resultados de los análisis realizados
¿De qué manera la absorción de metales pesados (Cd y Pb,) por el cultivo de pallar, puede superar los límites permisibles, pudiendo afectar la exportación del grano, en la parte media del valle de Ica?					



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : ORLANDO BALBIN CARDENAS
PREDIO : FUNDO SAN CAMILO
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 502-015-2022
LUGAR : ICA
FECHA DE RECEP. : 31/05/2022

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD
MUESTRA : TESISTA, CORDERO FLORES ENZO - CULT. PALLAR SOL DE ICA - 30-05-22

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	60.32	%		
Limo	19.80	%		
Arcilla	19.88	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO ARENOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	31.81	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	1.26	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C	2.90	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp = 19.7 °C	8.60		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	7.10	ppm	MES - 006	Oben
Materia Orgánica	0.72	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.04	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	231.20	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extracción: Ao. Amonio
Calcio	8.88	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	2.04	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.26	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.57	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	2.23	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	11.75	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	2.30	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	28.59	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	1.84	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	1.80	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	22.73	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	7.61	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	3.05	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.71	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	0.64	ppm (*)	ISO 8390, 1990	Colorimétrico

ABRVS:

E.S. : Estado 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 Cationico Electrico.
% : Masa / Masa.
ppm : mg / Kg.
ppm(*) : mg / L.

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

NOTAS:

- 1- Los resultados presentados en este informe son válidos en la fecha de emisión.
- 2- Se permite 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: 961 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

INFORME DE ENSAYO

METALES PESADOS

SOLICITANTE : ORLANDO SALBÍN CARDENAS **CÓDIGO DE MUESTRA :** 628-018-2022
DIRECCIÓN : ICA **MUESTREADO POR :** CLIENTE
FECHA DE INICIO : 23/10/2020 **TIPO DE MUESTRA :** SUELO AGRÍCOLA
FECHA FINAL : 10/08/2022 **FECHA DE INGRESO :** 31/05/2022
LOTE : MUESTRA N° 01 **FECHA DE EMISIÓN :** 10/08/2022

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - METALES PESADOS

MUESTRA : TESISTA. CORDERO FLORES ENZO CULT. PALLAR SOL DE ICA

PARÁMETRO	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Piombo Total (Pb)	23.26	mg / Kg	ME1 - 023	FAAS
Cadmio Total (Cd)	0.78	mg / Kg	ME1 - 024	FAAS

Los resultados están expresados en muestra original.

LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN (LC) :

PARÁMETRO	LÍMITE CUANTIFICACIÓN	UNIDAD	TÉCNICA
Piombo Total (Pb)	1.87	mg / Kg	FAAS
Cadmio Total (Cd)	0.10	mg / Kg	FAAS

Desde:

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Línea

HMAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Generación de Hidruros

CVMAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Vapor Fluido

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden solo 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

Promociona de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Parlamentaria Sur Km. 144, San Vicente de Cabalote, Tarma - Perú

Teléfono: (511) 581 2201 | Celular: 991 092 552

E-mail: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE

Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : ORLANDO BALBIN CARDENAS

CÓDIGO DE MUESTRA : 700-02F-2022

PREDIO : ENZO CORDERO FLORES

MUESTREADO POR : CLIENTE

FECHA DE INICIO : 30/06/2022

TIPO DE MUESTRA : SOLIDA

FECHA FINAL : 18/07/2022

FECHA DE INGRESO : 28/06/2022

MATRIZ : HOJAS DE PALLAR

FECHA DE EMISIÓN : 23/07/2022

INFORME DE ANÁLISIS - METALES PESADOS

MUESTRA : FUNDO SAN CAMILO -PLENA FLORACION - VAR. SOL DE ICA (ICA-450-3-71)

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo Total (Pb)	5.980	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio Total (Cd)	0.040	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Cromo Total (Cr)	2.300	mg / Kg	MFES - 072	FAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

LIMITES DE CUANTIFICACIÓN :

