



**Universidad  
Norbert Wiener**

**Facultad de Farmacia y Bioquímica**

**Escuela Académica Profesional de Farmacia y Bioquímica**

**Tesis**

**“Evaluación toxicológica de cadmio, plomo y arsénico en suelo agrícola y  
rábano (*raphanus sativus*) en zona Huachipa-Nievería distrito Lurigancho-  
Chosica. Lima. 2022”**

**Para optar el Título profesional de Químico Farmacéutico**


**Autor:**

**Br. Nuñez Pebe, Walter Federico**

**ORCID: 0000-0001-9350-0482**

**LIMA-PERÚ**

**2022**

 Universidad Norbert Wiener	<b>DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</b>		
	<b>CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033</b>	<b>VERSION: 01</b> REVISIÓN: 01	<b>FECHA: 08/11/2022</b>

Yo: Walter Federico Nuñez Pebe egresado de la Facultad de Farmacia y Bioquímica y Escuela Académica Profesional de Farmacia Bioquímica de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico **“Evaluación toxicológica de cadmio, plomo y arsénico en suelo agrícola y rábano (*Raphanus sativus*) en zona HUACHIPA-NIEVERÍA distrito LURIGANCHO-CHOSICA. LIMA. 2022”**. Asesorado por el docente: Dr. Jose Antonio Llahuilla Quea DNI N°09780810 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3926-8069> tiene un índice de similitud 14 (catorce) doce % con código oid: 14912:261337513 verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



Walter Federico Nuñez Pebe  
DNI:09559667



Jose Antonio Llahuilla Quea  
DNI: 09780810

Lima, 29 de agosto del 2023

**Tesis**

**“Evaluación Toxicológica de Cadmio, Plomo y Arsénico en Suelo Agrícola y Rábano (*Raphanus sativus*) en zona Huachipa-Nievería distrito Lurigancho-Chosica. Lima. 2022”**

**Línea de Investigación:**

**TOXICOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE**

**ASESOR: Dr. LLAHUILLA QUEA JOSE ANTONIO**

**ORCID:0000-0002-3926-8069**

Dedicatoria:

A mi mamá Adolia

A mi papá Federico

A mis hermanos por el apoyo incondicional.

Walter Federico

Agradecimiento:

Gracias a la Universidad Norbert Wiener por prepararme como Químico Farmacéutico.

Gracias a los Doctores: Dr. José Antonio Llahuilla Quea,

Mg. Luz Fabiola Guadalupe Sifuentes de Posadas

Dr. Juan Manuel Parreño Tipian por el apoyo brindado.

Al laboratorio Servicios Analíticos Generales cuyo gerente y amigo Cesar Poma Pando por su apoyo.

El Autor

## Índice General

Título	i
Dedicatoria:	iii
Agradecimiento:	iv
Índice General	v
Índice de Tablas	vi
Índice de Figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
Introducción	x
1. CAPÍTULO I. EL PROBLEMA	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	4
1.3. Objetivos de la investigación	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Justificación de la investigación	4
1.4.1. Teórica	4
1.4.2. Metodológica	5
1.4.3. Práctica	5

1.5. Limitaciones del estudio	6
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes Nacionales	7
2.2. Antecedentes Internacionales:	10
2.3. Bases teóricas	11
2.4. Hipótesis	17
2.4.1. Hipótesis general	17
2.4.2. Hipótesis específicas	18
3. METODOLOGÍA	19
3.1. Método de la investigación	19
3.2. Enfoque de la investigación	19
3.3. Tipo de investigación	19
3.4. Diseño de la investigación	19
3.5. Nivel o alcance:	20
3.6. Población, muestra y muestreo	20
3.7. Variables y operacionalización	21
3.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.8.1. Técnica	24
3.8.2. Descripción de instrumentos	30
3.8.3. Validación	30
3.8.4. Confiabilidad	30

3.9. Plan de procesamiento y análisis de datos	30
3.10. Aspectos éticos:	30
CAPÍTULO IV: Presentación y Discusión de Resultados	31
4.1.1. Análisis Descriptivo de los Resultados	31
4.2. Hipótesis Estadística	39
4.3 Discusión de los Resultados	42
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
5.1. Conclusiones	44
5.2. Recomendaciones	45
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
Anexo n°1: Matriz de Consistencia	53
Anexo 2: Certificados de validaciones	54
Anexo 3. Resolución del comité de ética	56
Anexo n°4. Carta de consentimiento para utilización de suelo agrícola	57
Anexo n°5. Cadena de custodia de monitoreo de suelo y tejido vegetal	58
Anexo n°6. Informe n° 166607-2022. Resultados obtenidos del suelo y tejido vegetal	59
Anexo 7: Testimonios fotográficos	63



## Índice de Tablas

Tabla 1. Evaluación toxicológica del cadmio en suelo agrícola .....	28
Tabla 2. Evaluación toxicológica del Plomo en suelo agrícola .....	29
Tabla 3. Evaluación toxicológica del Arsénico en suelo agrícola .....	30
Tabla 4. Evaluación toxicológica del cadmio y LMP del Codex Alimentario en Tejido vegetal (rábano).....	30
Tabla 5. Evaluación toxicológica del Plomo y LMP del Codex alimentario en Tejido vegetal (rábano) .....	32
Tabla 6. Evaluación toxicológica del Arsénico y LMP del Codex Alimentario en Tejido vegetal(rábano).....	33
Tabla 7. Evaluación. Estadístico de prueba. T-student para suelo agrícola .....	34
Tabla 8. Evaluación. Estadístico de prueba. T-student para tejido vegetal (rábano).....	36

## Índice de Figuras

Figura 1. Evaluación toxicológica del cadmio y LMP en suelo agrícola.....	28
Figura 2. Evaluación toxicológica del Plomo y LMP en suelo agrícola.....	29
Figura 3. Evaluación toxicológica del Arsénico y LMP en suelo agrícola .....	30
Figura 4. Evaluación toxicológica del cadmio y LMP del Codex Alimentarius en Tejido vegetal (rábano).....	31
Figura 5. Evaluación toxicológica del Plomo y LMP del Codex alimentario en Tejido vegetal (rábano) .....	32
Figura 6. Evaluación toxicológica del Arsénico y LMP del Codex Alimentario en Tejido vegetal (rábano) .....	33

## Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar las concentraciones toxicológicas de cadmio, plomo y arsénico en suelo agrícola y rábano (*Raphanus sativus*) en la zona de Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica.2022. Metodología, el método es hipotético deductivo, el estudio trata de un enfoque cuantitativo es del tipo básico y de diseño no experimental, correlacional y transversal; El nivel es descriptivo. Se utilizaron 5 muestras de suelos según el manual de muestreo de Suelos Agrícolas del MINAM para realizar este estudio. El área de estudio es de 300 m<sup>2</sup>, por lo que se obtuvieron rábanos de los mismos puntos. El método analítico fue realizado por un laboratorio utilizando un equipo ICP-OES, para proporcionar valores de concentración de cadmio, plomo y arsénico en suelo y rábano. Resultados: Se realizó estadístico de prueba: Pruebas T-student para suelo y rábano. En suelo: Se determinó las concentraciones de cadmio  $p=0.00 < 0.05$ . Las concentraciones de plomo,  $p=0.00 < 0.05$ . La concentración de arsénico  $p=0.003 < 0.05$  por lo que el cadmio, el plomo y el arsénico exceden los límites de ECA para el suelo. Rábano: Se determinó las concentraciones de cadmio  $p=0.096 > 0.05$ . Las concentraciones de plomo,  $p=0.025 < 0.05$ . La concentración de arsénico,  $p=0.49 > 0.05$  por lo tanto el cadmio y el arsénico No superan el límite permisible mientras que el plomo supera el límite permisible por el Codex Alimentarius. Conclusión: Se encontró que los rábanos tenían concentraciones de plomo en el suelo que excedían los límites permitidos por el Codex alimentarius.

**Palabras Clave.** Suelo agrícola. Rábano. Cadmio. Plomo. Arsénico.

### **Abstract**

The objective of this study was to determine the toxicological concentrations of cadmium, lead and arsenic in agricultural soil and radish (*Raphanus sativus*) in the Huachipa-Nievería area of the Lurigancho - Chosica district.2022.

Method, the study responds to a quantitative approach of the basic type and non-experimental, correlational and cross-sectional design. It was also decided to use 5 soil samples according to the MINAM Agricultural Soil Sampling Manual to carry out this study. The study area is 300 meters, so radishes were obtained from the same points. The data collection method is soil/plant tissue monitoring and the data is analyzed by the laboratory using ICP-OES equipment, to provide values for cadmium, lead and arsenic concentrations in soil and radish.

Results: Statistical test was carried out: T-student tests for soil and radish. In soil: It was determined that cadmium concentrations  $p=0.00 < 0.05$ . Lead concentrations,  $p=0.00 < 0.05$ . The concentration of arsenic  $p=0.003 < 0.05$ , therefore cadmium, lead and arsenic exceed the limits allowed by ECA for soils. In radish: It was determined that cadmium concentrations  $p=0.096 > 0.05$ . Lead concentrations,  $p=0.025 < 0.05$ . The concentration of arsenic,  $p=0.49 > 0.05$  therefore cadmium and arsenic do not exceed the permitted limits and lead does exceed the limit permitted by the CODEX Alimentarius.

Conclusion: The radishes were found to have soil lead concentrations that exceeded the limits allowed by the Codex Alimentarius.

