

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



**“Determinación de Cadmio, Plomo, Mercurio y Arsénico en *Beta vulgaris*,
Ipomoea batatas y *Beta vulgaris var. cicla*, Santa”**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

AUTORES:

Bach. Cáceres Atencia, Máximo Joel

Bach. Ramos Caballero, Elder Meldes

ASESOR:

Dr. Vargas Linares, Pedro Antonio

ORCID: 0000-0002-7823-4371

Nuevo Chimbote – Perú

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



HOJA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

La presente tesis para obtener el título profesional ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando encuadrado dentro de las áreas y líneas de la investigación conforme al reglamento general para obtener el título profesional en la Universidad Nacional del Santa de acuerdo a la denominación siguiente:

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

Determinación de Cadmio, Plomo, Mercurio y Arsénico en *Beta vulgaris*, *Ipomoea batatas* y *Beta vulgaris var. cicla*, Santa

AUTORES:

Bach. Cáceres Atencia, Máximo Joel

Bach. Ramos Caballero, Elder Meldes

Dr. Vargas Linares, Pedro Antonio

DNI: 19192531

ORCID: 0000-0002-7823-4371

ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGRÓNOMA



HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

Terminada la sustentación de la tesis titulada: **“Determinación de Cadmio, Plomo, Mercurio y Arsénico en Beta vulgaris, Ipomoea batatas y Beta vulgaris var. cicla, Santa”**, sustentada el 12 de junio de 2023. Tiene la aprobación del jurado evaluador, firmando en señal de conformidad.

Ms. Herrera Cherras, Santos

DNI: 33260931

ORCID: 0000-0002-8880-063X

PRESIDENTE

Ms. Aquino Minchan, Wilmer

DNI: 27540418

ORCID: 0000-0002-2624-1174

SECRETARIO

Ms. Pérez Cotrina, José Ismael

DNI: 27540418

ORCID: 0000-0002-3426-5360

INTEGRANTE



ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 12 días del mes de junio del año dos mil veintitres, siendo las 06:00 pm. en la Sala de Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma-FI-UNS, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución .N° 108-2023-UNS-CFI, integrado por los docentes: Ms. Santos Herrera Cherres (Presidente), Ms. Wilmer Aquino Minchán (Secretario) y Ms. José Ismael Pérez Cotrina (Integrante), quien asumirá por fallecimiento del Dr. Pedro Antonio Vargas Linares y de expedito según Resolución Decanal N° 363 - 2023-UNS-FI para la sustentación de la Tesis titulada: **"Determinación de Cadmio, Plomo, Mercurio y Arsénico en Beta Vulgaris, Ipomoea batatas y Beta vulgaris var. Cicla, Santa"**, perteneciente a los bachilleres: MÁXIMO JOEL CÁCERES ATENCIA, con código de matrícula N° 0201215008 y ELDER MELDES RAMOS CABALLERO, con código de matrícula N° 0201215035, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, quien es asesorado por el docente: Dr. Pedro Antonio Vargas Linares (R.D. N° 231-2018-UNS-FI).

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, vigente, declaran aprobar:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
ELDER MELDES RAMOS CABALLERO	16	REGULAR

Siendo las 7:00 pm del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, junio 12 de 2023

Ms. Santos Herrera Cherres
PRESIDENTE

Ms. Wilmer Aquino Minchán
SECRETARIO

Ms. José Ismael Pérez Cotrina
INTEGRANTE



ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 12 días del mes de junio del año dos mil veintitres, siendo las 06:00 pm. en la Sala de Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma-FI-UNS, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 108-2023-UNS-CFI, integrado por los docentes: Ms. Santos Herrera Cherres (Presidente), Ms. Wilmer Aquino Minchán (Secretario) y Ms. José Ismael Pérez Cotrina (Integrante), quien asumirá por fallecimiento del Dr. Pedro Antonio Vargas Linares y de expedito según Resolución Decanal N° 363 - 2023-UNS-FI para la sustentación de la Tesis titulada: **“Determinación de Cadmio, Plomo, Mercurio y Arsénico en Beta Vulgaris, Ipomoea batatas y Beta vulgaris var. Cicla, Santa”**, perteneciente a los bachilleres: MÁXIMO JOEL CÁCERES ATENCIA, con código de matrícula N° 0201215008 y ELDER MELDES RAMOS CABALLERO, con código de matrícula N° 0201215035, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, quien es asesorado por el docente: Dr. Pedro Antonio Vargas Linares (R.D. N° 231-2018-UNS-FI).

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, vigente, declaran aprobar:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
MÁXIMO JOEL CÁCERES ATENCIA	16	REGULAR

Siendo las 7:00 pm del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, junio 12 de 2023

Ms. Santos Herrera Cherres
PRESIDENTE

Ms. Wilmer Aquino Minchán
SECRETARIO

Ms. José Ismael Pérez Cotrina
INTEGRANTE

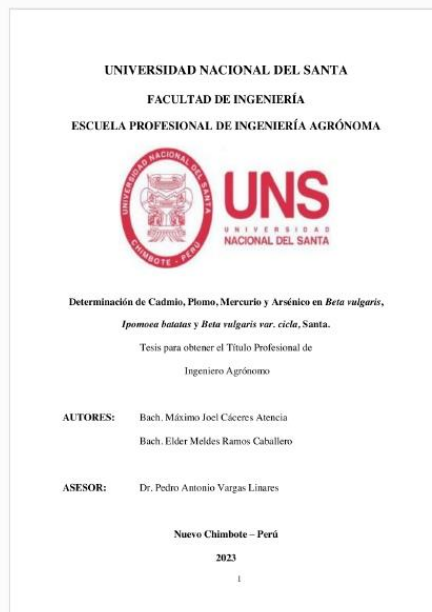


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Elder Meldes Ramos Caballero
Título del ejercicio: CICLO 2023-I
Título de la entrega: Determinación de Cadmio, Plomo, Mercurio y Arsénico en Be...
Nombre del archivo: informe_final_Tesis_Caceres_y_Ramos.docx
Tamaño del archivo: 1.19M
Total páginas: 56
Total de palabras: 7,752
Total de caracteres: 44,029
Fecha de entrega: 29-may.-2023 10:54p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 2104977674



DEDICATORIA

A DIOS

Por permitirme dedicar este
trabajo a las personas que más quiero

A mis padres, Deyci Caballero Rivera y
Meldes Ramos Torres, por su confianza,
paciencia y respaldo en todos los
momentos de mi vida.

A mi compañera de vida, Julisa León
Cabrera por su apoyo y amor incondicional.

A mi hija Aurora Luana Ramos León, por
sus sonrisas y miradas que iluminan mi
vida y me impulsan a seguir adelante

Elder Ramos

A DIOS, Por permitirme el don de la vida, y
permitir cumplir con mis metas con éxito.

A mi abuela, Alicia Fortuna Rafaela que en paz
descanse, por el amor incondicional que me tuvo
y no desampararme y respaldo en todos los
momentos de mi vida.

A mi tía Marina Cáceres Fortuna que es
como una madre para mí por su apoyo y
amor incondicional.

A toda la familia Cáceres Fortuna, por el apoyo
incondicional para seguir adelante.

Máximo Cáceres

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS, por darnos la vida y guiar nuestro camino día a día.
- A nuestra familia; por el amor, confianza, paciencia y soporte en todos los momentos de nuestra vida.
- Al Dr. Pedro Antonio Vargas Linares, por ser nuestro asesor y haber guiado nuestro camino profesional.
- A los miembros del jurado evaluador del informe final de tesis Ms. Santos Herrera Cherres, Ms. José Ismael Pérez Cotrina y Ms. Wilmer Aquino Minchan por ayudarnos a mejorar nuestro informe final.

Máximo Cáceres y Elder Ramos

ÍNDICE

LISTA DE TABLAS	12
LISTA DE FIGURAS	13
ANEXOS	14
RESUMEN	15
ABSTRACT	16
I. INTRODUCCIÓN	17
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.3.1. Objetivo General	18
1.3.2. Objetivos Específicos	18
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	19
II. MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES	20
2.2. MARCO CONCEPTUAL	24
2.2.1. Metales Pesados	24
2.2.2. Cultivos Hortícolas	26
2.2.3. Madurez comercial	29
2.2.4. Estándares de calidad ambiental	29
2.2.5. Mercosur	31
2.2.6. Codex Alimentarius	32
2.2.7. Unión Europea	33

2.2.8.	Agricultores del sector Primavera-----	34
III.	MATERIALES Y MÉTODOS -----	35
3.1.	MATERIALES-----	35
3.1.1.	Materiales de Campo-----	35
3.1.2.	Materiales y Equipos de Oficina-----	35
3.2.	MÉTODOS-----	36
3.2.1.	Ubicación del Sector en Estudio-----	36
3.2.2.	Población-----	36
3.2.3.	Muestra-----	37
3.2.4.	Variabes-----	37
3.2.5.	Metodología-----	37
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES -----	42
4.1.	RESULTADOS Y DISCUSIONES-----	42
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	50
5.1.	CONCLUSIONES-----	50
5.2.	RECOMENDACIONES-----	51
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	52
VII.	ANEXOS-----	57

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Estándares de calidad ambiental para suelo.	30
Tabla 2: Estándares de Calidad Ambiental para agua	31
Tabla 3: Límites máximo de contaminantes inorgánicos.....	32
Tabla 4: Norma general para los contaminantes.	33
Tabla 5: Contenido máximo de metales pesados en productos alimenticios.....	34
Tabla 6: Tabla de identificación de muestras de raíz y hoja.....	38
Tabla 7: tabla de identificación de muestra de agua	39
Tabla 8: Tabla de identificación de muestras de suelo	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área de investigación demarcada con línea roja-sector Primavera.	36
Figura 2: Concentración de cadmio, plomo, arsénico y mercurio encontrados en la raíz de la acelga.	42
Figura 3: Concentración de cadmio, plomo, arsénico y mercurio encontrados en la raíz de camote.	43
Figura 4: Concentración de cadmio, plomo, arsénico y mercurio encontrados en la raíz de betarraga.	44
Figura 5: Concentración de cadmio, plomo, arsénico y mercurio encontrados en las hojas de acelga.	45
Figura 6: Concentración de cadmio, plomo, arsénico y mercurio encontrados en las hojas de betarraga.	46
Figura 7: Concentración de cadmio, plomo, arsénico y mercurio encontrados en las hojas de camote.	47
Figura 8: Concentración de cadmio, plomo, arsénico y mercurio encontrados en los suelos agrícolas de los cultivos de betarraga, camote y acelga.	48
Figura 9: Concentración de cadmio, plomo, arsénico y mercurio encontrado en agua de riego del sector Primavera.	49

ANEXOS

ANEXO 1: Informe de ensayo.....	57
ANEXO 2: Método de muestro Zigzag.....	60
ANEXO 3: Muestras de suelo y agua rotulados para envió a laboratorio	60
ANEXO 4: Muestras de hoja y raíz de camote con dueño de campo	61
ANEXO 5: Campo de muestreo de camote	61
ANEXO 6: Muestreo de suelo.....	61

RESUMEN

El presente estudio realizado en el sector Primavera, Valle del Santa, buscó determinar la cantidad de cadmio, plomo, mercurio y arsénico en betarraga, acelga y camote. La investigación fue cualitativa-descriptiva y las variables en estudio fueron Cd (mg/kg), Pb (mg/kg), Hg (mg/kg) y As (mg/kg). Para la obtención de datos se tomaron muestras de campos agrícolas cultivados convencionalmente por campesinos del sector Primavera en etapa comercial; se empleó la metodología de muestreo aleatorio (zigzag), las muestras fueron analizadas por el laboratorio SLab de la empresa “Sistema de servicios y análisis químicos S.A.C”. Los resultados analizados sugirieron que los niveles de plomo y cadmio son superiores a los límites máximo permisibles establecidos por la Unión Europea, Codex alimentarius y MERCOSUR. Esto significa que los vegetales encontrados en el sector Primavera no son seguros para el consumo humano. Las concentraciones de plomo en la acelga-raíz fueron (2.39 - 4.33 mg/kg), camote-raíz (17.93-4.08-77.1 mg/kg) y betarraga-raíz (36.33-39.62 mg/kg). Algo parecido se obtuvo con el plomo en acelga-hoja (1.08-9.38 mg/kg), camote-hoja (8.98-0.99-1.55-43.43 mg/kg) y betarraga-hoja (8.89-0.38-6.26-31.45 mg/kg). Además, los resultados indican que la concentración de Cadmio en la acelga-hoja fueron (0.43-0.93-0.62 mg/kg) y betarraga-hoja (0.7-0.45 mg/kg).