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo (Pb)	0.067	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio (Cd)	0.005	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Cromo (Cr)	0.067	mg / Kg	MFES - 072	FAAS

Donde:

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

HGAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Generador de Hidruros

CVAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Vapor Frío

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 Baucedo 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 : ORLANDO BALBIN CARDENAS
 PREDIO : TESISTA: ENZO CORDERO FLORES
 FECHA DE INICIO : 18/08/2022
 FECHA FINAL : 05/09/2022
 MATRIZ : HOJAS DE PALLAR

CÓDIGO DE MUESTRA : 845-01F-2022
 MUESTREADO POR : CLIENTE
 TIPO DE MUESTRA : SOLIDA
 FECHA DE INGRESO : 16/08/2022
 FECHA DE EMISIÓN : 06/09/2022

INFORME DE ANÁLISIS - ESPECIAL
MUESTRA : FUNDO SAN CAMILO - PALLAR - SOL DE ICA

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo Total (Pb)	5.760	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio Total (Cd)	0.008	mg / Kg	MFES - 071	FAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

LIMITES DE CUANTIFICACIÓN :

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo Total (Pb)	0.007	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio Total (Cd)	0.007	mg / Kg	MFES - 071	FAAS

Donde:

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

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden solo 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: 991 592 553
 E-mail: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



SOLICITANTE : ORLANDO BALBIN CARDENAS CÓDIGO DE MUESTRA : 845-02F-2022
 PREDIO : TESISTA: ENZO CORDERO FLORES MUESTREADO POR : CLIENTE
 FECHA DE INICIO : 18/08/2022 TIPO DE MUESTRA : SOLIDA
 FECHA FINAL : 05/09/2022 FECHA DE INGRESO : 16/08/2022
 MATRIZ : VAINAS DE PALLAR FECHA DE EMISIÓN : 06/09/2022

INFORME DE ANÁLISIS - ESPECIAL
MUESTRA : FUNDO SAN CAMILO - PALLAR - SOL DE ICA

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo Total (Pb)	0.090	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio Total (Cd)	0.015	mg / Kg	MFES - 071	FAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

LIMITES DE CUANTIFICACIÓN :

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo Total (Pb)	0.007	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio Total (Cd)	0.007	mg / Kg	MFES - 071	FAAS

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: 991 592 553
 E-mail: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



SOLICITANTE : ORLANDO BALBIN CARDENAS CÓDIGO DE MUESTRA : 934-01F-2022
 PREDIO : TESISTA: CORDERO FLORES ENZO MUESTREADO POR : CLIENTE
 FECHA DE INICIO : 14/09/2022 TIPO DE MUESTRA : SOLIDA
 FECHA FINAL : 30/09/2022 FECHA DE INGRESO : 12/09/2022
 MATRIZ : HOJAS MADURAS DE PALLAR FECHA DE EMISIÓN : 06/10/2022

INFORME DE ANÁLISIS - METALES PESADOS
MUESTRA : M1 - FDO. SAN CAMILO - VAR. SOL DE ICA

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo Total (Pb)	8.160	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio Total (Cd)	0.090	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Cromo Total (Cr)	2.310	mg / Kg	MFES - 072	FAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

LIMITES DE CUANTIFICACIÓN :

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo (Pb)	0.067	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio (Cd)	0.005	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Cromo (Cr)	0.067	mg / Kg	MFES - 072	FAAS

Donde:

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
 HGAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Generador de Hidruros
 CVAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Vapor Frio
 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 Baucado Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO



SOLICITANTE : ORLANDO BALBIN CARDENAS CÓDIGO DE MUESTRA : 934-03F -2022
 PREDIO : TESISTA: CORDERO FLORES ENZO MUESTREADO POR : CLIENTE
 FECHA DE INICIO : 14/09/2022 TIPO DE MUESTRA : SOLIDA
 FECHA FINAL : 30/09/2022 FECHA DE INGRESO : 12/09/2022
 MATRIZ : VAINAS DE PALLAR FECHA DE EMISIÓN : 06/10/2022