**Keyword.** Agricultural land. Radish. Cadmium. Lead. Arsenic.

## **Introducción**

Los suelos contaminados son lugares donde los contaminantes causados por el hombre están presentes en el suelo, en concentraciones que pueden representar un peligro para la salud o el ambiente porque exceden los Estándares de Calidad Ambiental del suelo, que son estándares internacionales aprobados por el Ministerio del Ambiente. (1)

Las verduras como los rábanos, requieren productos de alta calidad, seguros y libres de pesticidas para su consumo. Muchas plantas han elaborado mecanismos muy específicos para absorber, transferir y acumular metales pesados (como cadmio y plomo) en el suelo para ingresar a la cadena alimentaria. (2)

La determinación de metales en suelo agrícola y en el tejido vegetal (rábano) se realizó en un laboratorio Acreditado mediante espectrometría empleando el espectrómetro de emisión óptica de plasma inductivo ICP-OES. El desarrollo del tema tiene el siguiente esquema: El Capítulo 1, indica el enfoque del problema, la justificación propuesta, el objetivo del estudio y el alcance del estudio. El capítulo segundo presenta la base de la investigación, la base teórica, los supuestos generales y específicos. El Capítulo 3 presenta los aspectos metodológicos relacionados con el nivel y tipo de estudios, esquema de investigación, población y muestra, se presenta la operacionalización de las variables y los métodos y herramientas de recolección y tratamiento de datos. Los resultados se exponen y analizan en el Capítulo 4. El Capítulo 5, presenta recomendaciones y conclusiones; Se proporciona una bibliografía al final.

## **1. CAPÍTULO I. EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del problema**

La contaminación ambiental es un enorme peligro para la salud humana. En 2012, la OMS, informó que aproximadamente 7 millones de seres humanos fallecieron a raíz de la contaminación del aire. A nivel ocupacional, el 19% de los casos de cáncer están vinculados a la contaminación del ambiente y del aire, que provoca 4,3 millones de muertes cada año. (3)

En 2017 según la OMS, las verduras juegan un papel importante en la dieta diaria porque contienen minerales y vitaminas (calcio, cobre, magnesio, hierro, potasio, manganeso y yodo). (4).

La presencia de metales pesados en los alimentos vegetales, como las verduras, a menudo se asocia con el uso excesivo de productos químicos agrícolas y, en ocasiones, con el uso de aguas residuales para el riego. (5)

Debido a actividades industriales como la minería, a los vehículos de transporte y las cenizas volcánicas, los metales pesados ingresan a los vegetales, estas emisiones se depositan en los vegetales durante la comercialización, el transporte y la cosecha. Se ha demostrado que la deposición atmosférica aumenta el grado de contaminación por metal pesado en las verduras comercializadas. Algunos metales pesados como el cobre, cinc, manganeso y el cobalto están presentes en el metabolismo humano y actúan como oligoelementos, como elementos traza cuando están presentes, mientras que el cadmio, el cromo y el arsénico son cancerígenos. (6).

El uso inadecuado de pesticidas puede dañar los componentes ambientales y generar residuos de pesticidas en las verduras. (7)

Como parte de una dieta saludable, casi todas las frutas y algunas verduras se comen sin tratamiento térmico. Además, las verduras crudas pueden estar contaminados con microorganismos patógenos y metales pesados antes, durante y después del cultivo y cosecha de los vegetales. En cuanto a la contaminación microbiana, el estiércol (animal o humano) puede estar presente antes de la cosecha, así como en suelo, el agua de riego y el abono aplicado. (8)

En India, el uso de agua contaminada para riego es una práctica común en algunas partes del país. La investigación es evaluada: i) Riesgos para la salud de comer verduras, leche y cereales; ii) Bioacumulación de metales en algunos vegetales entre ellos: pepino, tomate, calabaza, rábano, arroz, trigo, etc.; iii) El suelo tiene concentrados más altos de minerales por ejemplo el plomo, cobre, cadmio, cromo, níquel y zinc que utilizan agua de riego limpia y contaminada. Si bien los resultados alcanzados, indican un nivel por debajo de los valores límite prescritos, enfatizan la utilidad del monitoreo de la seguridad alimentaria y la autorización de estudios regulatorios. En Grecia: Un estudio de muestras de hortalizas (espinacas, puerros, col, cebollas, lechugas, coliflores, apios, y zanahorias) recolectadas de áreas agrícolas y zona industrial, revelando el efecto de la actividad industrial en polución por metales de estos vegetales. Sin lugar a dudas, esta es una de las causas principales que favorecen la entrada de estos metales al suelo, agua y aire. En Latinoamérica, mayormente los países padecen de polución en agua por metales pesados. En países como Argentina, Bolivia, Chile, El Salvador, México y Nicaragua, aproximadamente 4 millones de personas beben agua contaminada con arsénico. (9)

En Perú, se han encontrado metal pesado, metaloides y otros químicos en el ambiente por ejemplo el aluminio, el arsénico, plomo, el mercurio, el magnesio, el manganeso, el cobre, el cianuro,  $\text{SO}_2$  y  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; e hidrocarburo, además se ha comprobado su impacto sobre la salud en la exposición crónica y aguda. Como causa de exponerse a metaloides, metales pesados y otros elementos pudiendo ser antropogénicos o naturales, incluidas las actividades manufactureras y mineras, informales o formales. Dentro de este contexto, la respiración de polvo, la exposición a suelo contaminado, la ingesta de alimentos contaminados y el agua contaminada han sido identificados como los principales factores de exposición a estos elementos. (10)

Los productores deben analizar la calidad microbiológica y química del agua y su idoneidad para el uso previsto, e identificar acciones correctivas para prevenir o reducir la contaminación (por ejemplo, del ganado, del tratamiento de aguas residuales, de los asentamientos humanos, de las operaciones relativas al estiércol y del compostaje, de los pesticidas u otra contaminación ambiental a corto plazo, como fuertes lluvias o inundaciones). (11).

La OMS ha incorporado al cadmio y el plomo en un catálogo de diez productos que causan serias problemáticas de salud pública y requieren intervenir para proteger la salud a los trabajadores, niños y mujeres en edad reproductiva. (12)

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es la evaluación toxicológica del cadmio, plomo y arsénico en suelo agrícola, rábano (*Raphanus sativus*) en la zona de Huachipa-Nievería, distrito de Lurigancho – Chosica? Lima. 2022.



### 1.2.2. Problemas específicos

1.- ¿Cuál será la evaluación toxicológica del cadmio, plomo y arsénico de suelo agrícola en zona de Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica? Lima. 2022

2.- ¿Cuál será la evaluación toxicológica de cadmio, de plomo y arsénico del rábano (*Raphanus Sativus*) en zona de Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica? Lima. 2022

### 1.3. Objetivos de la investigación

#### 1.3.1. Objetivo general

Identificación toxicológica de concentraciones del cadmio, plomo y arsénico en suelos agrícolas, rábanos (*Raphanus sativus*) de la zona de Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica

#### 1.3.2. Objetivos específicos

1.-Identificación toxicológica de concentraciones del cadmio, plomo y arsénico en suelo agrícola de la zona de Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica.

2.-Identificación toxicológica de concentraciones del cadmio, plomo y arsénico en rábano (*Raphanus Sativus*) de la zona de Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica.

### 1.4. Justificación de la investigación

#### 1.4.1. Teórica

Aumento significativo de contaminación del suelo con metales debido al uso generalizado de productos químicos agrícolas y aguas residuales para el riego. Este problema suele darse en las áreas de cultivo colindantes a las grandes ciudades, donde aumenta la cantidad de aguas residuales domésticas e industriales. (13)

El cadmio y plomo se encuentran entre los contaminantes ingeridos más importantes con efectos adversos para la salud y son metales pesados que cumplen con los 4 criterios de sustancias tóxicas: acumulación en el cuerpo, fuerte persistencia, fuerte toxicidad y puede ser movilizada por agua y aire. Es principalmente por esta razón que la investigación en esta área es importante, especialmente para determinar niveles que sean seguros y que no pongan en peligro la salud por la ingesta en la población. (14)

#### **1.4.2. Metodológica**

Estos estudios están diseñados para estimar la concentración de cadmio, plomo y arsénico utilizando un equipo de espectrofotometría de emisión de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES). Esta tecnología permite la cuantificación simultánea de unos 40 elementos en menos de 5 minutos.

La legislación internacional (Codex alimentarius) ha introducido nuevos requisitos para la determinación del contenido de oligoelementos en muestras de agua, suelo y tejido vegetal; está relacionado con los efectos de los metales o efectos directos sobre los ecosistemas y la salud humana.

#### **1.4.3. Práctica**

El municipio de Huachipa –Nievería del distrito de Lurigancho-Chosica está ubicado en una zona Industrial y de vivienda, (sin sistemas de agua y alcantarillado) y contaminación causada por la descarga de aguas industriales y domésticas y botaderos de residuos sólidos sin remediar. Además, la zona cuenta con tráfico moderado, los vehículos transportan partículas que se acumulan en los terrenos agrícolas. Para ello se realizará este proyecto de investigación para evaluar concentración del cadmio, plomo y del arsénico en suelo agrícola donde son cultivados plantas de tallo bajo (Rábano) que se comercializa en los mercados minoristas el cual es consumido por la población (La victoria-Lima).

Los resultados analíticos se obtendrán en un laboratorio según normas técnicas peruanas. Los resultados recabados para las tierras agrícolas serán contrastados con la norma de calidad ambiental (ECA-Perú) y la Agencia de Protección Ambiental (EPA-US). Los tejidos vegetales se relacionarán con el Codex alimentarius (FAO-OMS).