Palabras clave: cadmio, plomo, mercurio, arsénico.

ABSTRACT

The present study carried out in the Primavera sector, Valle del Santa, sought to determine the amount of cadmium, lead, mercury and arsenic in beetroot, chard and sweet potato. The research was qualitative-descriptive and the variables under study were Cd (mg/kg), Pb (mg/kg), Hg (mg/kg) and As (mg/kg). To obtain data, samples were taken from agricultural fields conventionally cultivated by peasants from the Primavera sector in the commercial stage; The random sampling methodology (zigzag) was used, the samples were analyzed by the SLab laboratory of the company "Sistema de servicios y análisis químicos S.A.C". The analyzed results suggested that the levels of lead and cadmium are higher than the maximum permissible limits established by the European Union, Codex alimentarius and MERCOSUR. This means that the vegetables found in the Primavera sector are not safe for human consumption. Lead concentrations in chard-root were (2.39 - 4.33 mg/kg), sweet potato-root (17.93-4.08-77.1 mg/kg) and beetroot-root (36.33-39.62 mg/kg). Something similar was obtained with lead in chard-leaf (1.08-9.38 mg/kg), sweet potato-leaf (8.98-0.99-1.55-43.43 mg/kg) and beetroot-leaf (8.89-0.38-6.26-31.45 mg/kg). In addition, the results indicate that the concentration of Cadmium in the chard-leaf were (0.43-0.93-0.62 mg/kg) and beetroot-leaf (0.7-0.45 mg/kg).

Keywords: cadmium, lead, mercury, arsenic.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los campos agrícolas del Valle del Santa son irrigados con las aguas del río Santa, en sus riberas, se detecta la presencia de actividades mineras informales e ilegales que descargan sus efluentes en el curso del río, por lo tanto, se presume que en las aguas de riego del río Santa hay presencia de metales pesados. El uso de agroquímicos con metales pesados para la fertilización y control fitosanitario en los cultivos del sector Primavera hace temer que el suelo y las hortalizas se encuentren contaminados con metales pesados. La producción convencional de hortalizas del sector Primavera, Valle de Santa; un gran porcentaje es comercializada en campo y la diferencia en mercados cercanos. Servicio Nacional de Sanidad Agraria (2021) abordado parcialmente el problema de los metales pesados en cultivos, a nivel de mercados y lugares de producción, la información es insuficiente, puesto que para el año 2019 y 2020, para todo Ancash se programó 59 muestras vegetales, estos monitoreos resultan insuficientes y, no abordaron los cultivos de betarraga y acelga. Se desconoce, si otras entidades de investigación públicas o privadas estén abordando el tema en los cultivos de camote, betarraga y acelga. El problema en cuestión es determinar los niveles de cadmio, plomo, mercurio y arsénico en betarraga, acelga y camote en el sector Primavera, Valle del Santa. Se espera que los resultados obtenidos sean de ayuda para la toma de decisiones y la implementación de medidas de seguridad alimentaria.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los niveles de metales pesados (Cd, Pb, Hg y As) en los cultivos de acelga, betarraga y camote cultivados en el sector Primavera, Valle del Santa?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo General

- Determinar los niveles de metales pesados (Cd, Pb, Hg y As) en los cultivos de betarraga, acelga y camote producidos en el sector Primavera, Valle del Santa.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar los niveles de Cd, Pb, Hg y As en raíz y hoja del cultivo de acelga

- Diagnosticar los niveles de Cd, Pb, Hg y As en raíz y hoja del cultivo de camote.

- Diagnosticar los niveles de Cd, Pb, Hg y As en raíz y hoja del cultivo de betarraga.

- Diagnosticar los niveles de Cd, Pb, Hg y As en suelos agrícolas de camote, betarraga cultivados en el sector primavera.

- Diagnosticar los niveles de Cd, Pb, Hg y As en agua de riego en el sector Primavera.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El presente proyecto de investigación es importante porque permitirá conocer los niveles de cadmio, plomo, arsénico y mercurio en los cultivos de betarraga, camote y acelga producidos convencionalmente en el sector Primavera, Valle del Santa, Perú. El sector Primavera es irrigado por el río Santa, cuyas riberas son explotadas por la minería ilegal e informal que arrojan sus efluentes al agua. Los posibles altos niveles de metales pesados en suelos cultivables y agua de riego pueden tener un impacto importante en la calidad y seguridad de los alimentos. El sector Primavera cuenta con un aproximado de 40.00 ha, donde se cultivan: “betarraga 12%, camote 5%, acelga 1 %, rabanito 5%, nabo 5%, poro 12%, apio 12%, brócoli 4%, culantro 6%, espinaca 6%, cebolla china (de rabo) 8%, repollo 15%, lechuga 5% y vainita 4%”. Los datos obtenidos son de la Dirección Regional de Agricultura Ancash, Dirección Sub Regional Agraria Del Santa, (2016), el sector Primavera es el principal proveedor de hortalizas de mercados locales de la Provincia del Santa. Los resultados indicaran si los cultivos de betarraga, camote y acelga producidos en el sector Primavera, Valle del Santa, sobre pasan o no los límites máximos permisibles para cadmio, plomo, arsénico y mercurio establecidos para consumo humano por la Unión Europea, MERCOSUR y Codex Alimentarius.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

Servicio Nacional de Sanidad Agraria (2021) en su “Informe del Monitoreo de Residuos Químicos y otros Contaminantes en Alimentos Agropecuarios Primarios y Piensos, Año 2021” indica que analizaron un total de 90 muestras de camote las cuales fueron de Ancash (10), Cajamarca (2), Ica (12), La Libertad (2), Lambayeque (10), Lima (50) y Piura (4) ; los resultados para todas las muestras analizadas de Ancash fueron conforme (Los niveles de concentración se hallan igual o por debajo de los límites máximos permitidos).

Balvin y Estacio (2013) en su tesis “Determinación de las concentraciones de Plomo y Cadmio en papas (*Solanum tuberosum*) cultivadas en los terrenos ribereños del Río Santa - Ancash” realizó un análisis de la cantidad de Pb y Cd presente en la papa que se cultivó a lo largo de las orillas del río Santa, en el departamento de Ancash, Perú. Los resultados obtenidos mostraron que todas las muestras examinadas superaron el límite de 0,1 ppm establecido por el Codex Alimentarius, con un promedio de 1,814 ppm para el plomo. Para el cadmio, el 37 % de las muestras superaron el límite, con una media de 0,102 ppm.

Servicio Nacional de Sanidad Agraria (2021) en su “Informe del Monitoreo de Residuos Químicos y otros Contaminantes en Alimentos Agropecuarios Primarios y Piensos, Año 2021” indica que tomo un total 85 muestras de lechuga las cuales fueron de Ancash (6), Arequipa (4), Junin (10), La Libertad (8), Lima (55) y Tacna (2) ; los resultados de 3 muestras de lechuga tomadas en Ancash no fueron conforme (Excede los límites máximos impuestos por la normativa actual).

Giuffré et al. (2005, como se citó en Miranda et al., 2008) considera que los metales pesados son elementos con una densidad relativa igual o superior a 5 g/cm³ o su número atómico es superior a 20. De acuerdo a Garbisu et al. (2003, como se citó en Beltran y Gomez, 2015) los metales pesados están en el suelo como en las aguas corrientes de forma natural y como consecuencia de actividades mineras y agricultura extensiva.

La gasolina con agregado de plomo orgánico es una de las principales fuentes de contaminación, estimada como la segunda toxina más dañina para el ser humano. Puede causar diversos problemas de salud, como alteraciones neurológicas, anemia o cáncer de riñón. Se encuentra presente en baterías y pesticidas. (Londoño et al. 2016, como se citó en Polo y Sulca, 2020).

El Cadmio es un elemento químico con una estructura molecular parecida al Zinc. El Cadmio también se presenta como reemplazo del Calcio en la apatita y la calcita, y puede agregar impurezas a los fertilizantes fosfatados. (Das et al. 1998, como se citó en Solis, 2020). Según Jansson (2002, como se citó en Miranda et al., 2014) uno de los metales traza del suelo con mayor solubilidad es el Cd. Así mismo Prasad (1995, como se citó en Miranda et al., 2014) menciona que el Cd es muy dañino, ya que su alto nivel de movilidad reduce el desarrollo celular y de la planta en concentraciones tóxicas. Mientras Mengel et al. (2001, como se citó en Miranda et al., 2014) informa que la absorción del Cd por la lechuga es particularmente elevada en comparación con otras especies. Según McLaughlin y Singh (1999, como se citó en Bonomelli et al., 2003) mencionan que el Cd puede ser absorbido por las plantas como Cd²⁺.

El arsénico (As) se usa en pesticidas, pintura, papel tapiz, cerámica y vidrio. Los principales síntomas de intoxicación por As son trastornos gastrointestinales, mientras que la

manifestación más común de la intoxicación por arsina es la hemólisis (Robertson, 1988, como se citó en Luna y Barajas, 2009).

García y Dorronsorro (2005, como se citó en Prieto et al., 2009) argumentan que los metales pesados presentes en el suelo pueden seguir diversas rutas: quedarse adheridos en el suelo; ser adsorbidos por los constituyentes inorgánicos del suelo; unirse a la materia orgánica; precipitarse como sólidos puros o mixtos. También pueden ser tomados por las plantas para integrarse a la cadena alimenticia; volatilizarse y llegar a la atmosfera; o ser lixiviados hacia las aguas superficiales y subterráneas. Así mismo Rajendran et al. (2003, como se citó en Gómez y Beltrán, 2015) menciona “que a pH ácidos la biodisponibilidad del metal aumenta debido a formas iónicas libres, pero a pH básicos la biodisponibilidad disminuye debido a la formación de minerales de fosfatos y carbonatos insolubles”. Chicon (2006, como se citó en Cargua, 2010) cree que los metales pesados tienen una movilidad muy baja, lo que resulta en su acumulación en los primeros centímetros de suelo. Por lo tanto, la presencia de altas concentraciones en la superficie seguida de una disminución significativa a poca profundidad es una buena indicación de contaminación antropogénica. Kloke y Col (1996, como se citó en Orroño, 2011) afirman que los órganos vegetales tienen diferente capacidad para almacenar metales. Las semillas, frutos, tallos, hojas y raíces de la mayoría de las plantas muestran diferentes cantidades de almacenamiento de metales pesados. Según Zhao y Col (2002, como se citó en Orroño, 2011) mencionan que el factor de translocación es la relación de metales pesados en la parte aérea entre los mismos en raíces de las plantas. Factores de translocación superiores a 1 sugieren mayor capacidad para transportar metales desde las raíces a los tallos y hojas. Así mismo Brown y Col (1995, como se citó en Orroño, 2011) menciona que las plantas hiperacumuladoras se determinan por un índice de concentración de metal parte aérea/

concentración de metal raíz superior a 1. Las plantas no acumuladoras, por otro lado, presentan una mayor cantidad de metal en las raíces que en los tallos y hojas.

Kloke y Col (1994, como se citó en Orroño, 2011) presentaron una jerarquía general de los coeficientes de transferencia entre el suelo y la planta para la mayoría de los metales importantes biológicamente. El coeficiente de transferencia es la proporción entre la cantidad de metal presente en los tejidos vegetales y la cantidad total de metal contenido en el suelo. Cuando los metales pesados provienen del suelo, los niveles disminuyen en el siguiente orden: raíces > tallos > hojas > frutos > semillas. Grifferty y Barrington (2000, como se citó en Orroño, 2011) mencionan que los vegetales pueden absorber grandes cantidades de metales, sin embargo, la mayoría de estas se almacenan en las raíces. Esto evita que las dosis tóxicas de metales lleguen a los tallos y granos.

Arrascue Barragan y Cotrina Sanchez (2021) en su tesis titulada “Determinación de los Niveles de Mercurio, Cadmio, Aluminio y Plomo en las Aguas de Riego del Fundo Santa Rosa – 2019”, los resultados obtenidos para el elemento plomo en el agua de riego fue de entre 0.016-0.021 mg/L.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Metales Pesados

Los elementos químicos del grupo de los metales pesados cuentan una densidad significativamente superior (5 veces o más) que el agua, expresada en gramos/cm³. Aunque a bajas concentraciones pueden ser dañinas, su alta densidad hace que sean difíciles de eliminar del organismo y del medio ambiente, tanto el urbano como el natural. (ConceptosABC, 2021).

a. Mercurio.