INFORME DE ANÁLISIS - METALES PESADOS
MUESTRA : M3 - FDO. SAN CAMILO - VAR. SOL DE ICA

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo Total (Pb)	1.403	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio Total (Cd)	0.023	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Cromo Total (Cr)	0.503	mg / Kg	MFES - 072	FAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

LIMITES DE CUANTIFICACIÓN :

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo (Pb)	0.067	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio (Cd)	0.005	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Cromo (Cr)	0.067	mg / Kg	MFES - 072	FAAS

Donde:

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
 HGAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Generador de Hidruros
 CVAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Vapor Frio
 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 Baucado Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : ORLANDO BALBIN CARDENAS
PREDIO : TESISTA: CORDERO FLORES ENZO
FECHA DE INICIO : 14/09/2022
FECHA FINAL : 30/09/2022
MATRIZ : GRANOS DE PALLAR

CÓDIGO DE MUESTRA : 934-02F -2022
MUESTREADO POR : CLIENTE
TIPO DE MUESTRA : SOLIDA
FECHA DE INGRESO : 12/09/2022
FECHA DE EMISIÓN : 06/10/2022

INFORME DE ANÁLISIS - METALES PESADOS
MUESTRA : M2 - FDO. SAN CAMILO - VAR. SOL DE ICA

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo Total (Pb)	1.133	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio Total (Cd)	0.015	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Cromo Total (Cr)	0.510	mg / Kg	MFES - 072	FAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

LIMITES DE CUANTIFICACIÓN :

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo (Pb)	0.067	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio (Cd)	0.005	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Cromo (Cr)	0.067	mg / Kg	MFES - 072	FAAS

Donde:

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
HGAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Generador de Hidruros
CVAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Vapor Frio
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 Baucado Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promocora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581-2261 | Celular: 993 692 563
Email: labora.crio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

8.3 Otros

Sobre el Pallar

Es una leguminosa de grano de gran importancia en la alimentación humana con un alto valor nutritivo en proteínas y de sabor agradable. Esta leguminosa se siembra en la Costa Central, como Ica, Ancash y Lima.

Es una planta herbácea anual, pueden tener parte erecto o arbustivo con una raíz pivotante, tallo herbáceo, con fruto o vainas. Pueden ser dehiscentes o indehiscentes, con semilla semicircular aplanados, blancos o coloreados.

Cultivo de pallar

Vásquez. [27]. Variedad Sol de Ica (Ica 450 - 71) precoz erecto, variedad mejorada de hábito de crecimiento determinado o arbustivo. Es bastante precoz (120 días de período vegetativo y de 40 a 45 días a la floración). Altura de planta, 0,50 m. La vaina es curvada intermedia con 2 semillas. Los granos, de color blanco, ligeramente redondeados y de tamaño grande (100 semillas pesan 178 g). Su potencial de rendimiento alcanza a 3,000 kg/ha y el rendimiento promedio 2,500 kg/ha. En legumbre pueden rendir hasta 10 t/ha, pero el promedio llega a 8 t/ha. Su ámbito de desarrollo se ha ampliado de Casma (Ancash) a Acarí (Arequipa).

Legumbre

Es la semilla contenida en las plantas de la familia de las leguminosas, es un grupo de alimentos muy homogéneo, donde la parte de la planta consumida en alimentación animal y humana, cuyo origen es en la Mesopotamia y en la América Precolombina y en Asia Oriental.

Leguminosa

Son un grupo de plantas dicotiledóneas que tienen como características distintivas la de formar como fruto una vaina, como ejemplo: Soya ceibo en cuyo interior se desarrollan sus semillas, una de sus características más importantes es su capacidad de fijar el Nitrógeno Atmosférico en el suelo, a través de una simbiosis, con bacterias del suelo del género *Rhizobium*, estas plantas forman nódulos en sus raíces.