### **1.5. Limitaciones del estudio**

El estudio se limitó a obtener el consentimiento del agricultor, quien se coordinó con el responsable porque conocía los días en que se recolectaban los rábanos.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes Nacionales**

Grandez J. (2021) este estudio está diseñado para “Evaluar las concentraciones de arsénico, cromo, cadmio y plomo en cebollas, tomates y apio de dos fuentes (de la costa y de Chachapoyas) expandidas en el mercado modelo de la ciudad. Chachapoyas”. Él recolectó seis muestras en tres días diferentes en noviembre y se tomaron utilizando un método de muestreo no probabilístico. Método: Determinación de metales pesados utilizando espectrómetro Agilent 4100 MP-AES. Resultados: El contenido de arsénico, cromo y cadmio en hortalizas fue inferior al estándar Internacional en comparación; sin embargo, la concentración de plomo superó el máximo permisible en todas las muestras analizadas, alcanzando el nivel más bajo (0,15 mg/kg) en el apio de chachapoyas y alcanzando el nivel más alto (0,21 mg/kg) en el tomate oriundo de la costa. En consecuencia, él concluyó que solo el plomo supera el máximo permisible mas no los otros metales. (15)

Atencia V. y Albornoz F. (2020) en su investigación buscaron cuantificar la concentración de Cd y Pb en suelos utilizados con fines agrícolas en el centro urbano de San José de Yarinacocha. Las muestras obtenidas se analizaron por el método de digestión y el método de detección con Espectrometría de Absorción Atómica, de acuerdo con los Estándares de Calidad Ambiental para suelos, por lo que se compararon las muestras de laboratorio de la Universidad Nacional de Ucayali y la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para determinar la efectividad del proyecto de investigación. Resultados: En

En cuanto, a la concentración de cadmio, en comparación con los valores ECA para suelo agrícola mostraron que no superaron el valor de referencia de 1.4 mg/kg. Por lo tanto, el suelo en el área de muestreo es apto para uso agrícola. En lo que concierne a la concentración de plomo hubo diferencia estadística en la concentración entre las muestras. Conclusión: La comparación de los datos de la muestra con el ECA de suelo agrícola mostró que no excedieron el valor de referencia de 70 mg/kg. Por lo tanto, se concluyeron que existen grandes áreas disponibles para uso agrícola. (16)

Córdova A. (2019). El propósito de su investigación es: Determinación de la contaminación de hortalizas por metales pesados por incidencia de los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas Totora-Ayacucho en 2017-2018. Empleó un diseño experimental de bloques completos al azar de parcelas divididas con un diseño factorial 2Fx3E. Se cultivaron 3 tipos de vegetales rábano, espinaca y lechuga, y se regaron con dos fuentes de agua, residuos de la planta de tratamiento de aguas residuales (aguas servidas) y agua comunitaria provista por la comunidad de Totora (agua entubada) hasta la madurez requerida de cada vegetal. Método: Determinación de metales pesados usando el espectrofotómetro ICP-OES. Resultados: La absorción de cadmio en vegetales regados con agua residuales fue la siguiente: la espinaca superó el valor permisible en 0,42 mg/Kg; la lechuga fue de 0,176 mg/Kg, ligeramente por debajo del límite permisible; rábano < 0,10 mg/Kg inferior al límite permisible. La absorción de cromo por las verduras regadas con aguas residuales es: lechuga 2,63 mg/kg que excede el límite permisible, espinaca 1,04 mg/kg que excede el límite permisible y rábano 1,00 mg/kg que excede el límite permitido. Conclusión: Plomo y cromo en rábanos, cromo y cadmio en espinacas y cromo en lechuga superan los límites máximos permisibles por lo que recomendaron estudiar otros vegetales. (17)

Juan de Dios M. (2018) el propósito de su investigación es: determinación de concentraciones de arsénico y cadmio en muestras de cebolla comercializadas en la ciudad de

Lima. Para ello se tomaron un total de 30 muestras, 10 en Lima Norte, 10 en Lima Centro y 10 en Lima sur, de las cuales 2 fueron seleccionadas al azar 2 de cada zona. Durante el proceso de recolección de datos se preguntó el origen de la cebolla en cada mercado. Método: Los análisis fueron realizados por el Servicio de Análisis Químico (USAQ), usando para el análisis el método de Absorción Atómica – Horno de Grafito. Resultado: El cadmio en las cebollas promedió 0,06 mg/kg y el arsénico promedió 42,0 µg/kg; muestra que la concentración de ambos metales superó el máximo establecido por la OMS/FAO (Codex Alimentarius; Cd=0,05 mg/kg; As=0-20 µg/kg). Conclusión: Él encontró que las muestras de cebolla de las regiones del sur (Arequipa), tenían concentraciones más altas de cadmio y arsénico que las muestras de la región del norte (Huaral y Trujillo). (18)

Madueño V. (2017). El propósito de su investigación es: Determinación de concentraciones de plomo y cadmio en lechuga en los mercados del cono norte, centro y cono sur de Lima metropolitana. Los sitios de muestreo fueron 20 mercados ubicados en los conos norte, centro y sur de Lima, seleccionados al azar, 5 en el cono norte, 10 en el centro y 5 en el cono sur, con 2 muestras en cada región. Se recogieron un total de 40 muestras, y él preguntó el origen de la lechuga al mismo tiempo se recogían datos. Durante el proceso de recolección de datos se preguntó sobre el origen de las verduras en cada mercado. Método analítico: El método de absorción atómica se utiliza para cuantificar estos metales. Resultados: El contenido promedio de plomo en lechuga fue de 1,279 ppm y el contenido promedio de cadmio fue de 0,084 ppm; a diferencia del cadmio, las concentraciones de plomo excedieron los niveles máximos establecidos por la OMS/FAO (Codex Alimentarius; Pb = 0,3 ppm; Cd = 0,2 ppm). Conclusiones: En general, la lechuga de Sierra presentó mayores contenidos de Pb y Cd que la lechuga de la costa. Estos resultados muestran el efecto de los metales pesados en las verduras y por tanto su presencia en nuestra dieta diaria. (2)

## 2.2. Antecedentes Internacionales:

Tonato B. (2019). Su investigación fue evaluar la biodisponibilidad de metales en suelos agrícolas del distrito de Quero mediante la correlación entre el contenido total, su fracción soluble y estos en la cebolla. Métodos: Todos los metales se determinaron mediante espectrometría de absorción atómica en un horno de grafito o de llama usando soluciones estándar certificadas para cada metal a determinar, y se trazó una curva de calibración diaria para cada metal. Los resultados mostraron que, para todos los metales estudiados, la absorción de metales por la cebolla no dependía de la fracción biodisponible de los metales en el suelo. Los valores definidos en las normas nacionales e internacionales se utilizan como valores de referencia. En las legislaciones revisadas no se informa de datos específicos para el cebollín, pero se tomaron valores de referencia para vegetales similares. El suelo es muy ácido con una salinidad pequeña y escasa materia orgánica. Conclusión: La concentración de potasio, manganeso, estroncio, cobre, cobalto, magnesio, níquel, plomo, hierro y zinc en las muestras de cebollas estudiadas estuvo por debajo del máximo permitido con las normas consultadas. (19)

Valencia P. (2019). El propósito de su estudio es: evaluar el contenido de metales en suelo y zanahoria cultivadas en áreas agrícolas próximas al volcán Tungurahua. Método: La conductividad y el pH del suelo se determinaron en una proporción 1:2.5 p/v con agua destilada y materia orgánica (por pérdida de calor). Él utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica de fuente lineal con horno de grafito Diariamente él preparó una curva de calibración para cada metal utilizando soluciones estándares certificadas de cada metal a determinar. Resultados: Según las normas del ministerio del Ambiente de Ecuador el suelo resultó ligeramente ácido, poco efecto de la salinidad y extremadamente bajo para materia orgánica y los metales estuvieron por debajo de los límites permitidos. Además, el

estudio mostró que el contenido de metal de las zanahorias era más bajo que el estándar internacional observado. (20)

**Fiallos M.** (2017). El propósito de su estudio es: Evaluar la presencia de metales pesados (Zn, Mn, Hg, Pb, Cd, Cu, Cr, Ni, V y As) y microorganismos patógenos en muestras de frutas y hortalizas comercializadas en el mercado mayorista de Ambato. Proceden de las regiones de Izamba, Cunchibamba, Huachi Grande y Pilahuín, zonas agrícolas que abastecen de vegetales al resto del país a través del mercado mayorista de la ciudad de Ambato. Resultados: Él analizó 14 muestras, muchas de las cuales presentaban concentraciones de arsénico, cromo y manganeso superiores a las permitidas por las normas internacionales. Una situación similar ocurrió con el número de enterobacterias y el número total de aerobios mesófilos en las muestras. Al momento de la recolección agrícola, todos los vegetales analizados excedieron los límites permitidos establecidos. Conclusión: Este estudio demuestra que los productos que consumimos superan los estándares de calidad locales e internacionales para frutas y verduras frescas. (21)

### 2.3. Bases teóricas

**Suelo contaminado:** como se describe en el DS. N°002-2013- MINAM, suelo cuyas propiedades químicas han sido alteradas adversamente por la actividad humana debido a la presencia de contaminantes sedimentados. (22)

**Hortalizas:** Los alimentos denominados hortalizas o verduras abarcan algunas raíces (rábanos, zanahorias y nabos), semillas (pepinos), frutas (tomates y calabazas), flores(coliflor) y tallos (apio). (23)

**Rábano (*Raphanus sativus*):** La procedencia de los rábanos, es incierto sin embargo los rábanos pequeños parecen haberse originado en la región mediterránea, en tanto que



los rábanos grandes pueden haberse originado en Japón o China. Ciclo de crecimiento alrededor de 3 a 5 semanas después del cultivo.