El mercurio es un elemento natural que se halla presente en la corteza terrestre y en depósitos de carbón. Se representa por el símbolo "Hg" y su número atómico es 80 (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2023).

El mercurio existe en diversas formas: elemental e inorgánico; u orgánico (el metilmercurio, ingresa al ser humano mediante la alimentación). Estas formas de mercurio se diferencian entre sí por su grado de toxicidad y efectos que tienen sobre el sistema nervioso, el sistema inmunológico, el aparato digestivo, la piel, los pulmones, los riñones y los ojos. El mercurio, presente de forma natural en el suelo, puede provenir de la actividad volcánica, erosión de rocas o actividad antropogénica. Esta última es la principal fuente de emisiones de mercurio, procedentes de procesos industriales y de la extracción minera de diferentes metales. Una vez que el mercurio ha sido liberado en el ambiente, algunas bacterias pueden convertirlo en metilmercurio (Organización Mundial de la Salud, 2017).

b. Plomo.

El plomo (Pb) es un metal pesado con una densidad relativa de 11,4 g/cm³, número atómico de 82 y peso atómico de 207,19 y sus valencias químicas normales son 2 y 4 (Lenntech, s.f.).

El Pb es un metal pesado presente en la naturaleza, pudiendo llegar al ser humano mediante el consumo de carne, vegetales, pescados y mariscos, con concentraciones elevadas de plomo. El plomo es un metal pesado que se encuentra en la atmósfera, ya sea de forma natural o procedente de la industria. Está clasificado como un carcinógeno probable para los seres humanos (IARC, Grupo 2A). Entre el 10% y el 70% de este metal se absorbe dependiendo de la edad y el estado fisiológico de la persona, siendo almacenado en varios órganos y tejidos como el hígado, el riñón, el encéfalo y principalmente en los huesos. La vida media del plomo inorgánico en la sangre es de 30 días, pero en los huesos entre 10 y 30 años, siendo el sistema nervioso central y el riñón los más vulnerables. También es tóxico para los sistemas hematológico, inmunológico, endocrino y reproductor. La principal manera en que la población se ve expuesta al plomo es a través del consumo directo de alimentos de origen animal y vegetal que contienen altos niveles de este metal pesado (Elika, 2013).

c. Cadmio.

El cadmio (Cd) es un elemento químico relativamente raro, tiene un vínculo estrecho con el zinc, con el que se encuentra asociado en la naturaleza. Es un metal dúctil, de color blanco argentino con un ligero matiz azulado. Peso atómico de 112.40, número atómico 48 y densidad relativa de 8.65 (Lenntech, s.f.). El Cadmio es un metal pesado que se presenta de forma natural en el medio ambiente, asociado a minerales de zinc, cobre o plomo. Debido a sus numerosas aplicaciones industriales, su emisión al medio ambiente está siendo aumentada por actividades industriales y el uso de fertilizantes a base de fosfatos. La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) considera al Cd como un agente de la categoría 1 (cancerígeno para los humanos) por existir suficiente evidencia científica que lo avala (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, 2021).

d. Arsénico.

El arsénico (As) es un metal pesado presente en la naturaleza de número atómico 33, se deposita en el agua y suelo, pudiéndose llegar al ser humano mediante el consumo de pescado y marisco, carne y vegetales con altos niveles de arsénico. El As es un contaminante químico presente en el ambiente cuyo origen principal es el medio natural y la industria. Las cantidades presentes en el medio natural son despreciables, lo que significa que la mayoría del As provienen de procesos industriales, como un producto secundario de la metalurgia e industrialización del carbón. Este metal se ha utilizado en la fabricación de productos combatir plagas y malezas, así como en medicamentos veterinarios, aunque hoy en día su uso está prohibido por su toxicidad y persistencia en el medio ambiente. Los seres humanos están expuestos cuando consumen alimentos contaminados con arsénico, y animales que hayan ingerido arsénico en su alimentación. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha clasificado al arsénico inorgánico como un carcinógeno para los seres humanos (Grupo 1), con suficiente evidencia que induce a varios tipos de cáncer, incluyendo los de piel, vejiga y pulmón, aunque con escasa evidencia para el cáncer de riñón, hígado y próstata (Elika, 2013).

2.2.2. Cultivos Hortícolas

a. Acelga.

La clasificación taxonómica de la acelga según Espinoza (2020), es la siguiente:

Reino : Plantae
División : Tracheophyta
Clase : Magnoliopsida
Orden : Caryophyllales

Familia : Chenopodiaceae
Género : Beta
Especie : Beta vulgaris
Sub especie : Beta vulgaris var. cicla.

La acelga es originaria de tierras ubicadas cerca del Mar Mediterráneo, en el sur de Europa y el norte de África, y se cree que fue usada en la alimentación por primera vez en Italia (Integra, 2023). La acelga es una planta bianual, Rica en fibra y minerales como calcio, yodo, hierro, potasio y magnesio, vitamina A y C, y pocas calorías (Vegaffinity, 2018). Esta planta tiene un sistema radicular profundo y sus hojas tienen una forma ovalada acorazonada, abullonada o lisa dependiendo de la variedad. Las hojas son la parte comestible de la planta. Si no se recolecta, puede desarrollar ramificaciones y producir flores. Su clasificación se basa en el color, el tamaño de las hojas y los pecíolos. (Marhuenda y García, 2017).

b. Betarraga

La clasificación taxonómica de la betarraga según Garcia (2017), es la siguiente:

Reino : Plantae
División : Magnoliophyta
Clase : Magnoliopsida
Familia : Chenopodiaceae
Orden : Caryophyllales
Género : Beta
Especie : Beta vulgaris

Es difícil de ubicar una locación exacta para el surgimiento de la Betarraga, lo que sí es indiscutible es que su procedencia es de origen mediterránea (Alimentos Andinos, 2021). La betarraga es fuente de alimento para animales y humanos. La betarraga tiene una raíz profunda, grande y carnosa, es esférica, con una forma globosa, tiene un diámetro entre 5 y 10 cm, y puede pesar entre 80 y 200 g. Su color es variado, y puede variar desde el rosado, el violeta, el anaranjado rojizo, hasta el marrón. (Integra, 2023). Según Herbazest (2022) los beneficios más importantes de la remolacha incluyen reducir la inflamación, ya que su alto contenido de compuestos antioxidantes protege las células y órganos internos del estrés oxidativo, lo que previene enfermedades inflamatorias. Además, el consumo de remolacha en cantidades dietéticas ayuda a relajar los vasos sanguíneos y mejora la circulación, estabilizando la presión arterial y disminuyendo el riesgo cardiovascular.

c. Camote

La clasificación taxonomica del camote según Torres (2016), es la siguiente:

Reino	:	Plantae
Subreino	:	Tracheobionta
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Asteridae
Orden	:	Solanales
Familia	:	Convolvulaceae
Tribu	:	Ipomoeae
Género	:	Ipomoea
Especie	:	Ipomoea batatas

Proviene de la zona sur de México, Centroamérica y Sudamérica. Existen pruebas de que en el área que ocupa actualmente Perú se cultivaba desde hace aproximadamente 8 000 años (Lavariega, 2021). El camote es una raíz tuberculosa que aporta diversos beneficios para la salud, favoreciendo la pérdida de peso y previniendo algunas enfermedades como la diabetes, el cáncer e infartos. Los beneficios se deben al aporte de fibras, vitaminas A, C y del complejo B, minerales como potasio y magnesio, así como antioxidantes como betacaroteno y antocianinas, los cuales contribuyen a la protección de las células del cuerpo frente a los efectos nocivos de los radicales libres (Zanin, 2022).

El camote posee un valor energético superior al de la patata, así como una alta concentración de vitaminas entre las que destacan la provitamina A (betacaroteno), las B1, C (ácido ascórbico) y E (tocoferol). Además, contiene una gran cantidad de fibra digerible que ayuda a mejorar el tránsito intestinal, prevenir el cáncer de colon, controlar los niveles de glucosa en la sangre, reducir el colesterol y generar una mayor sensación de saciedad (Torres, 2016).

2.2.3. Madurez comercial

Condición de las frutas y hortalizas que han alcanzado el punto óptimo de su desarrollo, que les permite soportar el transporte, manipulación y almacenamiento hasta su consumo (Diccionario Español de Ingeniería, s.f.).

2.2.4. Estándares de calidad ambiental

Más conocidos por sus siglas ECA, son establecidos por el Ministerio del Ambiente (s.f.), estos mencionan los valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente. El objetivo es asegurar la preservación de la calidad ambiental mediante el empleo de herramientas de gestión ambiental sofisticadas y de evaluación exhaustiva y minuciosa. Para controlar los niveles de

Arsénico, cadmio, mercurio y plomo contaminantes químicos en suelo y agua se presenta las siguientes tablas:

Tabla 1: *Estándares de calidad ambiental para suelo.*

Parámetros en mg/kg PS(2)	Usos del Suelo(1)		
	Suelo Agrícola(3)	Suelo Residencial/ Parques(4)	Suelo comercial(5)/ Industrial/ Extractivo(6)
Arsénico	50	50	140
Cadmio	1,4	10	22
Mercurio	6,6	6,6	24
Plomo	70	140	800

Nota. Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM.

Tabla 2: *Estándares de Calidad Ambiental para agua*

Parámetros	Unidad de medida	Agua para riego		
		no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Plomo	mg/L	0,05		0,05

Nota. Decreto supremo N° 004-2017-MINAM.

2.2.5. Mercosur

El Mercado Común del Sur (MERCOSUR) es un proceso de integración regional conformado inicialmente por Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, con la posterior asociación de Perú y otros. Los idiomas oficiales utilizados en su labor son el español y el portugués. El MERCOSUR es un proceso abierto y dinámico. Desde su formación tuvo como objetivo principal: propiciar un espacio común que generara oportunidades comerciales y de inversiones mediante la integración competitiva de las economías nacionales al mercado internacional. Para preservar la salud pública, es fundamental mantener los niveles de contaminantes en límites toxicológicos aceptables (*Mercado Comun del Sur, s.f.*).

Tabla 3: *Limites máximo de contaminantes inorgánicos.*

	MERCOSUR		
	acelga	camote	betarraga
Cadmio (mg/kg)	0.2	0.1	0.1
Plomo (mg/kg)	0.3	0.1	0.1
Arsénico (mg/kg)	0.3	0.2	0.2
Mercurio (mg/kg)			

Nota. Resolución MERCOSUR/GMC/RES. N° 12/11.

2.2.6. Codex Alimentarius

El Codex Alimentarius es una colección de normas alimentarias y textos afines aceptados internacionalmente y presentados de modo uniforme. Estas normas alimentarias y textos afines están diseñados para proteger la salud del consumidor y asegurar la aplicación de prácticas equitativas en el comercio alimentario. El propósito de su publicación es que oriente y fomente la elaboración y el establecimiento de definiciones y requisitos aplicables a los alimentos para promover su armonización y por lo tanto facilitar el comercio internacional (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, s.f.).

Tabla 4: Norma general para los contaminantes.

CODEX ALIMENTARIUS			
	acelga	camote	betarraga
Cadmio (mg/kg)	0.2	0.1	0.1
Plomo (mg/kg)	0.3	0.1	0.1
Arsénico (mg/kg)			
Mercurio (mg/kg)			

Nota. Norma general del codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos (codex stan 193-1995). Enmienda 2015.

2.2.7. Unión Europea

La Unión Europea (UE) es una entidad geopolítica, promueve firmemente los derechos humanos y la democracia, y cuenta con los objetivos de reducción de emisiones más ambiciosos del mundo con el objetivo de combatir el cambio climático. La supresión de los controles fronterizos entre los miembros de la UE ha permitido una mayor libertad de movimiento alrededor de su territorio. Asimismo, ha hecho mucho más sencillo vivir y trabajar en otro país de la UE. (Ministerio de Asuntos Exteriores, Union Europea y Coperacion, s.f.).

Tabla 5: *Contenido máximo de metales pesados en productos alimenticios*

	UNIÓN EUROPEA		
	acelga	camote	betarraga
Cadmio (mg/kg)	0.2	0.1	0.1
Plomo (mg/kg)	0.3	0.1	0.1
Arsénico (mg/kg)			
Mercurio (mg/kg)			

Nota. Reglamento (UE) No 1275/2013 de la comisión.