Journal of Agricultural Science. Proporciona información sobre la variedad sol de Ica, que es una de las variedades más populares de pallar en Ica. El pallar variedad sol de Ica es un cultivo popular en la región de Ica, Perú. Este cultivo se caracteriza por su alto rendimiento y su buen sabor. El pallar sol de Ica se exporta a varios países del mundo, y es una fuente importante de ingresos para los agricultores de la región.

Sobre los Metales Pesados

ATSDR. Agencia para sustancias toxicas y el registro de enfermedades. [29].

El Cadmio

Metal que se encuentra en la corteza terrestre, asociado con minerales de cinc, plomo y cobre.

El cadmio puro es un metal blando de color plateado. El cloruro de cadmio y el sulfato de cadmio son solubles en agua.

Manufactura

La mayor parte del cadmio en los Estados Unidos se extrae como producto secundario durante la producción de otros metales tales como el cinc, plomo o cobre. El cadmio también se recupera de baterías usadas.

Productos de consumo

El cadmio tiene los siguientes usos:

- baterías (83%)
- pigmentos (8%)
- recubrimientos electrolíticos (7%)
- estabilizadores para plásticos (1.2%)
- aleaciones sin fierro, instrumentos fotovoltaicos y otros usos (0.8%)

Fuentes

El cadmio es liberado al suelo, al agua y al aire durante la extracción y refinación de metales no ferrosos, la manufactura y aplicación de abonos de fosfato, la combustión de combustibles fósiles, y la disposición e incineración de basura.

El cadmio puede acumularse en organismos acuáticos y en cosechas agrícolas.

Destino

El aire

El cadmio (como óxido, cloruro o sulfato) se encuentra en el aire en forma de partículas o vapores (proveniente de procesos de alta temperatura). Puede ser transportado largas distancias en la atmósfera para ser depositado (húmedo o seco) sobre la superficie del suelo o del agua.

El suelo

El cadmio y sus compuestos pueden movilizarse a través del suelo, pero su movilidad depende de varios factores tales como el pH y la cantidad de materia orgánica, los que varían según el ambiente local. Generalmente, el cadmio se adhiere fuertemente a la materia orgánica en la cual permanece inmóvil en el suelo y puede ser incorporado por plantas, entrando así a la cadena alimentaria.

El agua

El cadmio existe en forma de ión hidratado o como complejo iónico asociado a otras sustancias inorgánicas u orgánicas. Las formas de cadmio solubles se movilizan en el agua. Las formas insolubles son inmóviles y se depositarán en el sedimento donde serán adsorbidas.

Exposición al cadmio

En los Estados Unidos, la fuente principal de exposición al cadmio para personas que no fuman es la dieta. En general, las hojas de hortalizas tales como lechuga y espinaca, patatas y cereales, cacahuetes, soja, y semillas de girasol contienen niveles de cadmio más elevados, aproximadamente 0.05–0.12 mg/cadmio/kg.

Las hojas de tabaco acumulan niveles altos de cadmio desde el suelo.

La media geométrica de cadmio en la sangre de adultos a nivel nacional es de 0.38 µg/L. La media geométrica en personas que fuman en la ciudad de Nueva York fue de 1.58 µg/L. La cantidad de cadmio que se absorbe al fumar un paquete de cigarrillos al día es de aproximadamente 1–3 µg/día. Las mediciones directas de cadmio en los tejidos han confirmado que fumar aproximadamente duplica la cantidad de cadmio en el cuerpo comparado con personas que no fuman.

El aire

La inhalación no es una ruta importante de exposición al cadmio excepto para personas que viven cerca de industrias que liberan cadmio.

El agua

Se han detectado niveles altos de cadmio en suministros de agua cerca de industrias que liberan cadmio (en el pasado y en la actualidad). Los organismos acuáticos pueden acumular cadmio, haciendo posible así que entre a la cadena alimentaria. Las personas que practican la pesca de subsistencia en aguas locales deben tener cuidado y deben seguir todas las advertencias correspondientes.

Exposición ocupacional

El riesgo más alto de exposición ocurre en procesos que involucran calentar materiales que contienen cadmio, como por ejemplo en la fundición de minerales y galvanoplastia. El riesgo dependerá del lugar de trabajo.