Nombre científico: *Raphanus sativus*

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Brassicales

Familia: Brassicaceae

Género: Raphanus

Especie: R. sativus

Hábitat: Asia, Europa, América (24, 25)

**Metales pesados:** Son tóxicos para los humanos, es un grupo de elementos cuya masa atómica es superior a 60. (3)

**Metaloides:** Son tóxicos para los humanos (por ejemplo, el arsénico, etc.), es un grupo de elementos cuya masa atómica es inferior a 60. (3)

### **Cadmio (Cd):**

**Definición:** El envenenamiento por Cadmio es un cambio fisiológico y bioquímico en cuerpo humano que, dependiendo de la dosis absorbida y la vía de exposición, puede interactuar con cualquiera de sus compuestos y causar signos y síntomas de esta sustancia tóxica. (26)

**Toxicidad:** El cadmio es un xenobiótico, esto es, un metal que es tóxico y no esencial para los organismos vivos y su toxicidad depende de la vía de entrada, el tipo de compuesto, la dosis y

la solubilidad. A través del tracto digestivo, el cadmio es considerado uno de los elementos más peligrosos en la dieta humana debido a su naturaleza acumulativa. En la mayoría de los países, la ingesta dietética diaria de cadmio es de 10 a 20 microgramos por día, ya que hasta 100 microgramos pueden causar síntomas gastrointestinales y más de 350 microgramos se considera potencialmente fatal. (27)

#### **Toxicocinética del Cadmio:**

**Absorción:** El cadmio ingresa al cuerpo por inhalación, ingestión y a través de la piel. La asimilación en el tracto gastrointestinal es de aprox. 50%. Una dieta pobre en calcio, hierro en o proteínas, pueden mejorar su absorción Especialmente, al hábito tabáquico, porque la carga se duplica para los fumadores. (28).

**Distribución:** el cadmio tiene una larga vida media en el cuerpo humano, estimada en 10 a 30 años, durante los cuales persiste en diversos órganos. (29)

#### **Toxicodinamia**

La forma inhalada es 60 veces más tóxica que la forma ingerida. Los órganos objetivo son los riñones y los pulmones. Los riñones son más sensibles al cadmio, y su deterioro se manifiesta como un aumento en la cantidad de proteínas de bajo peso molecular, lo que resulta en "proteinuria de bajo peso molecular". (29)

#### **Plomo (Pb):**

El plomo en su estado natural es raro. En la mayoría de los casos, puede presentarse en forma de sulfuro. Ahora bien, se puede hallar naturalmente en suelos agrícolas en forma de galena (PbS), cerusita (PbCO<sub>3</sub>) y anglesita (PbSO<sub>4</sub>), hallándose entre 2 y 300 mg/kg. (30).

**Fuente y rutas de exposición:** El plomo en su forma natural no es importante como tipo de contaminación ambiental. Por el contrario, con el aumento de la actividad industrial, las fuentes

de contaminación ambiental provocadas por este y otros metales se han incrementado significativamente. (30).

Absorción: el plomo se puede asimilar a través del intestino, los pulmones o la piel. En general, el plomo se expulsa lentamente del cuerpo con una vida media biológica estimada de diez años, lo que contribuye a la acumulación de plomo. (31)

### **Toxicodinamia**

Este metal interactúa con elementos básicos como el calcio, el hierro, el zinc y el cobre, compitiendo con ellos o cambiando su concentración en las células. Vale la pena señalar que los síntomas y signos del envenenamiento por plomo orgánico son muy diferentes de los síntomas y signos del envenenamiento por plomo inorgánico. (31).

### **Arsénico (As):**

Definición: El envenenamiento por arsénico son los cambios bioquímicos y fisiológicos que resultan de la toxicocinética y toxicodinámica del arsénico de sus compuestos en el cuerpo humano, y los signos y síntomas que resultan de la identificación de posibles fuentes de exposición. Los compuestos de arsénico se pueden dividir en tres grupos principales: inorgánicos, orgánicos, y como gas arsina y arsinas sustituidas. El arsénico se introduce al cuerpo humano en pequeñas cantidades mediante los alimentos, el agua y el aire. La Organización Mundial de la Salud establece el contenido máximo de arsénico en el agua en 10 ug/L. (32)

**Toxicidad:** La toxicidad del arsénico depende de la solubilidad en el entorno biológico, la estructura química y del grado de oxidación. Según el derivado de arsénico varía el grado de toxicidad. La arsina es la sustancia más tóxica, fatal a 250 ppm o a dosis de 50 ppm en 30 minutos. El arsenito es 10 veces más tóxico que el arseniato. Niveles de toxicidad de arsénico en orden descendente:

Arsina( $H_3As$ ) > As+3 inorgánico(arsenito) > As +3 orgánico > As+5 inorgánico (arseniato) > As+5 orgánico > compuestos de arsénico y arsénico elemental.

Hay 2 tipos de envenenamiento por arsénico: toxicidad aguda y toxicidad crónica. La absorción a corto plazo de grandes cantidades de arsénico puede causar toxicidad aguda, y la absorción a largo plazo de pequeñas cantidades de arsénico puede causar toxicidad crónica. Los plaguicidas utilizados en las plantas de tabaco se han encontrado en el tabaco hasta en 13 ppm. (33).

**Toxicocinética del Arsénico:**

Absorción: Por esta ruta, su asimilación depende de la forma química del compuesto, del tamaño de partícula y solubilidad. En lípidos el As +3 es más soluble; en el tracto intestinal el As +5 se absorbe más y ambos se absorben a través del tracto digestivo y son hasta en un 95% solubles en agua. El arsénico húmedo se absorbe bien a través de la piel; seco, absorbe solo el 2%. (33)

**Bioacumulación:** El arsénico es un tóxico acumulativo que afecta a casi todos los órganos, tejidos y sistemas. En seres humanos el envenenamiento por arsénico se llama arsenicosis, y depende del arsénico ingerido. El arsénico absorbido se distribuye a través de la sangre, a varios tejidos y órganos del cuerpo, dependiendo de su forma química, y se acumula con el tiempo en la piel, uñas, el tejido óseo y el cabello, por cuanto el arsénico puede reunirse en los tejidos ricos en grupos sulfhidrilo. (34).

Excreción: El arsénico inorgánico ‘circulante’ posee una vida media biológica de 6 horas. El arsénico inorgánico es la causa del envenenamiento humano y la arsina es la sustancia más tóxica (34).

**Límites permisibles para Cadmio, Plomo y Arsénico:**

Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo agrícola:

Arsénico LMP 50 ppm.

Cadmio LMP 1,4 ppm.

Plomo LMP 70 ppm. (35)

Según CODEX Alimentarius FAO- OMS para tejidos vegetales:

Arsénico LMP 0.1 mg/Kg

Cadmio LMP 0.05 mg/Kg

Plomo LMP 0.1 mg/Kg. (11, 36)

### **Espectrometría de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES)**

Principio técnico:

El plasma acoplado inductivamente (ICP) es una fuente de ionización que, junto con un espectrofotómetro de emisión óptico (OES) forma el equipo de ICP-OES.

En esta técnica, la inyección continua de una muestra líquida y un sistema nebulizador crea un aerosol que se envía mediante gas argón a un soplete de plasma junto con un inductor de radiofrecuencia. Debido a la alta temperatura producida del plasma, las sustancias a analizar se atomizan e ionizan, formando líneas características del espectro de emisión atómica. El espectro se propaga mediante una rejilla de difracción y un detector sensible a la luz mide la intensidad de la línea. La información es procesada por sistemas informáticos. Como hemos visto, el ICP-OES consta de una fuente de radiación, un sistema de introducción de muestras, un sistema óptico, un detector y la electrónica adecuada para la adquirir, procesar y editar los resultados. (37).

**El Equipo del ICP-OES:**

Componentes de un espectrómetro de emisión óptica de plasma de inducción ICP-OES: Consta de cuatro partes principales:

- Sistema de inserción de muestra (bomba peristáltica, cámara de pulverización del nebulizador)
- Fuente de emisión de ICP (generador de plasma y radiofrecuencia)
- Sistema óptico (policromador)
- Detector y sistemas de lectura. (38)

**Método analítico:**

El método espectroscópico para la determinación de arsénico, cadmio y plomo en muestras de suelos y tejidos vegetales (raíces de rábano). Los análisis de las muestras se realizan según los EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos) y las guías del Standard Methods, como se describe a continuación:

Preparación de muestra de suelo agrícola para medición por espectrometría de emisión óptica por plasma inducido ICP-OES. (EPA method 3050B Digestión de suelos 1996 y Método 200.7 Determinación de metales por ICP-OES. Revisión 4.4 versión 1994).

Preparación de la muestra de tejido vegetal para medición por espectrometría de emisión óptica por plasma inducido ICP-OES. (EPA método 200.3. Y EPA método 200.7 revisión 4.4 versión 1994). (38)

## 2.4. Hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis general

Las evaluaciones toxicológicas de las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico en suelos agrícolas son superiores a los límites aceptables. Los tejidos vegetales del rábano (*Raphanus sativus*) superan los límites aceptables cultivados en zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica. Lima.

### 2.4.2. Hipótesis específicas

Para suelo agrícola:

H<sub>1</sub>: La evaluación toxicológica de las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico en suelo agrícola son superiores a los límites aceptables en suelo agrícola en zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica. Lima.

H<sub>0</sub>: La evaluación toxicológica de las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico en suelo agrícola **no son** superiores a los límites aceptables en suelo agrícola en zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica. Lima.

Para el Tejido Vegetal:

H<sub>2</sub>: La evaluación toxicológica de las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico en tejido vegetal del rábano (*Raphanus sativus*) superan los límites aceptables cultivadas en zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica. Lima.

H<sub>0</sub>: La evaluación toxicológica de las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico en tejido vegetal del rábano (*Raphanus sativus*) **No** superan los límites aceptables cultivadas en zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica. Lima.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método de la investigación**

Se utilizó un método hipotético deductivo. (39). Porque se quiere demostrar si las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico en suelo agrícola, en las raíces de rábano (*Raphanus sativus*) superan los límites permitidos de la región de Huachipa-Nievería.

#### **3.2. Enfoque de la investigación**

Se utilizó el enfoque cuantitativo, porque los datos recopilados de las variables de trabajo eran medibles para probar mis hipótesis (40). Estos datos son las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico encontradas en muestras de suelo y tejidos vegetales, cuyos resultados fueron entregados por un laboratorio acreditado.