2.2.8. Agricultores del sector Primavera

Juan Campos, no cuenta con parcelas propias pero su gusto por la agricultura y la necesidad económica lo han llevado a arrendar parcelas agrícolas desde el 2015 para la producción de betarraga y acelga en el sector Primavera, comercializados en campo para mercados locales. Mientras que el Agricultor Angel Chuqui Azaña cuenta con terrenos propios en el sector Primavera dedicado a la producción y comercialización de camote. Juan y Ángel nos permitieron el acceso a sus parcelas para la toma de muestras.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Materiales de Campo

- libreta de campo
- lapiceros
- envase plástico con cierre hermético
- camara fotográfica
- Lampa recta
- bolsas plásticas
- caja de cartón

3.1.2. Materiales y Equipos de Oficina

- Laptop
- Impresora
- Lapiceros
- Memoria USB
- Papel bond

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Ubicación del Sector en Estudio

La investigación se ejecutó en el Sector Primavera (latitud -9.011879 y longitud -78.619484), distrito Santa, Valle del Santa, Provincia del Santa, departamento Ancash, Perú. Así como se muestra el área demarcada de rojo en la imagen proporcionada por google maps.

Figura 1: Área de investigación demarcada con línea roja-sector Primavera.



Nota. Fuente: Google maps.

3.2.2. Población

La población en estudio fue de 4 ha de betarraga, 1/4 ha de acelga y 2 ha de camote, que se cultivan en el sector Primavera (latitud -9.011879 y longitud -78.6184), ubicado en el distrito de Santa, Ancash.

3.2.3. Muestra

Las muestras fueron plantas con raíz y hoja de camote, betarraga y acelga, de las cuales se obtuvieron 250 gramos o más de raíz completa y 250 gramos o más de hojas completas.

3.2.4. Variables

Las variables en estudio fueron los siguientes parámetros:

- Cd (mg/kg)
- Pb (mg/kg)
- Hg (mg/kg)
- As (mg/kg)

3.2.5. Metodología

a. Selección De Campo.

De los campos agrícolas cultivados por campesinos del sector primavera, se tomó muestras de 2 parcelas al azar para cada cultivo en estudio. Se tuvo en cuenta que el cultivo estuviera en madurez comercial.

b. Toma de Muestras.

- Selección de Plantas por Cultivo.

De cada parcela en estudio elegida al azar en el sector Primavera, se tomó 4 muestras (2 muestras de hoja y 2 de raíz, 250 g o más por muestra) al azar y siguiendo la metodología de Zigzag (anexo 2), cada 30 pasos se eligió las plantas necesarias para cada muestra (plantas con raíz y hoja). Las muestras fueron tomadas teniendo en cuenta el efecto borde y fueron llenadas en bolsas plásticas nuevas.

Tabla 6: *Tabla de identificación de muestras de raíz y hoja*

Código Interno de Muestra	Tipo de Muestra	Identificación de muestras en campo
S-3838	tejido vegetal - Raíz	C1-M1 ACELGA (RAIZ)
S-3839	tejido vegetal - Raíz	C1-M1 BETARRAGA(RAIZ)
S-3840	tejido vegetal - Raíz	C1-M1 CAMOTE (RAIZ)
S-3841	tejido vegetal - Raíz	C1-M2 ACELGA (RAIZ)
S-3842	tejido vegetal - Raíz	C1-M2 BETARRAGA (RAIZ)
S-3843	tejido vegetal - Raíz	C1-M2 CAMOTE (RAIZ)
S-3844	tejido vegetal - Raíz	C2-M1 ACELGA (RAIZ)
S-3845	tejido vegetal - Raíz	C2-M1 BRTARRAGA (RAIZ)
S-3846	tejido vegetal - Raíz	C2-M1 CAMOTE (RAIZ)
S-3847	tejido vegetal - Raíz	C2-M2 ACELGA (RAIZ)
S-3848	tejido vegetal - Raíz	C2-M2 BETARRAGA (RAIZ)
S-3849	tejido vegetal - Raíz	C2-M2 CAMOTE (RAIZ)
S-3850	tejido vegetal - Hoja	C1-M1 ACELGA (HOJA)
S-3851	tejido vegetal - Hoja	C1-M1 BETARRAGA (HOJA)
S-3852	tejido vegetal - Hoja	C1-M1 CAMOTE (HOJA)
S-3853	tejido vegetal - Hoja	C1-M1 ACELGA (HOJA)
S-3854	tejido vegetal - Hoja	C1-M2 BETARRAGA (HOJA)
S-3855	tejido vegetal - Hoja	C1-M2 CAMOTE (HOJA)
S-3856	tejido vegetal - Hoja	C2-M1 ACELGA (HOJA)
S-3857	tejido vegetal - Hoja	C2-M1 BETARRAGA (HOJA)
S-3858	tejido vegetal - Hoja	C2-M1 CAMOTE (HOJA)
S-3859	tejido vegetal - Hoja	C2-M2 ACELGA (HOJA)
S-3860	tejido vegetal - Hoja	C2-M2 BETARRAGA (HOJA)
S-3861	tejido vegetal - Hoja	C2-M2 CAMOTE (HOJA)

Nota. Fuente: Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. SLAB

c. Muestreo de Agua de Riego.

- Selección y Toma de Muestra.

Se tomó una muestra de 250 ml de agua de riego en el canal principal, que irriga el sector Primavera, esta fue envasada en una botella de material plástico nuevo.

Se siguió el siguiente procedimiento para la toma de muestra, abrir el envase y sumergirlo a unos 20 cm por debajo de la superficie (Ministerio de Salud, 2007). Y la botella debe llenarse por completo y sellar procurando no dejar aire en su interior. Para evitar variación en las características fisicoquímicas de la muestra (Fertilab, 2018).

Tabla 7: tabla de identificación de muestra de agua

Código Interno de Muestra	Tipo de Muestra	Identificación de muestras en campo
S-3865	Agua	C1 AGUA

Nota. Fuente: Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. SLAB

d. Muestreo de Suelo.

- Selección de Campo y Toma de Muestras.

De los campos seleccionados al azar en el Sector Primavera (latitud -9.011879 y longitud -78.619484), ubicado en el distrito de Santa. Se tomó una muestra de suelo por cultivo de betarraga, camote y acelga. Para la obtención de una muestra por parcela analizada se tomaron 4 puntos en zigzag a 30 pasos de distancia de cada punto, a 30 cm de profundidad, teniendo en cuenta el efecto borde, y el área superficial a muestrear esté libre de restos de cosecha, piedras, y otros, que pudieran alterar los resultados. De cada punto muestreado se recolectó 500 g de tierra con lampa recta, colocados sobre un plástico, luego se mezcló hasta homogenizar la

muestra para posteriormente obtener y llenar en bolsa plástica 1 kg para su posterior envío a laboratorio. (Cáceres y Ramos, 2019).

Tabla 8: *Tabla de identificación de muestras de suelo*

Código Interno de Muestra	Tipo de Muestra	Identificación de muestras en campo
S-3862	Suelo	C1 ACELGA (SUELO)
S-3863	Suelo	C1 BETARRAGA (SUELO)
S-3864	Suelo	C1 CAMOTE (SUELO)

Nota. Fuente: Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. SLAB

e. Envió de Muestras.

Todas las muestras fueron claramente identificadas, con la siguiente información:

- Código de muestra
- Fecha
- Lugar
- Propietario de parcela
- Encargado de muestreo
- Cliente
- DNI
- Teléfono
- Cultivo
- Área de parcela

f. Análisis en Laboratorio.

Los análisis fueron realizados por el laboratorio SLab, de la empresa, “Sistema de servicios y análisis químicos S.A.C. Dedicados a brindar servicios de laboratorio de Ensayo e Investigación (Físicos – Químicos – Mecánicos), y verificación con la finalidad de ser un apoyo para el buen funcionamiento de sus procesos y su mejora continua.

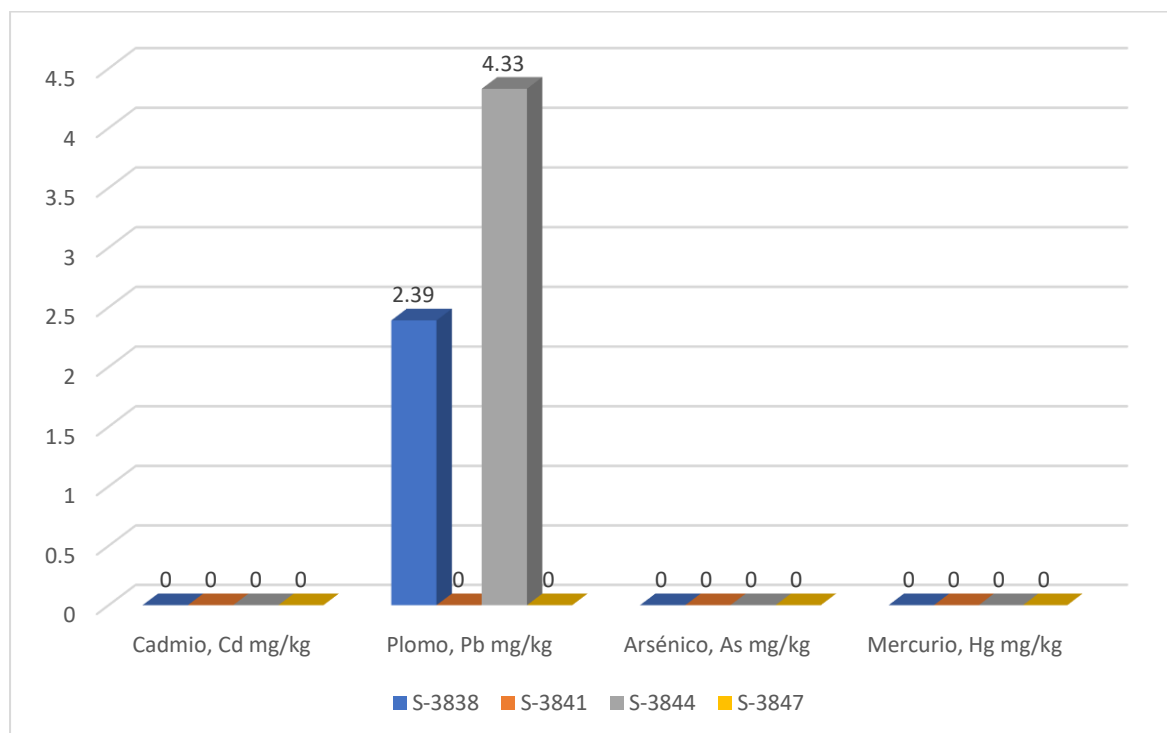
- ***Condiciones Ambientales de Ensayo.*** Temperatura: 20.2 °C y Humedad relativa: 54%.