Una ruta importante de exposición es a través de inhalación de polvos y vapores o de la ingestión de cadmio en alimentos, cigarrillos o desde las manos contaminadas.

La exposición se puede controlar mediante el uso de equipo de protección personal, buenas prácticas de higiene industrial, y el control y la reducción de las emisiones de cadmio.

Como entra el cadmio al cuerpo

Inhalación

Cerca de 5–50% del cadmio que usted respira entrará al cuerpo a través de los pulmones.

Ingestión

Una cantidad pequeña de cadmio en los alimentos y el agua (cerca de 1–10%) entrará al cuerpo a través del tubo digestivo. Si usted no consume suficiente hierro u otros elementos nutritivos en la dieta, es probable que absorba más cadmio de la dieta que lo normal.

Contacto cutáneo

Casi nada de cadmio entra al cuerpo a través de la piel.

Abandona el cuerpo

La mayor parte del cadmio que entra al cuerpo va a los riñones y al hígado y puede permanecer allí durante años. Una pequeña cantidad de cadmio que entra al cuerpo es eliminada lentamente en la orina y las heces.

El cuerpo puede transformar a la mayor parte del cadmio a una forma que no es perjudicial, sin embargo, demasiado cadmio puede sobrecargar la capacidad del hígado y los riñones para transformar el cadmio a la forma menos dañina.

¿Cómo afectar la salud el cadmio?

Trabajadores

Inhalación

Respirar aire con niveles muy altos de cadmio puede dañar gravemente los pulmones y causar la muerte.

Respirar aire con niveles más bajos de cadmio durante largo tiempo (durante años) produce acumulación de cadmio en los riñones; si ésta alcanza niveles suficientemente altos puede producir enfermedad renal.

En animales expuestos al cadmio se han observado daño de los pulmones y de la cavidad nasal.

Seres humanos Ingestión

Ingerir alimentos o tomar agua con niveles de cadmio muy altos produce irritación grave del estómago, lo que produce vómitos y diarrea y en ciertas ocasiones la muerte.

Ingerir niveles de cadmio más bajos durante un período prolongado puede producir acumulación de cadmio en los riñones. Si se alcanza un nivel suficientemente alto, se producirá daño del riñón.

La exposición a niveles de cadmio más bajos durante un período prolongado puede aumentar la fragilidad de los huesos de manera que se pueden quebrar fácilmente.

En animales de laboratorio que ingirieron cadmio también se han observado efectos sobre el riñón y los huesos.

Anemia, enfermedad del hígado, y alteraciones de los nervios y el cerebro se han observado en animales que comieron o bebieron cadmio. Sin embargo, no hay información adecuada para determinar la cantidad de cadmio que una persona debería ingerir para que se observaran estos efectos en seres humanos, si es que ocurren del todo.

Cáncer

Algunos estudios han descrito cáncer del pulmón en trabajadores expuestos a cadmio en el aire y en ratas que respiraron cadmio.

El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) ha determinado que el cadmio y los compuestos de cadmio son reconocidos como carcinogénicos en seres humanos. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha determinado que el cadmio es carcinogénico en seres humanos. La EPA ha determinado que el cadmio es probablemente carcinogénico en seres humanos.

ATSDR. Agencia para sustancias toxicas y el registro de enfermedades. [30].

El Plomo

Es un metal pesado, de baja temperatura de fusión, de color gris-azulado que ocurre naturalmente en la corteza terrestre. Sin embargo, raramente se encuentra en la naturaleza en la forma de metal. Generalmente se encuentra combinado con otros dos o más elementos formando compuestos de plomo.

El plomo y las aleaciones de plomo son componentes comunes de cañerías, baterías, pesas, proyectiles y municiones, revestimientos de cables y láminas usadas para protegernos de la radiación. El principal uso del plomo es en baterías para automóviles y otros vehículos.

Los compuestos de plomo se usan como pigmentos en pinturas, en barnices para cerámicas y en materiales de relleno. La cantidad de plomo que se usa en estos productos se ha reducido en años recién pasados para minimizar los efectos nocivos del plomo sobre seres humanos y animales.