#### **3.3. Tipo de investigación**

El trabajo de investigación fue del tipo básico ya que la investigación no intenta resolver el problema. (39). Porque se quiere enriquecer de conocimientos sobre los temas que se tiene que abordar, cómo comprender la situación real al evaluar la concentración de cadmio, plomo y arsénico en suelo agrícola y en las raíces de rábano.

#### **3.4. Diseño de la investigación**



El desarrollo de la investigación fue no experimental. (40). Porque no se modifican las variables fue descriptivo correlacional porque se desea hallar la relación que existe entre las dos variables, es decir determinar las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico (variable dependiente) en el suelo agrícola y el tejido vegetal (variable independiente), es transversal porque la recolección de datos se ocurrirá una sola vez y en una fecha específica, estos fueron confrontados con los estándares establecidos por la Norma Nacional de calidad ambiental (ECA-Perú) en suelos agrícolas y el Codex Alimentarius FAO-OMS (Normas Alimentarias Internacionales) de igual forma en los tejidos vegetales del rábano.

### **3.5. Nivel o alcance:**

El nivel de la investigación fue descriptivo en el sentido de que se recopiló datos sobre la variable de estudio y se miden. (39). Por lo tanto, primero se recolectan muestras del suelo y el tejido vegetal y luego se miden las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico en el suelo agrícola y el tejido vegetal.

### **3.6. Población, muestra y muestreo**

**Población:** Se alude a un universo, colección o conjuntos de elementos examinados o estudiados. (39). En nuestro caso la población fue: Suelo agrícola y los tejidos vegetales (rábano).

**Muestra:** una porción o subconjunto de elementos preseleccionados de una población para el estudio. (39). En nuestro caso se trabajó con muestras de: Suelo Agrícola 400- 500 gramos y muestras de tejido vegetal (raíces del rábano) de 250-300 gramos según manual del MINAM.

**Muestreo:** es un método utilizado para seleccionar una muestra de una población. (39)

Nuestra técnica para muestrear el suelo agrícola y los tejidos vegetales fue de acuerdo al manual del MINAM (Ministerio de Ambiente), por lo que se tomaron 5 puntos de muestreo.

**Criterios de inclusión y exclusión:**

Para rábanos, solo se recolectaron muestras maduras e intactas, y se excluyeron los rábanos podridos o partidos.

**3.7. Variables y operacionalización**

Variable 1: Suelo agrícola y rábano (*Raphanus sativus*) en la zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica.

Variable 2:

Cadmio, Plomo y Arsénico (concentraciones en ppm) en suelo agrícola y en tejido vegetal del rabanito (*Raphanus sativus*) de zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica.

### OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Título de la investigación: “EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA DE CADMIO, PLOMO Y ARSÉNICO EN SUELO AGRÍCOLA, RÁBANO (*Raphanus sativus*) EN ZONA HUACHIPA-NIEVERÍA DISTRITO LURIGANCHO- CHOSICA. LIMA. 2022”**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	ESCALA VALORATIVA
<p><b>Variable 1</b></p> <p>Suelo agrícola, rábano</p>	<p>Suelo contaminado: como se describe en el DS. N°002-2013-MINAM, suelo cuyas propiedades químicas han sido alteradas adversamente por la actividad humana debido a la presencia de contaminantes sedimentados.</p> <p>El rábano es considerado una hortaliza o planta de tallo bajo por el CODEX Alimentarius.</p> <p>La presencia de metales pesados en las verduras, a menudo se asocia con el uso de productos químicos agrícolas y, en ocasiones, con el uso de aguas residuales para el riego. Los vehículos transportan partículas que se acumulan en los terrenos agrícolas, se contamina por la tierra a través de las raíces o por la deposición en el follaje de partículas aerotransportadas</p>	<p>La zona de Huachipa – Nievería en el distrito de Lurigancho-Chosica que se encuentra en una zona Industrial y de vivienda, se ha convertido en un foco de contaminación debido a los vertidos y luego ingresa a los suelos agrícolas en la zona donde estos contaminantes son trasladados a las raíces del rábano.</p>	<p>1: Suelo Agrícola</p> <p>2: Tejido Vegetal (raíces de rábano).</p>	<p>(Puntos representativos de suelos)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● SUE 01(muestra n°1)</li> <li>● SUE 02 (muestra n°2)</li> <li>● SUE 03 (muestra n°3)</li> <li>● SUE 04 (muestra n°4)</li> <li>● SUE 05 (muestra n°5)</li> </ul> <p>(Muestras representativas de tejido vegetal)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● TV 01 (muestra n°1)</li> <li>● TV 02 (muestra n°2)</li> <li>● TV 03 (muestra n°3)</li> <li>● TV 04 (muestra n°4)</li> <li>● TV 05 (muestra n°5)</li> </ul>	<p>Cualitativa Ordinal</p>	<p>- Numéricos</p> <p>Muestreo según Guía del MINAM (ministerio del ambiente Perú)</p>

<p><b>Variable 2</b></p> <p><b>Cadmio, Plomo y Arsénico</b></p>	<p>El cadmio, plomo y arsénico son los contaminantes ambientales más importantes en la ingesta que tienen efectos adversos para la salud, son metales pesados que aplican con los cuatro criterios de sustancias tóxicas: acumulación en el cuerpo, fuerte persistencia, fuerte toxicidad y puede ser movilizada por agua y aire.</p> <p>Para la determinación de la concentración de cadmio, plomo y arsénico se usará un equipo de Espectrofotometría de Emisión de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-OES).</p> <p>El método espectroscópico para la determinación de arsénico, cadmio y plomo en matrices de suelos, se basan en comparar los resultados con los estándares de la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos). Y para el tejido vegetal (raíces de rábano) con el CODEX alimentarius FAO-OMS</p>	<p>La mayoría de los oligoelementos de la tabla periódica se pueden cuantificar mediante espectrometría de emisión óptica de plasma acoplado o inductivamente, por lo que analizaremos nuestras muestras de suelo agrícola y tejido vegetal (raíces de rábano) e identificamos el cadmio, el plomo y el arsénico.</p>	<p>- Niveles (concentración) de Cadmio en suelo</p> <p>Niveles (concentración) Plomo en suelo</p> <p>Niveles (concentración) Arsénico en suelo</p> <p>Niveles de Concentración de Cadmio (Rábano)</p> <p>Niveles de Concentración de Plomo (Rábano)</p> <p>Niveles de Concentración de Arsénico (Rábano)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; a 1.4 mg/Kg = a 1.4 &gt; a 1.4 mg /Kg (Límite máximo permisible según ECA 1.4 mg/Kg)</li> <li>• &lt; a 70 ppm = a 70 ppm &gt; a 70 ppm (LMP según ECA 70 ppm).</li> <li>&lt; a 50 ppm = a 50 ppm &gt;a 50 ppm (LMP según ECA 50 ppm)</li> <li>• &lt; a 0.05 ppm = a 0.05 ppm &gt; a 0.05 ppm (LMP según CODEX 0.05 ppm)</li> <li>• &lt; a 0.1 ppm = a 0.1 ppm &gt; a 0.1 ppm. (LMP según CODEX 0.1 ppm)</li> <li>• &lt; a 0.1 ppm = a 0.1 ppm &gt; a 0.1 ppm (LMP según CODEX 0.1 ppm)</li> </ul>	<p>Cualitativo Ordinal</p>	<p>Numéricos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aceptable (Por debajo del indicador)</li> <li>- Igual</li> <li>- No aceptable (por encima del valor)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aceptable (Por debajo del indicador)</li> <li>- Igual</li> <li>- No aceptable (por encima del valor)</li> </ul>
---	---	---	--	---	----------------------------	---

### 3.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.8.1. Técnica

La técnica es: Observación, porque el investigador tiene que hacer una argumentación, análisis o evaluación en base a lo que observa. (40). En nuestro caso, observamos y obtuvimos información de la concentración en suelo agrícola y raíces del rábano, para luego analizar y evaluar si estaba dentro de los límites permitidos.

En nuestro caso usamos como instrumento la lista de cotejo. Usamos 2 listas de cotejo: Primero, recolecta muestras de suelo y tejido vegetal en el área de estudio y completa un documento denominado cadena de custodia para las muestras de suelo y tejido vegetal. Estas muestras se envían a laboratorios acreditados donde analizarán la concentración de metales. (ver anexo 5).

La segunda lista de cotejo es proporcionada por el laboratorio que proporciona información sobre la concentración de metales en el suelo y tejido vegetal. (Ver anexo 6)

#### **Detalles para completar la primera lista de cotejo:**

Se usó el método estandarizado para muestreo de suelos agrícolas según lineamientos del MINAM para muestreo de suelos.

**Muestreo:** El muestreo es superficial, ya que se trata de suelos contaminados con metales, y las muestras deben tomarse con implementos de plástico, teflón o acero inoxidable.

Dado que el área es menor a 1000 m<sup>2</sup> por lo que se tomó 5 puntos de muestreo de tierras agrícolas. El área de estudio fue de 300 metros (el suelo era regular y el surco era pequeño), por lo que se obtuvieron rábanos (tejido vegetal) de los mismos puntos. Esto según Guía para muestreo de suelos MINAM. (22)

Material utilizado para el muestreo:

- Bolsas tipo Ziploc para suelo agrícola.
- Coolers SAG-270 con hielo en bolsas.
- Bolsas tipo Ziploc para tejido vegetal
- Cadenas de custodia (documentación obligatoria a completar en el sitio de análisis para entregar al laboratorio acreditado en el menor tiempo posible tratar de llevarlo el mismo día). Ver Anexo: 5
- Guantes de látex
- Paletas de plástico

### **Manejo de las muestras**

Se siguen los protocolos de laboratorio para la recolección y el almacenamiento de muestras para el análisis. Para recolectar muestras de suelo y tejido vegetal, se debe mantener una esterilidad completa, por ejemplo, mediante el uso de guantes, delantales, máscaras y gorros de látex. La etiqueta debe colocarse en un lugar destacado y no debe exceder el tamaño del envase y debe estar bien adherida para que no se pierda. Las muestras deben etiquetarse y registrarse inmediatamente después del muestreo.