- ***Ensayo Solicitado y Método Utilizado.*** Determinación de Metales Pesados (Cd, Pb, Hg, As) / Espectroscopia de Emisión Atómica con Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-OES).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIONES

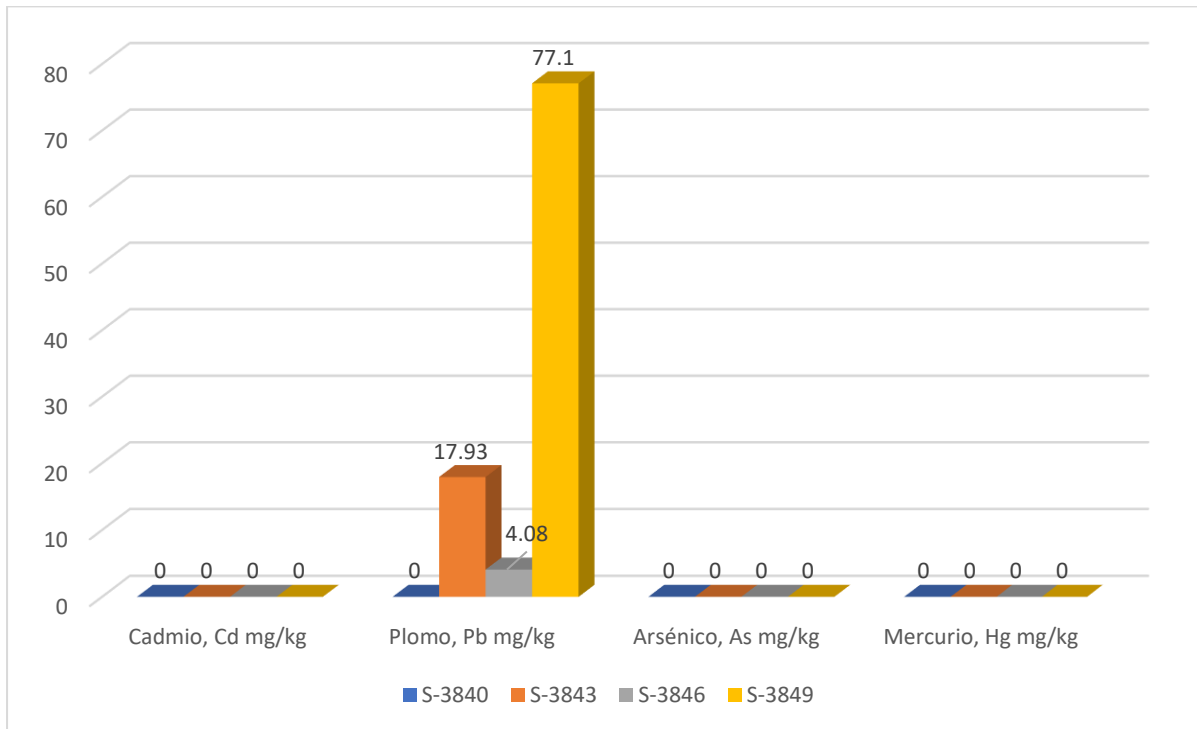
Figura 2: Concentración de cadmio, plomo, arsénico y mercurio encontrados en la raíz de acelga.



Nota. El gráfico indica los resultados obtenidos de Cd, Pb, As y Hg en las cuatro muestras de raíz de acelga analizadas.

En los análisis realizados, el elemento Pb, obtuvo un 4.33 mg/kg, superando los límites máximos permisibles establecidos para consumo humano por la Unión Europea, MERCOSUR y Codex Alimentarius, comparando con resultados similares obtenidos del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (2021) en su “Informe del Monitoreo de Residuos Químicos y otros Contaminantes en Alimentos Agropecuarios Primarios y Piensos, Año 2021” señala que los análisis de 6 muestras de lechuga en Ancash, indicaron que 3 muestras no fueron conforme, excedieron los límites máximos permisibles por el Codex Alimentarius y la Unión Europea.

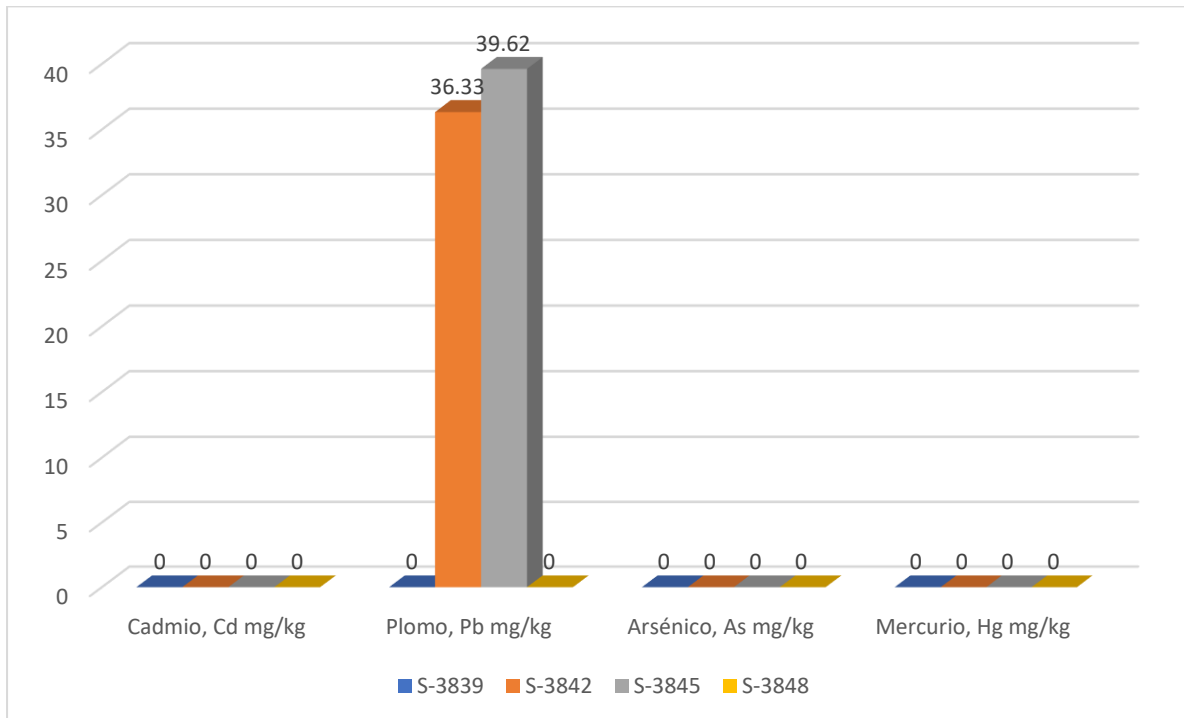
Figura 3: Concentración de cadmio, plomo, arsénico y mercurio encontrados en la raíz de camote.



Nota. El grafico indica los resultados obtenidos de Cd, Pb, As y Hg en las cuatro muestras de raíz de camote analizadas.

En los análisis realizados, el elemento Pb, obtuvo un 77.1 mg/kg, superando los límites máximos permisibles establecidos para consumo humano por la Unión Europea, MERCOSUR y Codex Alimentarius, contradiciendo lo que dice Servicio Nacional de Sanidad Agraria (2021), en su “Informe del Monitoreo de Residuos Químicos y otros Contaminantes en Alimentos Agropecuarios Primarios y Piensos, Año 2021”, donde sus resultados indican que los análisis de contaminantes químicos en el cultivo de camote en Ancash son conformes, los niveles de concentración se hallan igual o por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por el Codex Alimentarius y la Unión Europea.

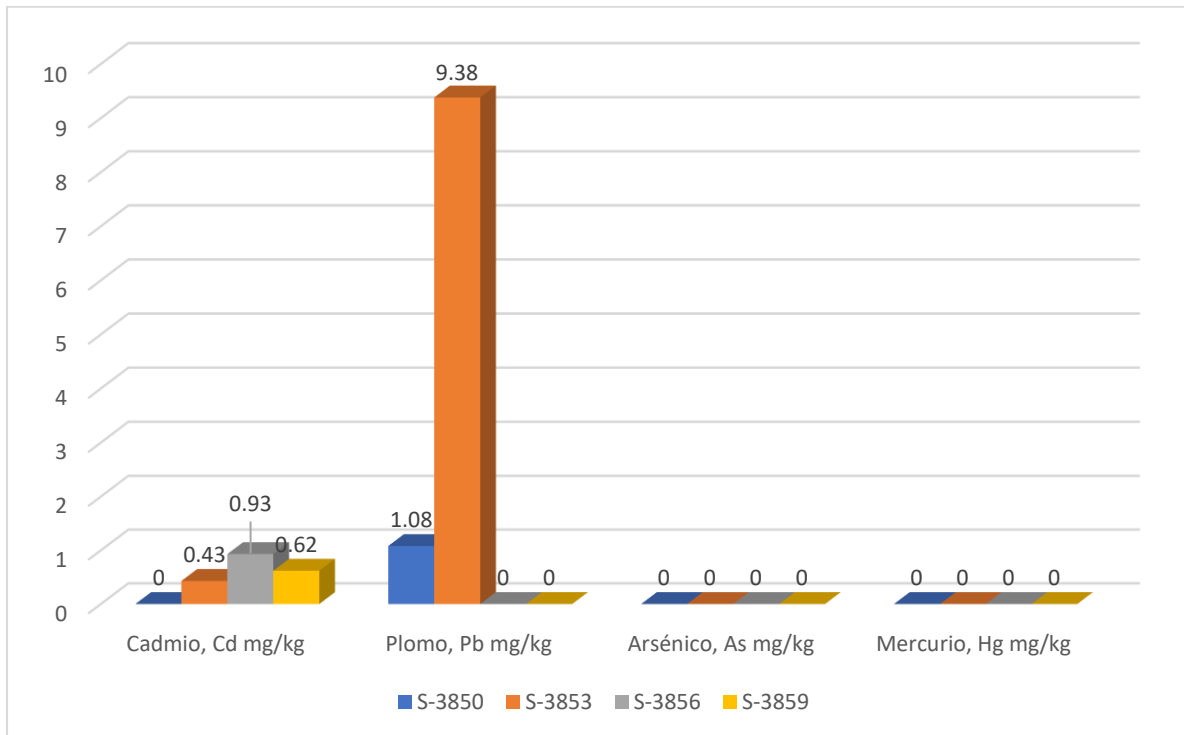
Figura 4: Concentración de cadmio, plomo, arsénico y mercurio encontrados en la raíz de betarraga.



Nota. El grafico indica los resultados obtenidos de Cd, Pb, As y Hg en las cuatro muestras de raíz de betarraga analizadas.

En los análisis realizados, el elemento Pb, obtuvo un 39.62 mg/kg, superando los límites máximos permisibles establecidos para consumo humano por la Unión Europea, MERCOSUR y Codex Alimentarius, comparando con la investigación similar de Balvin y Estacio (2013) en su tesis “Determinación de las concentraciones de Plomo y Cadmio en papas (*Solanum tuberosum*) cultivadas en los terrenos ribereños del Río Santa - Ancash” señalan que los resultados obtenidos mostraron que el 100 % de las muestras examinadas superaron el límite de 0,1 ppm establecido por el Codex Alimentarius CODEX STAN 193-1995 Revisión 2009, con un promedio de 1,814 ppm para el plomo. Para el cadmio, el 37 % de las muestras superaron el límite, con un promedio de 0,102 ppm.

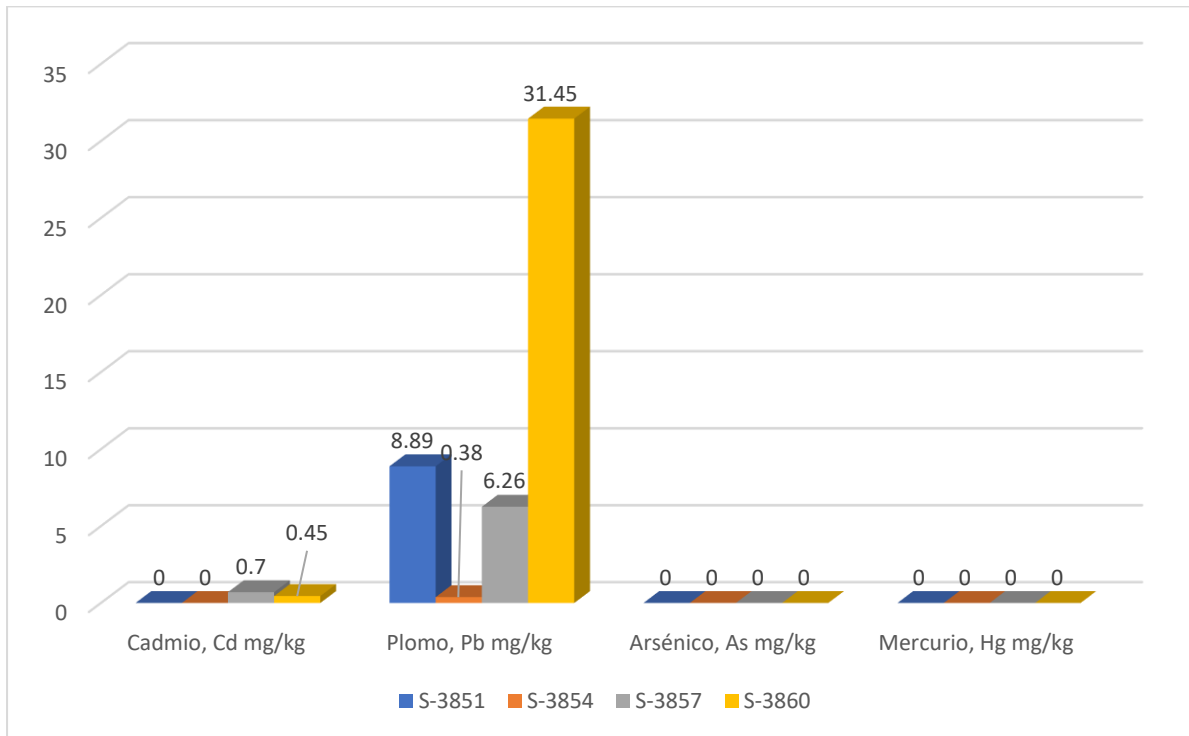
Figura 5: Concentración de cadmio, plomo, arsénico y mercurio encontrados en las hojas de acelga.