El tetraetilo de plomo y tetrametilo de plomo se usaron en Estados Unidos como aditivos para aumentar el octanaje de la gasolina, se prohibió a partir del primero de enero del año 1996.

El plomo en el medio ambiente

El plomo se encuentra en el ambiente en forma natural. Sin embargo, la mayoría de los niveles altos que se encuentran en el ambiente se originan de actividades humanas. Los niveles ambientales de plomo han aumentado más de mil veces durante los tres últimos siglos como consecuencia de la actividad humana. El mayor incremento ocurrió entre los años 1950 y 2000 y reflejó el aumento del uso de gasolina con plomo en todo el mundo.

El plomo puede entrar al ambiente a través de liberaciones desde minas de plomo y otros metales, y desde fábricas que manufacturan o usan plomo, aleaciones de plomo o compuestos de plomo. El plomo es liberado al aire cuando se quema carbón, petróleo o desechos.

La mayoría del plomo en el suelo en áreas urbanas descuidadas proviene de casas viejas con pintura con plomo y de material emitido por el escape de automóviles cuando la gasolina contenía plomo.

Una vez que el plomo cae al suelo, se adhiere fuertemente a partículas en el suelo y permanece en la capa superior del suelo. Es por esta razón que los usos del plomo en el pasado, por ejemplo, en la gasolina con plomo, y en pinturas y plaguicidas han tenido un impacto tan importante en la cantidad de plomo que se encuentra en el suelo.

Pequeñas cantidades de plomo pueden entrar a ríos, lagos y arroyos cuando partículas del suelo son movilizadas por el agua de lluvia. Pequeñas cantidades de plomo provenientes de cañerías o

de soldaduras de plomo pueden liberarse al agua cuando el agua es ácida o «blanda.» El plomo puede permanecer adherido a partículas del suelo o de sedimento en el agua durante muchos años. La movilización del plomo desde partículas en el suelo al agua subterránea es improbable a menos que la lluvia que cae al suelo sea ácida o «blanda.» La movilización del plomo en el suelo dependerá del tipo de sal de plomo y de las características físicas y químicas del suelo.

Entre las fuentes de plomo en el agua de superficie o en sedimentos están la deposición de polvo que contiene plomo desde la atmósfera, el agua residual de industrias que manejan plomo (principalmente las industrias de hierro y acero y las que manufacturan plomo), agua de escorrentía en centros urbanos y apilamientos de minerales.

Los niveles de plomo pueden ser más altos en plantas y animales en áreas donde el aire, el agua o el suelo están contaminados con plomo. Si los animales comen plantas u otros animales contaminados, la mayor parte del plomo que consumen pasará a través del tubo digestivo y será eliminada en las heces.

Exposición al plomo

El plomo se encuentra comúnmente en el suelo especialmente cerca de caminos, casas antiguas, huertos frutales viejos, áreas de minería, sitios industriales, cerca de plantas de energía, incineradores, vertederos y sitios de desechos peligrosos. La gente que vive cerca de sitios de desechos peligrosos puede estar expuesta al plomo y a productos químicos que contienen plomo al respirar aire, tomar agua, comer alimentos o al tragar polvo o tierra que contiene plomo.

La gente puede estar expuesta al plomo al comer alimentos o tomar agua que contiene plomo. El agua potable en viviendas que tienen cañerías de plomo puede contener plomo, especialmente si el agua es ácida o «blanda.» Si uno no está seguro si una vivienda antigua tiene cañerías de plomo, es mejor dejar correr el agua por un tiempo antes de beberla, de manera que el plomo que puede haberse formado en las cañerías pueda ser eliminado.