Completar la cadena de custodia (documento según formato estándar del Ministerio del Medio ambiente). Esta tiene un número de orden. La hoja de custodia es proporcionada por el laboratorio acreditado.

Se debe adjuntar a la muestra la cadena de custodia original y dos copias desde el momento en que se toma la muestra, en el momento de la transferencia de la muestra, hasta que se entrega la muestra al laboratorio.

### **Métodos utilizados por laboratorios acreditados al recibir muestras:**

Para tierras agrícolas: La lista de cadena de custodia contiene 5 muestras, cada una con un peso aproximado de 400 a 500 gramos, etiquetadas y codificadas. Después:

- Preparación de muestra de suelo agrícola para la digestión de suelos según EPA-method 3050B. Digestión de suelos 1996 y Método 200.7 Revisión 4.4 versión 1994.
- Los resultados se indican en el informe n°166607-2022 (ver anexo 6).

Al tejido vegetal(rábano): la hoja de cadena de custodia contiene 5 muestras, cada una de 200 a 300 gramos aproximado marcado y codificado.

- Preparación de muestra de tejido biológico para medir en equipos por espectroscopia según método EPA.200.3.
- Entonces está listo para la medición con espectrómetro de emisión óptica por plasma inducido ICP-OES. Se da lectura por el equipo. Según EPA 200.7 (Determinación de metales con ICP-OES).
- Los resultados se indican en el informe n°166607-2022 (ver anexo 6). Para recabar los resultados se ha seleccionado la metodología de análisis empleados a nivel internacional por EPA (Agencia de protección ambiental- USA). Métodos estandarizados.

### **3.8.2. Descripción de instrumentos**

Los instrumentos se dividen en dos partes:

Las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico en suelos agrícolas se registran en ppm.

En los tejidos de las plantas de rábano (raíces), las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico se registran en ppm.

### **3.8.3. Validación**

Fue validado por 3 Químicos Farmacéuticos especialistas con grado de maestro y/o Doctor.

### **3.8.4. Confiabilidad**

La presente investigación no requiere realizar la prueba de confiabilidad mediante alfa de Cronbach por tratarse de datos variables de tipo cualitativo y cuantitativo continuo. Se emplea prueba de T-student para muestras relacionadas.

### **3.9. Plan de procesamiento y análisis de datos**

Recoger los datos. Resultados, es proporcionada por laboratorio acreditado ver anexo 6.

Tabular datos de una hoja de cálculo de Excel. Exportar datos al programa estadístico SPSS

Realizar los análisis respectivos

Técnica de análisis de datos: T-student para muestras relacionadas, nivel de confianza 95%

### **3.10. Aspectos éticos:**

Realizar una investigación responsable, científicamente rigurosa, justa y transparente.

Y mantener el prestigio institucional de la universidad. (41)

Por lo que los resultados no fueron alterados ni manipulados y nada que altere el curso de investigación. Los valores que fueron obtenidos serán confiables y verídicos.



## CAPÍTULO IV: Presentación y Discusión de Resultados

### 4.1.1. Análisis Descriptivo de los Resultados

#### Evaluación toxicológica del cadmio, plomo y arsénico en suelo agrícola:

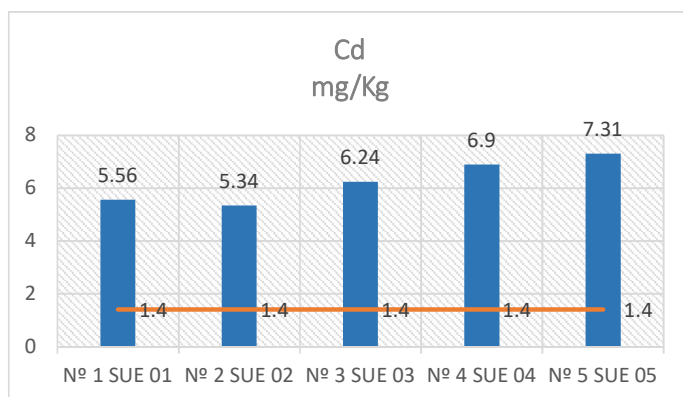
Coordenada geográfica de la zona: S 1159847 N 0765440

Tabla N°1. Evaluación de las concentraciones del Cadmio en suelo

Muestras	Cd mg/Kg	LMP para suelo agrícola mg/kg (ECA)
N.º 1 SUE 01	5.56	
N.º 2 SUE 02	5.34	
N.º 3 SUE 03	6.24	1,4
N.º 4 SUE 04	6.9	
N.º 5 SUE 05	7.31	

Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Evaluación de las concentraciones de Cadmio y LMP en suelo agrícola



Fuente: Elaboración Propia

Dónde: ECA: Estándares de calidad Ambiental. MINAM

LMP: Límite máximo permitido.

**Interpretación:** Se puede ver en la Figura 1 que 5 muestras de suelo excedieron el límite permitido de ECA.

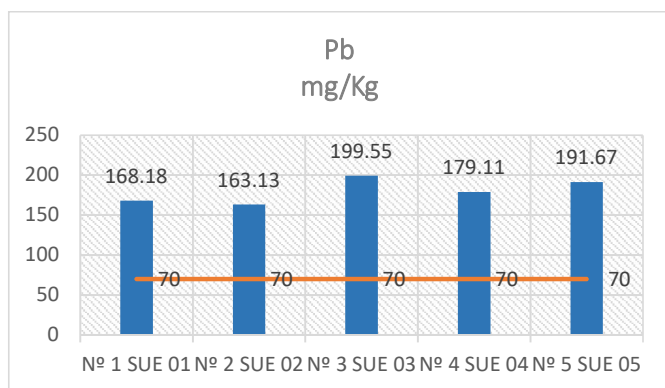
Nota: Los resultados de concentración de cadmio en la tabla son del Informe de prueba 166607-2022. Ver anexo 6 (se obtuvo la concentración de 31 metales en mg/Kg, y se trasladan a la tabla el metal estudiado: cadmio).

Tabla N°2. Evaluación de las concentraciones de plomo en suelo.

Muestras	Pb mg/Kg	LMP para suelo agrícola mg/kg
N.º 1 SUE 01	168.18	
N.º 2 SUE 02	163.13	
N.º 3 SUE 03	199.55	70
N.º 4 SUE 04	179.11	
N.º 5 SUE 05	191.67	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Evaluación de las concentraciones de plomo y LMP en suelo agrícola.



**Interpretación:** Se puede ver en la Figura 2 que 5 muestras de suelo excedieron el límite permitido de ECA.

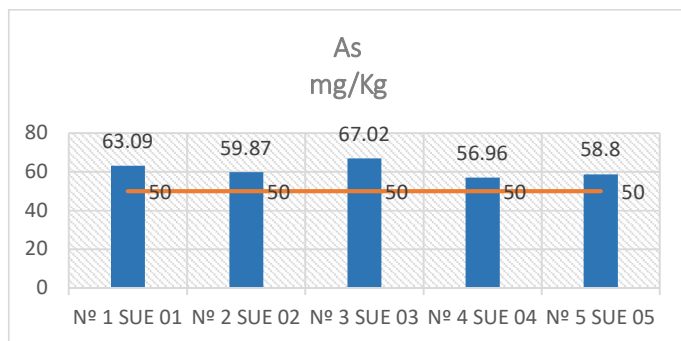
Nota: Los resultados de concentración de plomo en la tabla son del Informe de prueba 166607-2022. Ver anexo 6.

Tabla N.3. Evaluación de las concentraciones de Arsénico en suelo.

Muestras	As mg/Kg	LMP para suelo agrícola mg/kg
N.º 1 SUE 01	63.09	
N.º 2 SUE 02	59.87	
N.º 3 SUE 03	67.02	50
N.º 4 SUE 04	56.96	
N.º 5 SUE 05	58.8	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Evaluación de las concentraciones de Arsénico y LMP en suelo agrícola.



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Se puede ver en la Figura 3 que 5 muestras de suelo excedieron el límite permitido de ECA.

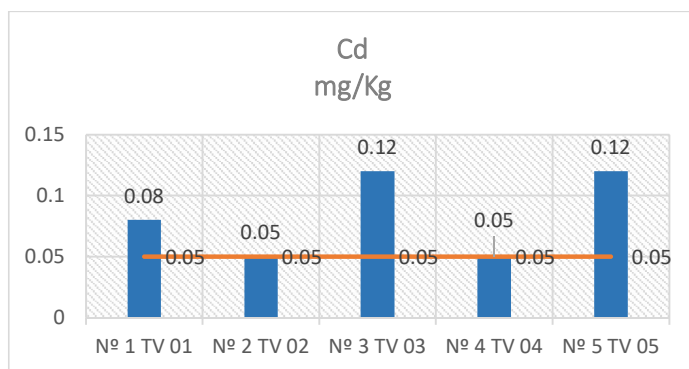
Nota: Los resultados de concentración de plomo en la tabla son del Informe de prueba 166607-2022. Ver anexo 6.

Tabla N°4. Evaluación de las concentraciones de Cadmio en tejido vegetal.

Muestras	Cd mg/Kg	CODEX Alimentarius para hortalizas brasicáceas y bulbo
N.º 1 TV 01	0.08	
N.º 2 TV 02	0.05	
N.º 3 TV 03	0.12	0.05
N.º 4 TV 04	0.05	
N.º 5 TV 05	0.12	

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Evaluación de las concentraciones de Cadmio y LMP del CODEX Alimentarius en tejido vegetal (rábano).



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Como se muestra en la Figura 4, 3 muestras de rábano excedieron el límite permitido por el Codex Alimentario, mientras que 2 no lo hicieron. Notar: Los resultados de concentración de cadmio en la tabla son del Informe de prueba 166607-2022. Ver anexo 6 (se obtuvo la concentración de 32 metales en mg/Kg, y se trasladan a la tabla el metal estudiado: cadmio). La tabla también muestra los límites permisibles de las normas internacionales del Codex Alimentarius (FAO/ONU).