Nota. El grafico indica los resultados obtenidos de Cd, Pb, As y Hg en las cuatro muestras de hoja de acelga analizadas.

En los análisis realizados, el elemento Cd, obtuvo un 0.93 mg/kg y el elemento Pb, obtuvo un 9.38 mg/kg, superando los límites máximos permisibles establecidos para consumo humano por la Unión Europea, MERCOSUR y Codex Alimentarius, comparando con la investigación similar de Servicio Nacional de Sanidad Agraria (2021) que en su “Informe del Monitoreo de Residuos Químicos y otros Contaminantes en Alimentos Agropecuarios Primarios y Piensos, Año 2021” señala que analizo 6 muestras de lechuga en Ancash, los resultados indicaron que 3 muestras no fueron conforme, excedieron los límites máximos permisibles establecidos por el Codex Alimentarius y la Unión Europea

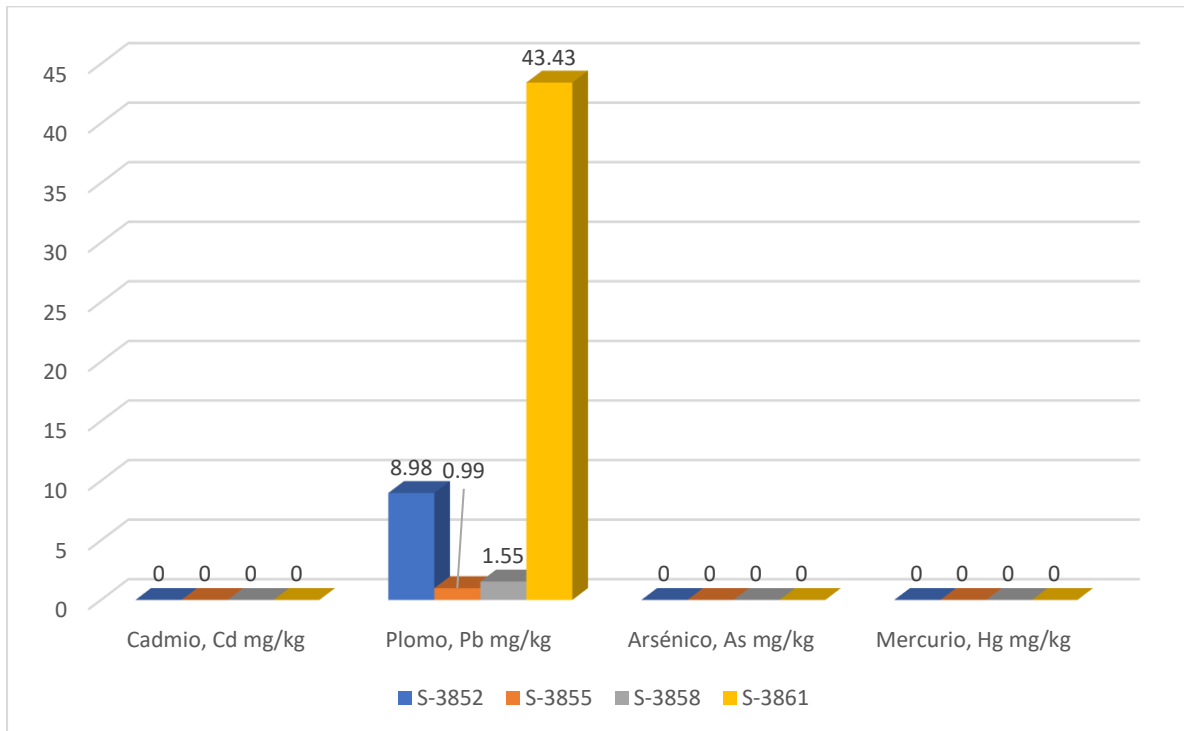
Figura 6: Concentración de cadmio, plomo, arsénico y mercurio encontrados en las hojas de betarraga.



Nota. El grafico indica los resultados obtenidos de Cd, Pb, As y Hg en las cuatro muestras de hoja de betarraga analizadas.

En los análisis realizados, el elemento Cd, obtuvo un 0.7 mg/kg y el elemento Pb, obtuvo un 31.45 mg/kg, superando los límites máximos permisibles establecidos para consumo humano por la Unión Europea, MERCOSUR y Codex Alimentarius, comparando con la investigación similar de Balvin y Estacio (2013) en su tesis “Determinación de las concentraciones de Plomo y Cadmio en papas (*Solanum tuberosum*) cultivadas en los terrenos ribereños del Río Santa - Ancash” señalan que los resultados obtenidos mostraron que el 100 % de las muestras examinadas superaron el límite de 0,1 ppm establecido por el Codex Alimentarius CODEX STAN 193-1995 Revisión 2009, con un promedio de 1,814 ppm para el plomo. Para el cadmio, el 37 % de las muestras superaron el límite, con un promedio de 0,102 ppm.

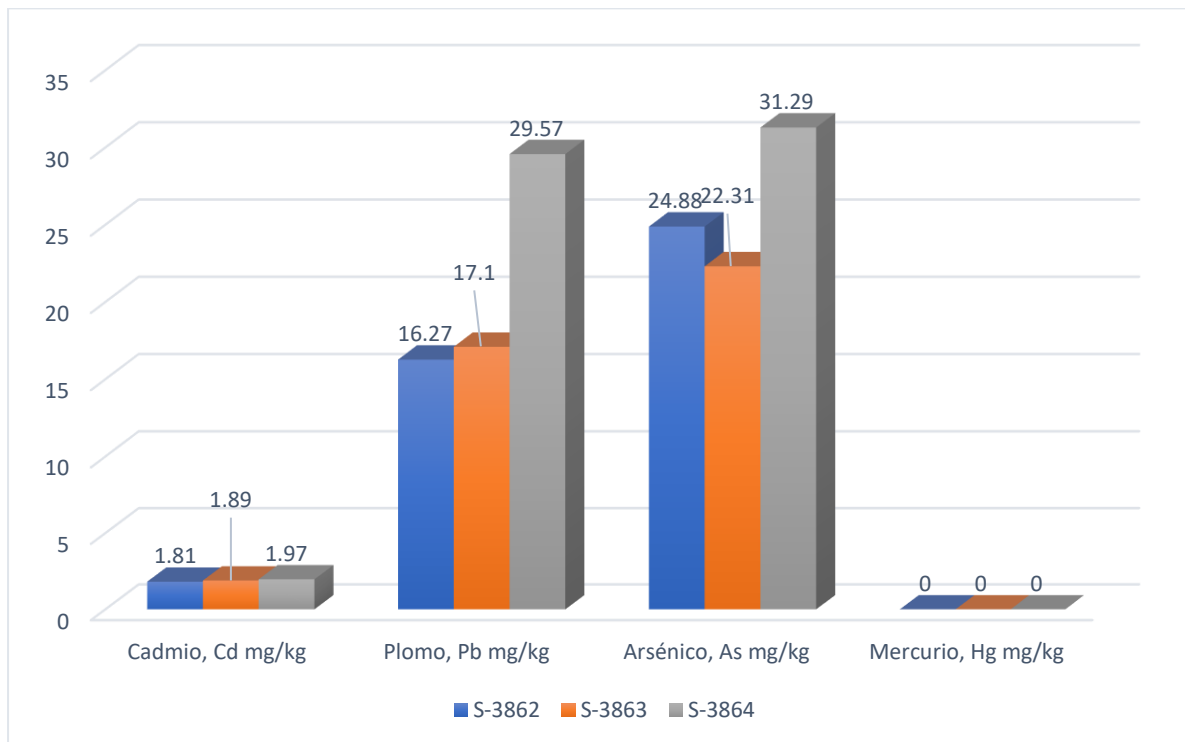
Figura 7: Concentración de cadmio, plomo, arsénico y mercurio encontrados en las hojas de camote.



Nota. El gráfico indica los resultados obtenidos de Cd, Pb, As y Hg en las cuatro muestras de hoja de camote analizadas.

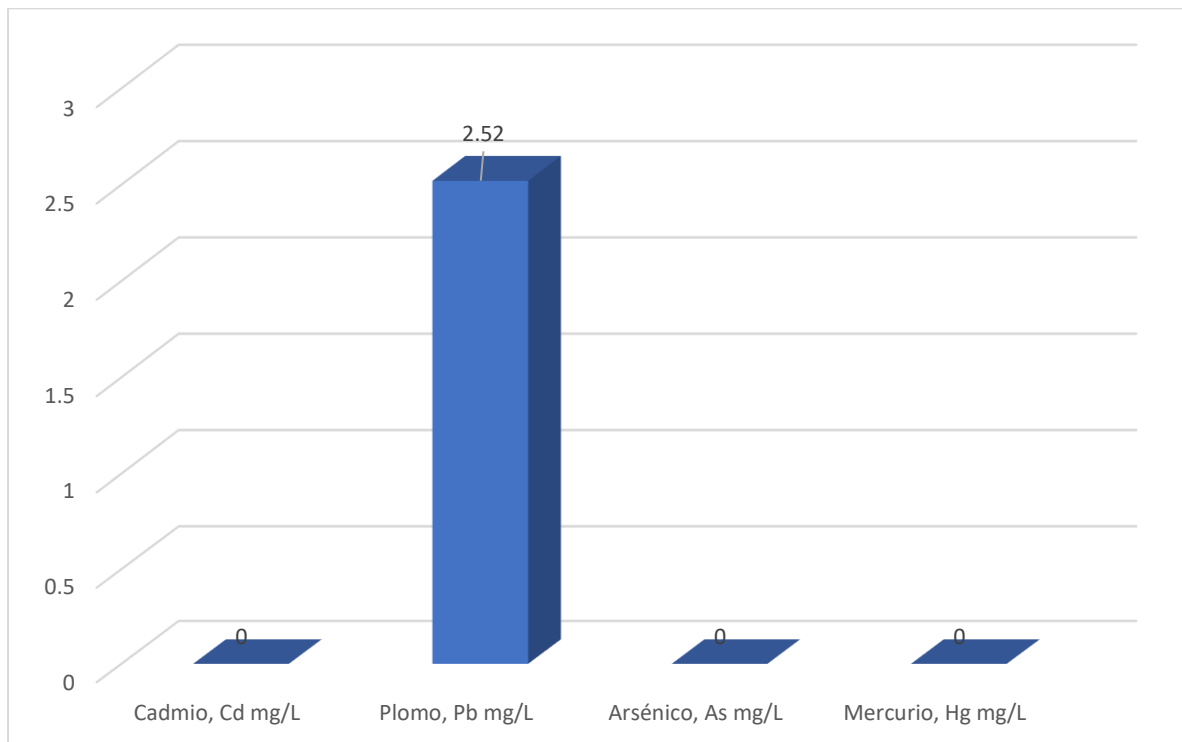
En los análisis realizados, el elemento Pb, obtuvo un 43.43 mg/kg, superando los límites máximos permisibles establecidos para consumo humano por la Unión Europea, MERCOSUR y Codex Alimentarius, contradiciendo lo que dice Servicio Nacional de Sanidad Agraria (2021), en su “Informe del Monitoreo de Residuos Químicos y otros Contaminantes en Alimentos Agropecuarios Primarios y Piensos, Año 2021”, donde sus resultados indican que los análisis de contaminantes químicos en el cultivo de camote en Ancash son conformes. No excedieron los límites máximos permisibles establecidos por el Codex Alimentarius y la Unión Europea

Figura 8: Concentración de cadmio, plomo, arsénico y mercurio encontrados en los suelos agrícolas de los cultivos de betarraga, camote y acelga respectivamente.



En los análisis realizados, el elemento Cd, obtuvo un 1.97 mg/kg, superando los estándares de calidad ambiental establecidos por el MINAM para suelos agrícolas, confirmando lo que dice Garbisu et al. (2003, como se citó en Beltran y Gomez, 2015), que los metales pesados están presentes en suelos como componentes naturales o como resultado de la actividad humana y agricultura intensiva.