La gente que vive en áreas donde hay casas antiguas que han sido pintadas con pintura con plomo, puede estar expuesta a niveles más altos de plomo en el polvo y la tierra. Asimismo, la gente que vive cerca de carreteras con mucho tráfico o en terreno usado en el pasado para huertos frutales en donde se usaron plaguicidas de arsenato de plomo, puede estar expuesta a niveles más altos de plomo. La gente también puede estar expuesta al plomo cuando trabaja en ocupaciones en las que se usa el plomo o tiene aficiones en las que se usa plomo, como por ejemplo en la manufactura de vidrio de color.

Los alimentos pueden contener pequeñas cantidades de plomo. Sin embargo, como ya no se usa soldadura de plomo en las latas de conserva, se encuentra muy poco plomo en los alimentos. Hortalizas como la lechuga o espinaca pueden estar cubiertas con polvo que contiene plomo.

El plomo también puede entrar a los alimentos si éstos se colocan en envases de alfarería o cerámica que han sido barnizados en forma impropia o desde cristalería con plomo. El whisky ilegal fabricado en alambique que tiene partes soldadas con plomo (como radiadores de

camiones) también puede contener plomo. El humo de cigarrillo también puede contener pequeñas cantidades de plomo.

En la mayoría de los estudios más recientes, no se detectó plomo en la mayoría de los alimentos y la ingesta promedio de plomo a través de los alimentos fue de aproximadamente 1 microgramo (1 microgramo es la millonésima parte de 1 gramo) por kilogramo de peso corporal al día. Los niños pueden estar expuestos al plomo al llevarse las manos a la boca después de tener contacto con polvo o tierra que contiene plomo.

En general, se encuentra muy poco plomo en lagos, ríos o en agua subterránea usada como suministro de agua potable. Más del 99% del agua usada como agua potable contiene menos de 0.005 partes de plomo por millón de partes de agua (ppm). Sin embargo, la cantidad de plomo que se ingiere a través del agua potable puede ser más alta en comunidades en que el suministro contiene agua ácida. El agua ácida facilita que el plomo en las cañerías, en soldaduras de plomo y en grifos de bronce entre al agua que bebemos.

Otra manera a través de la cual usted puede exponerse al plomo es respirar o tragar polvo o tierra con plomo. En el año 1984, el uso de gasolina con plomo constituyó la fuente más alta de emisiones de plomo. Actualmente, sólo una parte muy pequeña del plomo en el aire proviene de la gasolina porque la EPA ha prohibido su uso en vehículos motorizados.

La liberación de plomo al aire desde industrias involucradas en la producción de hierro y acero, la manufactura de baterías de plomo, y las fundiciones de materiales como bronce y latón constituyen otras fuentes de plomo en el aire.

El plomo que se libera al aire puede provenir también de la incineración de residuos sólidos que contienen plomo, de polvo que levanta el viento, volcanes, del aire en lugares de trabajo, de la incineración o desgaste de superficies pintadas con pintura con plomo, de gases que emanan de gasolina con plomo y del humo de cigarrillos.

Las personas que están expuestas en el trabajo están expuestas generalmente al inhalar aire que contiene partículas de plomo. En muchas ocupaciones ocurre exposición al plomo. Las personas que trabajan en fundiciones y refinerías de plomo, fundiciones de latón o bronce, en industrias de caucho y plásticos, en operaciones de estañado, soldadura o recorte de acero, plantas que manufacturan baterías y en industrias que manufacturan compuestos de plomo pueden estar expuestas al plomo.

Los trabajadores de la construcción y demolición y personas que trabajan en incineradores de basura municipal, industrias de alfarería y cerámica, talleres de reparación de radiadores y otras industrias que usan soldaduras de plomo también pueden estar expuestos. Los pintores que liján o raspan pintura vieja pueden exponerse al plomo en el polvo.

Se estima que entre 0.5 y 1.5 millones de trabajadores están expuestos al plomo en el trabajo. Solamente en California, más de 200,000 trabajadores están expuestos al plomo. Los familiares

de trabajadores pueden estar expuestos a niveles de plomo más altos cuando los trabajadores llevan al hogar polvo de plomo en sus ropas de trabajo.

¿Cómo entra y sale del cuerpo el plomo?