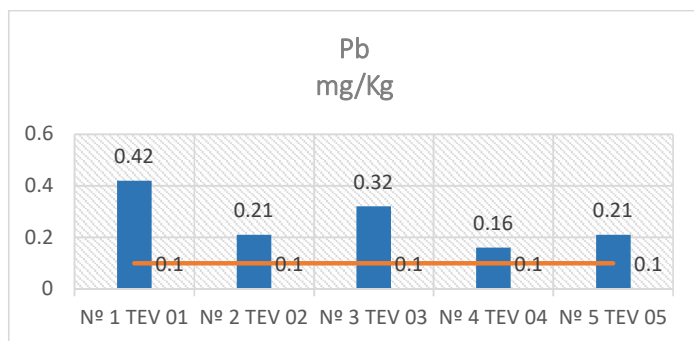
Los rábanos extraídos (tejido vegetal) se toman del mismo punto del suelo agrícola.

**Tabla 5:** Evaluación toxicológica de las concentraciones de Plomo en el tejido vegetal (rábano)

Muestras	Pb mg/Kg	CODEX Alimentarius para hortalizas brasicáceas y bulbo
N.º 1 TEV 01	0.42	
N.º 2 TEV 02	0.21	
N.º 3 TEV 03	0.32	0.1
N.º 4 TEV 04	0.16	
N.º 5 TEV 05	0.21	

Fuente: elaboración propia.

Figura 5: Evaluación de las concentraciones de Plomo y LMP del CODEX Alimentarius en tejido vegetal (rábano).



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Se puede ver en la Figura 5 que 5 muestras de suelo excedieron el límite permitido por el Codex Alimentarius.

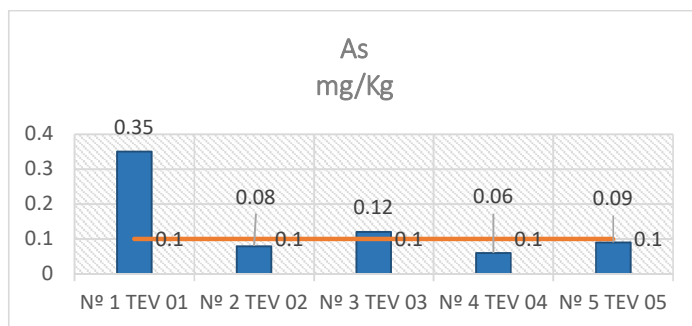
Nota: Los resultados de concentración de plomo en la tabla son del Informe de ensayo 166607-2022. Ver anexo 6.

Tabla 6: Identificación toxicológica de las concentraciones de Arsénico y el LMP por el Codex Alimentarius.

Muestras	As mg/Kg	CODEX Alimentarius para hortalizas brasicáceas y bulbo
N.º 1 TEV 01	0.35	
N.º 2 TEV 02	0.08	
N.º 3 TEV 03	0.12	0.1
N.º 4 TEV 04	0.06	
N.º 5 TEV 05	0.09	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6: Evaluación de las concentraciones de Arsénico y LMP del CODEX Alimentarius en tejido vegetal (rábano).



Fuente: elaboración propia.

Interpretación: Como se muestra en la Figura 6, 1 muestra de rábano excedió el límite permitido por el Codex Alimentario, mientras que 4 no lo hicieron.

Nota: Los resultados de concentración de Arsénico en la tabla son del Informe de ensayo 166607-2022. Ver anexo 6.

## 4.2. Hipótesis Estadística

### Hipótesis General

Las evaluaciones toxicológicas de las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico en suelos agrícolas son superiores a los límites aceptables. Los tejidos vegetales del rábano (*Raphanus sativus*) superan los límites aceptables cultivados en zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica. Lima.

### a) Prueba de Hipótesis específica 1

**H<sub>1</sub>:** La evaluación toxicológica de las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico en suelo agrícola son superiores a los límites aceptables en suelo agrícola en zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica. Lima.

**H<sub>0</sub>:** La evaluación toxicológica de las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico en suelo agrícola no son superiores a los límites aceptables en suelo agrícola en zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica. Lima.

---

Nivel de Significación:  $\alpha = 0.05 = 5\%$  de margen máximo de error

---

Regla de decisión:  $p \geq \alpha$  se acepta la hipótesis nula  $H_0$

$p < \alpha$  se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$

---

Estadístico de Prueba: Prueba de T-student para suelo agrícola

---

**Tabla 7:** Evaluación Estadística de prueba. Prueba de T-student para suelo agrícola.

Metal pesado	N	Media mg/Kg	Desviación estándar mg/Kg	T	Grados de libertad	P
Cadmio	5	6.27	0.84	12.9	4	0.000
Plomo	5	180.33	15.35	16.06	4	0.000
Arsénico	5	61.15	3.87	6.28	4	0.003

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: La Tabla 7 muestra que la concentración media de cadmio fue significativamente más alta 6,27 mg/Kg +/- 0,84 que el LMP (1.4 mg/kg) basado en ECA mg/kg en suelos agrícolas. De acuerdo con los mg/kg de suelo agrícola, la concentración promedio de plomo de ECA fue más alta que LMP (70 mg/kg). La media de concentración de arsénico es mayor significativamente 61.15 mg/Kg +/- 3,87 que el LMP (50 mg/Kg) según ECA para suelo agrícola.

**Regla de decisión Rechazar  $H_0$  si  $p < 0.05$ .** De la tabla 07.

Para cadmio se observó  $p = 0.000 < 0.05$  entonces se rechaza  $H_0$  y se aceptó  $H_1$ . Por lo que la evaluación toxicológica de la concentración de cadmio en suelo agrícola **es superior** al límite aceptable en suelo agrícola en zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica, Lima.

Para plomo se observó que  $p = 0.000 < 0.05$  entonces se rechazó  $H_0$  y se aceptó  $H_1$  es decir La evaluación toxicológica de la concentración de plomo en suelo agrícola es superior al límite

permitido en suelo agrícola en zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica, Lima.

Para arsénico se observó que  $p=0.003 < 0.05$  entonces se rechaza  $H_0$  y se aceptó  $H_1$  es decir la evaluación toxicológica de la concentración de arsénico en suelo agrícola es superior al límite aceptable en suelo agrícola en zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica, Lima.

### b) Prueba de Hipótesis específica 2

**H<sub>2</sub>:** La evaluación toxicológica de las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico en tejido vegetal del rábano (*Raphanus sativus*) superan los límites aceptables cultivadas en zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica. Lima.

**H<sub>0</sub>:** La evaluación toxicológica de las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico en tejido vegetal del rábano (*Raphanus sativus*) No superan los límites aceptables cultivadas en zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica. Lima.

---

Nivel de Significación:  $\alpha = 0.05 = 5\%$  de margen máximo de error

---

Regla de decisión:  $p \geq \alpha$  se acepta la hipótesis nula  $H_0$

$p < \alpha$  se acepta la hipótesis alternativa  $H_2$

---

Estadístico de Prueba: Prueba de T-student para tejido vegetal (rábano)

---

**Tabla 8.** Evaluación Estadística de prueba. Prueba de T-student para tejido vegetal

Metal pesado	N	Media mg/Kg	Desviación estándar mg/Kg	T	Grados de libertad	P
Cadmio	5	0.08	0.04	2.16	4	0.096
Plomo	5	0.26	0.11	3.49	4	0.025
Arsénico	5	0.14	0.12	0.74	4	0.49

Fuente: Elaboración propia.



Interpretación: La tabla 8 muestra que la media de concentración de Cadmio es menor significativamente 0.08 mg/Kg +/- 0.04 mg/Kg que el CODEX (0,05 mg/Kg) Alimentario para hortalizas brasicáceas y bulbo. La media de concentración de plomo es mayor significativamente 0,26 mg/Kg +/- 0,11 que el CODEX (0.1 mg/Kg) Alimentario para hortalizas brasicáceas y bulbo. La concentración promedio de arsénico de 0.14 mg/Kg +/- 0.12 mg/Kg, No supera el límite permitido del Codex Alimentarius de 0.1 mg/Kg para hortalizas y bulbo (rábano).

**Interpretación: Regla de decisión Rechazar Ho si  $p < 0.05$**

De la tabla 05. Para el cadmio, se acepta Ho y se rechazó H<sub>2</sub> porque  $p = 0.096 > 0.05$  es decir la evaluación toxicológica de la concentración de cadmio en tejido vegetal del rábano (*Raphanus sativus*) **No** supera el límite permitido para el cultivo en la zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica, Lima.

Para el plomo, se aceptó H<sub>2</sub> y se rechazó Ho porque  $p = 0.025 < 0.05$  es decir la evaluación toxicológica de la concentración de plomo en tejido vegetal del rábano (*Raphanus sativus*) superan el límite aceptable cultivada en zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica, Lima.

Para el arsénico, se aceptó Ho y se rechazó H<sub>2</sub> porque  $p = 0.49 > 0.05$  es decir la evaluación toxicológica de la concentración de arsénico en tejido vegetal del rábano (*Raphanus sativus*) **No** supera el límite aceptable cultivado en zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica, Lima.

### **4.3 Discusión de los Resultados**

En suelo agrícola:

La tabla 07 demostró que en la hipótesis estadística  $p < 0.05$  en las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico por lo tanto estos 3 metales superan los límites permitidos de ECA.

En su investigación del 2020, Atencia V. y Albornoz F. (16) buscaron cuantificar la concentración de cadmio y plomo en suelos utilizados con fines agrícolas en el centro urbano de San José de Yarinacocha en sus resultados no superaron el límite permitido según ECA.