Figura 9: Concentración de cadmio, plomo, arsénico y mercurio encontrado en agua de riego del sector Primavera.



En el análisis realizado, el elemento Pb, obtuvo un 2.52 mg/L, superando los estándares de calidad ambiental establecidos por el MINAM para agua de riego, contradiciendo lo que dice Arrascue Barragan y Cotrina Sanchez (2021) en su tesis titulada “Determinación de los Niveles de Mercurio, Cadmio, Aluminio y Plomo en las Aguas de Riego del Fundo Santa Rosa – 2019”, en el cual los resultados obtenidos para el elemento plomo en el agua de riego fue de entre 0.016-0.021 mg/L.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Que los elementos Pb y Cd, en el cultivo de acelga superan los límites máximo permisibles para consumo humano establecidos por la Unión Europea, MERCOSUR y Codex Alimentarius.
- Que el elemento Pb, en el cultivo de camote supera los límites máximo permisibles para consumo humano establecidos por la Unión Europea, MERCOSUR y Codex Alimentarius.
- Que los elementos Pb y Cd, en el cultivo de betarraga superan los límites máximo permisibles para consumo humano establecidos por la Unión Europea, MERCOSUR y Codex Alimentarius.
- Que el elemento Pb en agua en el sector Primavera, supera los estándares de calidad ambiental establecidos por el MINAM para agua de riego.
- Que el elemento Cd en suelos del sector Primavera, supera los estándares de calidad ambiental establecidos por el MINAM para suelos agrícolas.
- Que las hortalizas evaluadas contienen Pb y Cd, como consecuencia de que los niveles de Pb en el agua y Cd en el suelo supera los estándares de calidad ambiental para agua de riego y suelos agrícolas respectivamente establecidos por el MINAM, debido a que, en la ribera del Rio Santa se encuentran mineras informales y minería ilegal que vierten sus efluentes en las aguas del Rio Santa y la aplicación fertilizantes y productos fitosanitarios, confirmado con el análisis realizado en el Laboratorio SLab.

5.2. RECOMENDACIONES

- Que las instituciones oficiales del Estado, realicen análisis de estas hortalizas antes de ser consumidas o comercializadas.

- Que se realicen este tipo de investigación en otros cultivos que son irrigados con las aguas del Rio Santa.

- Que se realicen análisis de metales pesados en el canal de riego que abastece al sector Primavera en época de avenida y época seca; en diferentes puntos a tres niveles: en superficie, a media altura y en el fondo, para observar si hay variación apreciable.

- Difundir los resultados de la presente investigación en periódicos locales y revistas de investigación para que sea de conocimiento público, y las entidades responsables de la salud y el medio ambiente tomen cartas en el asunto.

VI.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (28 de marzo de 2023). *Información básica del mercurio*. Recuperado el 14 de mayo de 2023, de <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-el-mercurio>

Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. (01 de septiembre de 2021).

Cadmio. Obtenido de AESAN:

https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/Ficha_web_cadmio.pdf

Alimentos Andinos. (30 de abril de 2021). *Alimentos andinos*. Propiedades y beneficios de la betarraga: <https://xn--alimentoandinoespaa-d4b.es/tuberculo/betarraga/#>

Arrascue Barragan, C. A., & Cotrina Sanchez, Y. V. (2021). *Determinación de los niveles de mercurio, cadmio y plomo en las aguas de riego del fundo Santa Rosa*.

Balvin, N., & Estacio, A. (2013).

https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/14561/Balbin_vn-Resumen.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Beltran, M., & Gomez, A. (22 de enero de 2015).

<https://revistasdigitales.uniboyaca.edu.co/index.php/reiv3/article/download/113/111>

Bonomelli, C., Bonilla, C., & Valenzuela, A. (17 de junio de 2003). Scielo:

<https://www.scielo.br/j/pab/a/dBv7FZxQWJBM4MnpwtfSt8M/?format=pdf>

Bravo, M., Lengua, R., Aguirre, R., Ale, N., Tomas, G., Muñante, J., & Rey Sanchez, E. (05 de marzo de 2014).

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/download/4659/3737/15683>

Caceres, M., & Ramos, E. (2019). Selección de campo y toma de muestras.

- Cargua, C. J. (18 de julio de 2010). *determinacion de formas de Cd, Cu, Ni, Pb y Zn y su biodisponiblilidad en los suelos agricolas del litoral ecuatoriano*. Recuperado el 12 de septiembre de 2016, de libros:
https://books.google.com.pe/books?id=CLlZAQAAMAAJ&pg=PR10&lpg=PR10&dq=determinacion%20de%20metales%20pesados%20en%20tejidos%20vegetales&source=bl&ots=0WmUm_z2S6&sig=JzhXSyNrhG8vvohe0Smfosd-SW8&hl#v=onepage&q&f=false
- ConceptosABC. (31 de agosto de 2021). *Metales pesados*. Recuperado el 14 de mayo de 2023, de ConceptosABC: <https://conceptoabc.com/metales-pesados/>
- Diccionario Español de Ingenieria. (s.f.). *Madurez comercial*. Recuperado el 15 de mayo de 2023, de Diccionario español de ingenieria:
<https://diccionario.raing.es/es/lema/madurez-comercial>
- Direccion Regional de Agricultura Ancash. (2016).
- Elika. (29 de noviembre de 2013). *Arsenico*. Recuperado el 15 de mayo de 2023, de Seguridad alimentaria: <https://seguridadalimentaria.elika.eus/wp-content/uploads/2018/01/27.Ars%C3%A9nico.pdf>
- Elika. (31 de octubre de 2013). *Plomo*. Recuperado el 15 de mayo de 2023, de Seguridad alimentaria: https://seguridadalimentaria.elika.eus/wp-content/uploads/2018/01/26.Plomo_.pdf
- Fertilab. (20 de marzo de 2018). *Manual de muestreo 4edición*. Recuperado el 19 de mayo de 2018, de <https://www.fertilab.com.mx/new/files/Manual-de-Muestreo-4ta-Edicion.pdf>
- Garcia, M. (2 de octubre de 2017). *Taxonomia en plantas*.
taxonomiaenplantas2017.blogspot.com:
<https://taxonomiaenplantas2017.blogspot.com/2017/10/remolacha.html>

Herbazest. (5 de agosto de 2022). *Remolacha*. Recuperado el 07 de mayo de 2023, de Herbazest: <https://www.herbazest.com/es/hierbas/remolacha>

Integra. (2023). *Region de murcia digital*. Obtenido de www.regmurcia.com: https://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,543,m,2714&r=ReP-20067-DETALLE_REPORTAJESPADRE

Lavariega, K. (25 de mayo de 2021). *Gourmet de Mexico*. [gourmetdemexico](http://gourmetdemexico.com): <https://gourmetdemexico.com.mx/gourmet/cultura/camote-conoce-su-origen-y-beneficios/>

Lenntech. (s.f.). *Cadmio-Cd*. <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/cd.htm>

Lenntech. (s.f.). *Plomo-Pb*. <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/pb.htm>

Luna Encinas, J. A., & Barajas Perez, G. (20 de mayo de 2009). *estrucplan*. estrucplan.com.ar: <https://estrucplan.com.ar/metales-pesados-y-su-toxicologia/>

Luna, E. J., & Barajas, P. G. (20 de Mayo de 2009). *Metales pesados y su toxicología*. [estrucplan](http://estrucplan.com.ar): <http://estrucplan.com.ar/articulos/metales-pesados-y-su-toxicologia/>

Marhuenda, B. J., & García, V. J. (16 de Febrero de 2017). *Acelga*. <http://www.publicacionescajamar.es>: <http://www.publicacionescajamar.es/uploads/cultivos-hortícolas-al-aire-libre/13-cultivos-hortícolas-al-aire-libre.pdf>

Mercado Comun del Sur. (s.f.). *MERCOSUR*. Recuperado el 15 de mayo de 2023, de ¿Que es el MERCOSUR?: <https://www.mercosur.int/quienes-somos/en-pocas-palabras/>

Ministerio de Asuntos Exteriores, Union Europea y Coperacion. (s.f.). *¿Que es la union Europea?* Recuperado el 15 de mayo de 2023, de <https://www.exteriores.gob.es/RepresentacionesPermanentes/EspanaUE/es/Organismo/Paginas/Que-es.aspx>

Ministerio del Ambiente. (s.f.). *Estandares de calidad ambiental*. Recuperado el 15 de mayo de 2023, de <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/estandares-de-calidad-ambiental/>

Ministerio de Salud. (11 de Septiembre de 2007).

[http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-\(CONTINENTALES\).pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-(CONTINENTALES).pdf)

Miranda, D., Caranza, C., Andes, C., Martín, C., Fischer, G., & Zurita, J. (2014).

Acumulación de metales pesados en suelo y plantas de cuatro cultivos hortícolas, regados con agua del río Bogotá. *Revista colombiana en ciencias hortícolas*, 02(02), 03. Recuperado el 13 de septiembre de 2016, de

https://www.researchgate.net/publication/256475443_Acumulacion_de_metales_pesados_en_suelo_y_planta_de_cuatro_cultivos_hortícolas_regados_con_agua_del_río_Bogotá

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s.f.). *Aceca del codex*. Recuperado el 15 de mayo de 2023, de Codex Alimentarius:

<https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/es/>

Organización Mundial de la Salud. (31 de marzo de 2017). *El mercurio y la salud*.

Recuperado el 16 de mayo de 2023, de <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/mercury-and-health>

Orroño, D. (2011). core.ac.uk: <https://core.ac.uk/download/pdf/144234363.pdf>

Polo Bravo, C., & Sulca Quispe, L. (28 de octubre de 2020). *Researchgate*.

www.researchgate.net:

https://www.researchgate.net/publication/342869232_METALES_PESADOS_FUENTES_Y_SU_TOXICIDAD_SOBRE_LA_SALUD_HUMANA

Prieto, M. J., González, R. C., Román, G. A., & Prieto, G. F. (25 de marzo de 2009).

Contaminacion y fitotoxicidad en plantas por metales. Recuperado el 14 de septiembre de 2016, de redalyc.org:

<http://www.redalyc.org/pdf/939/93911243003.pdf>

Servicio Nacional de Sanidad Agraria. (2021). SENASA:

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1892803/Plan%20anual%20de%20monitoreo%20de%20residuos%20qu%C3%ADmicos%20y%20otros%20contaminantes%20en%20alimentos%20agropecuarios%20primarios%20y%20piensos.pdf.pdf?v=1620958931>

Servicio Nacional de Sanidad Agraria. (2021). SENASA. Recuperado el 15 de mayo de 2023, de

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3048004/INFORME_21_VF.pdf.pdf?v=1651174473

Solis, L. E. (5 de 5 de 2020). *metales pesados en los cultivos*. [http://biblioteca-](http://biblioteca-digital.sag.gob.cl/documentos/medio_ambiente/criterios_calidad_suelos_aguas_agricolas/pdf_suelos/6_metales_pesados_cultivos.pdf)

[digital.sag.gob.cl/documentos/medio_ambiente/criterios_calidad_suelos_aguas_agricolas/pdf_suelos/6_metales_pesados_cultivos.pdf](http://biblioteca-digital.sag.gob.cl/documentos/medio_ambiente/criterios_calidad_suelos_aguas_agricolas/pdf_suelos/6_metales_pesados_cultivos.pdf)

Torres, B. (3 de Octubre de 2016). *¿que es el camote?* El camote:

<http://upsjbelcamote.blogspot.com/>

Torres, B. (3 de octubre de 2016). *El camote*. [upsjbelcamote.blogspot.com:](http://upsjbelcamote.blogspot.com/)

<https://upsjbelcamote.blogspot.com/>

Vegaffinity. (2018). *Acelga*. [https://www.vegaffinity.com:](https://www.vegaffinity.com/)

<https://www.vegaffinity.com/alimento/accelga-beneficios-informacion-nutricional--f4>

Zanin, T. (noviembre de 2022). *Tua Saude*. [www.tuasaude.com/es/camote:](http://www.tuasaude.com/es/camote/)

<https://www.tuasaude.com/es/camote/>

VII. ANEXOS

ANEXO 1: Informe de ensayo.



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C. SLAB

INFORME DE ENSAYO IE-070522-02

1. DATOS DEL CLIENTE

- 1.1 Cliente : MAXIMO CACERES ATENCIA / ELDER MELDEZ RAMOS CABALLERO
1.2 RUC/DNI : 43048894 / 72194075
1.3 Tesis : DETERMINACIÓN DE CADMIO, PLOMO, MERCURIO Y ARSÉNICO EN BETA VULGARIS, IPOMOEA BATATAS Y BETA VULGARIS VAR. CICLA, SANTA.