Una porción del plomo que entra al cuerpo proviene de respirar polvo o sustancias químicas que contienen plomo. Una vez que el plomo entra a los pulmones, es distribuido rápidamente a otras partes del cuerpo por la sangre.

Las partículas que son demasiado grandes como para entrar a los pulmones pueden ser expulsadas por la tos hacia la garganta en donde son tragadas. Usted también puede tragar plomo si come alimentos o toma líquidos que lo contienen. La mayor parte del plomo que entra al cuerpo entra por la boca; sin embargo, una porción muy pequeña de la cantidad de plomo que usted traga pasa a la sangre y a otras partes del cuerpo. La cantidad de plomo que pasa a la sangre y a otras partes del cuerpo desde el estómago depende en parte del lapso transcurrido desde que usted comió su última cena. También depende de su edad y de la facilidad con la que las partículas de plomo se disuelven en el jugo estomacal.

Experimentos llevados a cabo en voluntarios han demostrado que en adultos que recién cenaron, solamente un 6% de la cantidad de plomo que ingirieron pasó a la sangre desde el estómago. En adultos que no habían comido durante 24 horas, aproximadamente 60 a 80% del plomo en el estómago pasó a la sangre. En general, si adultos y niños tragan una cantidad similar de plomo, una proporción mayor de la cantidad que tragan los niños pasará a la sangre. Los niños absorben aproximadamente un 50% de la cantidad de plomo que ingieren.

Poco después de que el plomo entra al cuerpo, la sangre lo distribuye a órganos y tejidos (por ejemplo, el hígado, los riñones, los pulmones, el cerebro, el bazo, los músculos y el corazón). Después de varias semanas, la mayor parte del plomo se moviliza hacia los huesos y los dientes. En adultos, aproximadamente 94% de la cantidad total de plomo en el cuerpo se encuentra en los huesos y los dientes.

En cambio, en niños, aproximadamente 73% del plomo en el cuerpo se almacena en los huesos. Cierta cantidad de plomo puede permanecer en los huesos durante décadas. Sin embargo, bajo ciertas condiciones parte del plomo puede abandonar los huesos y entrar nuevamente a la sangre y a los tejidos y órganos (por ejemplo, durante el embarazo y la lactancia, cuando se fractura un hueso y en la vejez).

¿Cómo puede afectar mi salud el plomo?

El plomo afecta principalmente al sistema nervioso, tanto en niños como en adultos. La exposición ocupacional prolongada de adultos al plomo ha causado alteraciones en algunas funciones del sistema nervioso. La exposición al plomo también puede producir debilidad en los dedos, las muñecas o los tobillos.

La exposición al plomo también puede producir anemia. Los niveles de exposición altos pueden dañar seriamente el cerebro y los riñones en adultos o en niños y pueden causar la muerte. En

mujeres embarazadas, los niveles de exposición altos pueden producir abortos. En hombres, la exposición a altos niveles de plomo puede alterar la producción de espermatozoides.

No se ha demostrado definitivamente que el plomo produce cáncer (es carcinogénico) en seres humanos. Ratas y ratones a los que se administró dosis altas de un tipo de compuesto de plomo desarrollaron tumores en el riñón.

El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) ha determinado que es razonable predecir que el plomo y los compuestos de plomo son carcinogénicos en seres humanos basado en evidencia limitada en estudios de seres humanos y en evidencia suficiente en estudios en animales.

La EPA ha determinado que el plomo es probablemente carcinogénico en seres humanos. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha determinado que el plomo inorgánico es probablemente carcinogénico en seres humanos. La IARC ha determinado que los compuestos orgánicos de plomo no son clasificables en cuanto a carcinogenicidad en seres humanos basado en evidencia inadecuada en estudios en seres humanos y en animales.

8.4 Fotos del Proceso

Muestra de suelo para análisis físico químico y de metales pesados



Deshierbando el area del ensayo y recoleccion de hojas



Recolección de hojas maduras y de vainas y granos secos



Selección y Pesado de granos para su envío al laboratorio