2. FECHAS

- 2.1 Inicio : 07 de Mayo de 2022
2.2 Fin : 19 de Mayo de 2022
2.3 Emisión de informe : 20 de Mayo de 2022

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

- 3.1 Temperatura : 20.2 °C
3.2 Humedad Relativa : 54 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODOLOGÍA UTILIZADA

- 4.1 Ensayo solicitado y método de ensayo : Determinación de Metales Pesados (Cd, Pb, Hg, As) / Espectroscopía de Emisión Atómica con Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-OES)

5. DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Tabla N°1: Datos de las muestras analizadas

Código interno de Muestra	Tipo de Muestra	Identificación de Cliente
S-3838	tejido vegetal - Raíz	C1-M1 ACELGA (RAIZ)
S-3839	tejido vegetal - Raíz	C1-M1 BETARRAGA(RAIZ)
S-3840	tejido vegetal - Raíz	C1-M1 CAMOTE (RAIZ)
S-3841	tejido vegetal - Raíz	C1-M2 ACELGA (RAIZ)
S-3842	tejido vegetal - Raíz	C1-M2 BETARRAGA (RAIZ)
S-3843	tejido vegetal - Raíz	C1-M2 CAMOTE (RAIZ)
S-3844	tejido vegetal - Raíz	C2-M1 ACELGA (RAIZ)
S-3845	tejido vegetal - Raíz	C2-M1 BRTARRAGA (RAIZ)
S-3846	tejido vegetal - Raíz	C2-M1 CAMOTE (RAIZ)
S-3847	tejido vegetal - Raíz	C2-M2 ACELGA (RAIZ)
S-3848	tejido vegetal - Raíz	C2-M2 BETARRAGA (RAIZ)
S-3849	tejido vegetal - Raíz	C2-M2 CAMOTE (RAIZ)
S-3850	tejido vegetal - Hoja	C1-M1 ACELGA (HOJA)
S-3851	tejido vegetal - Hoja	C1-M1 BETARRAGA (HOJA)
S-3852	tejido vegetal - Hoja	C1-M1 CAMOTE (HOJA)

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.


DIEGO ROMANO VERGARA ORREGO
QUÍMICO
CQP. 1337

Tabla N°2: Datos de las muestras analizadas (Continuación)

Código Interno de Muestra	Tipo de Muestra	Identificación de Cliente
S-3853	tejido vegetal - Hoja	C1-M1 ACELGA (HOJA)
S-3854	tejido vegetal - Hoja	C1-M2 BETARRAGA (HOJA)
S-3855	tejido vegetal - Hoja	C1-M2 CAMOTE (HOJA)
S-3856	tejido vegetal - Hoja	C2-M1 ACELGA (HOJA)
S-3857	tejido vegetal - Hoja	C2-M1 BETARRAGA (HOJA)
S-3858	tejido vegetal - Hoja	C2-M1 CAMOTE (HOJA)
S-3859	tejido vegetal - Hoja	C2-M2 ACELGA (HOJA)
S-3860	tejido vegetal - Hoja	C2-M2 BETARRAGA (HOJA)
S-3861	tejido vegetal - Hoja	C2-M2 CAMOTE (HOJA)
S-3862	Suelo	C1 ACELGA (SUELO)
S-3863	Suelo	C1 BETARRAGA (SUELO)
S-3864	Suelo	C1 CAMOTE (SUELO)
S-3865	Agua	C1 AGUA

6. RESULTADOS

6.1. Resultados Obtenidos de Metales Pesados

Tabla N°3: Resultados de Metales Pesados de Raíz

Muestras	Metales Pesados			
	Cadmio, Cd mg/kg	Plomo, Pb mg/kg	Arsénico, As mg/kg	Mercurio, Hg mg/kg
S-3838	<0.0001	2.39	<0.002	<0.001
S-3839	<0.0001	<0.002	<0.002	<0.001
S-3840	<0.0001	<0.002	<0.002	<0.001
S-3841	<0.0001	<0.002	<0.002	<0.001
S-3842	<0.0001	36.33	<0.002	<0.001
S-3843	<0.0001	17.93	<0.002	<0.001
S-3844	<0.0001	4.33	<0.002	<0.001
S-3845	<0.0001	39.62	<0.002	<0.001
S-3846	<0.0001	4.08	<0.002	<0.001
S-3847	<0.0001	<0.002	<0.002	<0.001
S-3848	<0.0001	<0.002	<0.002	<0.001
S-3849	<0.0001	77.10	<0.002	<0.001

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio.
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C.



Diego Romero Vergara
QUÍMICO
CQP. 1337

Tabla N°4: Resultados de Metales Pesados de Hojas

Muestras	Metales Pesados			
	Cadmio, Cd mg/kg	Plomo, Pb mg/kg	Arsénico, As mg/kg	Mercurio, Hg mg/kg
S-3850	<0.0001	1.08	<0.002	<0.001
S-3851	<0.0001	8.89	<0.002	<0.001
S-3852	<0.0001	8.98	<0.002	<0.001
S-3853	0.43	9.38	<0.002	<0.001
S-3854	<0.0001	0.38	<0.002	<0.001
S-3855	<0.0001	0.99	<0.002	<0.001
S-3856	0.93	<0.002	<0.002	<0.001
S-3857	0.70	6.26	<0.002	<0.001
S-3858	<0.0001	1.55	<0.002	<0.001
S-3859	0.62	<0.002	<0.002	<0.001
S-3860	0.45	31.45	<0.002	<0.001
S-3861	<0.0001	43.43	<0.002	<0.001

Tabla N°5: Resultados de Metales Pesados de Suelos

Muestras	Metales Pesados			
	Cadmio, Cd mg/kg	Plomo, Pb mg/kg	Arsénico, As mg/kg	Mercurio, Hg mg/kg
S-3862	1.81	16.27	24.88	<0.001
S-3863	1.89	17.10	22.31	<0.001
S-3864	1.97	29.57	31.29	<0.001

Tabla N°6: Resultados de Metales Pesados de Agua

Muestras	Metales Pesados			
	Cadmio, Cd mg/L	Plomo, Pb mg/L	Arsénico, As mg/L	Mercurio, Hg mg/L
S-3865	<0.0001	2.52	<0.002	<0.001

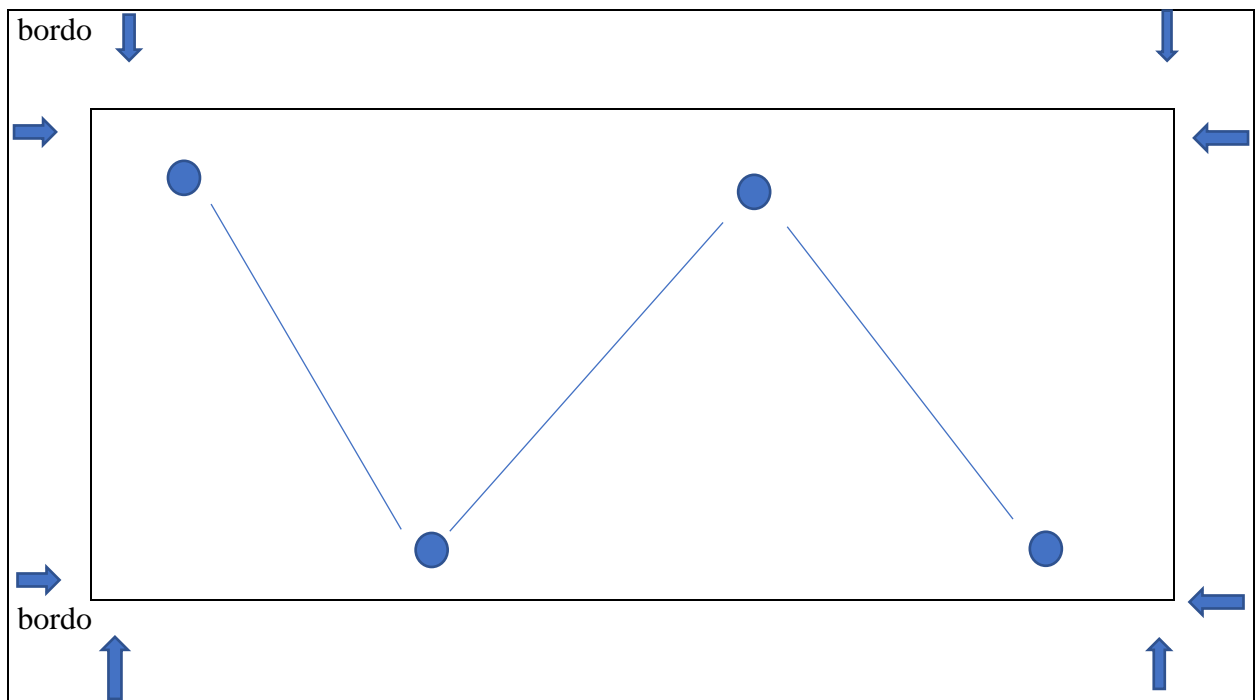
- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

FIN DE DOCUMENTO



Diego Román Vergara Ormazo
Químico
CQP. 1337

ANEXO 2: Método de muestreo Zigzag



ANEXO 3: Muestras de suelo y agua rotulados para envío a laboratorio



ANEXO 4: *Muestras de hoja y raíz de camote con dueño de campo*



ANEXO 5: *Campo de muestreo de camote*



ANEXO 6: Muestreo de suelo



Determinación de Cadmio, Plomo, Mercurio y Arsénico en Beta vulgaris, Ipomoea batatas y Beta vulgaris var. cicla, Santa

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
5	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Colegio Internacional SEK Quito Trabajo del estudiante	1%
7	ciencia.lasalle.edu.co Fuente de Internet	1%
8	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1%
9	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	1%

		1 %
10	slabperu.com Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	repositorio.unphu.edu.do Fuente de Internet	1 %
13	Submitted to Universidad de Las Palmas de Gran Canaria Trabajo del estudiante	1 %
14	www.researchgate.net Fuente de Internet	1 %
15	www.scribd.com Fuente de Internet	1 %
16	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	1 %
17	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
18	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	hidrobiologica.izt.uam.mx Fuente de Internet	

		<1 %
21	Submitted to tec Trabajo del estudiante	<1 %
22	foobe.com.ar Fuente de Internet	<1 %
23	livrosdeamor.com.br Fuente de Internet	<1 %
24	ejemplos.net Fuente de Internet	<1 %
25	listas.20minutos.es Fuente de Internet	<1 %
26	1library.co Fuente de Internet	<1 %
27	Submitted to Universidad Politécnica Estatal de Carchi Trabajo del estudiante	<1 %
28	documents1.worldbank.org Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to unsaac Trabajo del estudiante	<1 %
30	Sara Elisa Gallego Ríos, Claudia María Ramírez Botero, Beatriz Estella López Marín, Claudia M. Velásquez Rodríguez. "Evaluation of mercury, lead, and cadmium in the waste	<1 %

material of crevalle jack fish from the Gulf of Urabá, Colombian Caribbean, as a possible raw material in the production of sub-products", Environmental Monitoring and Assessment, 2018

Publicación

31	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	Submitted to Uniagustiniana Trabajo del estudiante	<1 %
33	es.wikipedia.org Fuente de Internet	<1 %
34	mimateriahoy.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
35	Cedillo Flores María Guadalupe. "Pisum sativum l. y cucurbita pepo l. como plantas extractoras de Cd y Pb", TESIUNAM, 2015 Publicación	<1 %
36	www.vegaffinity.com Fuente de Internet	<1 %
37	Submitted to Universidad Nacional de Huancavelica Trabajo del estudiante	<1 %
38	repositorio.ucc.edu.co Fuente de Internet	<1 %

aprenderly.com

39	Fuente de Internet	<1 %
40	pdf.usaid.gov Fuente de Internet	<1 %
41	www.ree.environnement.gouv.qc.ca Fuente de Internet	<1 %
42	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
43	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	<1 %
44	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
45	redi.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
46	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
47	repository.uniminuto.edu Fuente de Internet	<1 %
48	www.minem.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
49	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %

50	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
51	Submitted to Unviersidad de Granada Trabajo del estudiante	<1 %
52	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
53	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
54	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 15 words