En tejido vegetal:

De la tabla 08, los supuestos estadísticos mostraron que para cadmio y arsénico  $p > 0.05$ , por lo que no superan el límite permitido, pero para plomo  $p < 0.05$  supera el límite permitido del Codex Alimentarius.

En su investigación del 2017, Madueño V. (2) la lechuga proveniente de la sierra presentó mayores contenidos de cadmio y plomo que la lechuga de la costa; en nuestro caso solo el plomo se encontró que supera el límite permitido por el CODEX Alimentarius.

Se observó que los resultados obtenidos muestran que la concentración de metales está relacionada con las condiciones de cosecha (uso de herbicidas, insecticidas, etc.). En cultivos expuestos al aire libre, se encuentran bajas concentraciones de cadmio y arsénico, pero las concentraciones para plomo superan los límites permitidos, pudiendo ser la deposición atmosférica la principal causa de esta contaminación.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones:**

En suelo agrícola se determinaron las concentraciones de cadmio,  $p=0.00 < 0.05$ , plomo,  $p = 0.00 < 0.05$  y arsénico,  $p= 0.03 < 0.05$ . En los 3 casos se aceptó la hipótesis ( $H_1$ ), la cual demuestra que la concentración de cadmio, plomo y arsénico exceden los límites permitidos por los estándares de calidad ambiental en suelos.

En tejido vegetal (rábano) se determinaron concentraciones de  $p=0,096 > 0,05$  para cadmio y  $p=0,49 > 0,05$  para arsénico asumiendo la hipótesis ( $H_0$ ) de que la concentración de cadmio y arsénico no excede los límites permitidos por el Codex Alimentarius.

Solo la concentración de plomo  $p=0,025 < 0,05$ , se aceptó la hipótesis ( $H_2$ ), lo que indica que la concentración de plomo excede el límite permitido por el Codex Alimentarius.

Por lo tanto, solo el plomo en el rábano tenía una concentración que excede el límite permitido por el Codex Alimentarius. Esto se debe a la contaminación ambiental.

## **5.2. Recomendaciones:**

- Realizar estudios similares con otros tipos de vegetales en el mismo lugar para mapear las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico para monitorear los niveles de concentración.
- Con base en investigaciones en curso y de seguir, altas concentraciones en otros vegetales, se recomienda a los agricultores que cambien los cultivos a grama o césped, que se usan ampliamente en jardines y parques, que también se cultivan. Porque no deben sembrar plantas de tallo bajo, porque afectan directamente la salud y calidad de vida de los limeños, porque se venden en el mercado de La Parada (La Victoria- Lima).

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guía para la evaluación de sitios contaminados y la elaboración de planes dirigidos a la remediación. D. S. n.º 012-2017-MINAM. Publicado 2021. Disponible en: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2009315/Anexo%20RM%20118-2021-MINAM%20-%20GUIA%20DE%20EVALUACION\\_DGCA.pdf.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2009315/Anexo%20RM%20118-2021-MINAM%20-%20GUIA%20DE%20EVALUACION_DGCA.pdf.pdf).
2. Madueño V. Determinación de metales pesados (plomo y cadmio) en lechuga (*Lactuca sativa*) en mercados del cono norte, centro y cono sur de Lima metropolitana. [Tesis para optar el título profesional de Toxicólogo]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2017. Disponible en: [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/7349/Madue%c3%b1o\\_vf.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/7349/Madue%c3%b1o_vf.pdf?sequence=3&isAllowed=y).
3. Norma técnica de salud que establece la vigilancia epidemiológica en salud pública de factores de riesgo por exposición e intoxicación por metales pesados y metaloides RM N.º 006 – 2015/MINSA. Disponible en: <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/tools/NT111-2014metales.pdf>
4. Harlem G. directora. Informe sobre la salud en el mundo 2002: Reducir los riesgos y promover una vida sana. Ginebra. Suiza. Organización Mundial de La Salud. 17p.

5. Durán, A., González, M. I., & Mora, D. Situaciones de riesgo potencial relacionadas con la aplicación de agroquímicos en los sistemas hortícolas. *Agronomía Costarricense*. [Internet] 2017; 41(2), 67–77. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v41n02\\_067.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v41n02_067.pdf).
6. Turkdogan, K., Kilicel, F., Kara K., Tuncer, I. & Uygan, I. Metales pesados en suelo, verduras y frutas en la región endémica de cáncer gastrointestinal superior de Turquía. *Toxicología y contaminación Ambiental*. [Internet] 2003; vol. 13(3) 175-179. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1382668902001564>.
7. Guerrero, J. Estudio de residuos de plaguicidas en frutas y hortalizas en áreas específicas de Colombia. *Agronomía Colombiana*. [Internet] 2003; vol. 21(3), 198-209. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180317974009.pdf>.
8. Vázquez, L., Fernández, E. & Ríos E. Incidencia de enterobacteriaceae, escherichia coli y salmonella en pepino colectado durante la precosecha y postcosecha. Universidad Autónoma de Querétaro. (2010). México. Disponible en: <https://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2010/9%20Verano%20Ciencia%20UAQ/UAQ%20Vazquez%20Aguilar.pdf>.
9. Yulieth C. Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*. [Internet] 2016. Vol. 16 N.º 2, Julio-diciembre 2016, pp. 66-77. Disponible en: [file:///C:/Users/Walter/Downloads/Dialnet-Contaminacion\\_Por\\_Metales\\_Pesados-6096110.pdf](file:///C:/Users/Walter/Downloads/Dialnet-Contaminacion_Por_Metales_Pesados-6096110.pdf).
10. Documento técnico: lineamientos de política sectorial para la atención integral de la salud de las personas expuestas a metales pesados, metaloides y otras sustancias químicas. RM. 979-2018 MINSa. Perú. 2018. Disponible en: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/217486/Resoluci%C3%B3n\\_Ministerio\\_al\\_N\\_979-2018-MINSA.PDF](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/217486/Resoluci%C3%B3n_Ministerio_al_N_979-2018-MINSA.PDF).

11. CODEX ALIMENTARIUS (Normas Internacionales para los alimentos) FAO-OMS. Código de prácticas de higiene para las frutas y hortalizas frescas. 2017. Disponible en: [file:///C:/Users/Walter/Desktop/codex% 20 alimentarius%20 para%20 hortalizas.pdf](file:///C:/Users/Walter/Desktop/codex%20alimentarius%20para%20hortalizas.pdf).
12. . Resolución ministerial N°511-2007/MINSA. Manual de atención de personas expuestas al plomo.2007. Disponible en:  
[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/190050/189541\\_RM\\_400-2017.PDF20180823-24725-1rvnvk0.PDF](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/190050/189541_RM_400-2017.PDF20180823-24725-1rvnvk0.PDF).
13. Méndez García, T.; Rodríguez Domínguez, L.; Palacios Mayorga, S. Impacto del riego con aguas contaminadas, evaluado a través de la presencia de metales pesados en suelos. Terra Latinoamericana. [Internet] 2000; vol. 18, núm. 4, octubre-diciembre, pp. 277-288. México. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/pdf/573/57318401.pdf>.
14. Publicación: Plan de monitoreo para determinar presencia de metales pesados y peligros microbiológicos en alimentos industrializados derivados del cacao (2017-2018). DIGESA. MINSA. Disponible en:  
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/PERU-DIGESA-PLAN\\_MONITOREO\\_DE\\_CADMIO\\_EN\\_ALIMENTOS\\_DERIVADOS\\_DEL\\_CAO\\_2017-2018.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/PERU-DIGESA-PLAN_MONITOREO_DE_CADMIO_EN_ALIMENTOS_DERIVADOS_DEL_CAO_2017-2018.pdf).
15. Grandez A. Evaluación de metales pesados en hortalizas de dos procedencias comercializadas en el mercado modelo de Chachapoyas, Amazonas,2020. [Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental]. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; 2021. Disponible en:  
<https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream>
16. Atencia V. y Albornoz F. Determinación cuantitativa de cadmio y plomo disponible en suelos de uso agrícola en el centro poblado de San José de Yarinacocha, región Ucayali – Perú. [Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental]. Universidad Nacional de Ucayali; 2020. Disponible en: <http://www.repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UN>

17. Córdova M. Efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales totora y la contaminación de las hortalizas por metales pesados en la comunidad de Totora Ayacucho 2017-2018. [Tesis para optar el grado académico de Doctora en medio ambiente y desarrollo sostenible]. Universidad Nacional Federico Villarreal; 2019. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNF\\_7ac8500175e59](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNF_7ac8500175e59)
18. Juan de Dios M. Determinación de niveles de arsénico y cadmio en muestras de cebolla (*Allium cepa*) expandidas en la ciudad de Lima. [Tesis para optar el título profesional de Toxicólogo]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2018.
19. Tonato B. Determinación de metales en cebolla de rama (*Allium fistulosum L.*), cultivada en suelos agrícolas cercanos al volcán Tungurahua. [Tesis para obtener el Título de Ingeniería de Alimentos] Universidad Técnica de Ambato; 2019. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30178/1/AL%20710.pdf>.
20. Valencia P. Determinación de metales en zanahoria (*Daucus carota L.*) cultivada en suelos agrícolas cercanos al volcán Tungurahua. [Tesis para obtener el Título de Ingeniería de Alimentos]. Universidad Técnica de Ambato; 2019. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30370/1/AL%20715.pdf>
21. Fiallos M. Cuantificación de metales pesados y calidad microbiológica de frutas y vegetales que se expenden en el mercado mayorista de la ciudad de Ambato. [Tesis de grado para obtener el título de Ingeniería Bioquímica] Universidad Técnica de Ambato; 2017. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25296/1/BQ%20111.pdf>
22. Guía para el muestreo de suelos. En el marco del Decreto supremo N.º 002-2013-MINAM. Estándares de calidad ambiental (ECA) para suelo. 2014. Disponible en: [http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO\\_MINAM1.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO_MINAM1.pdf)



23. Latham M. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Colección FAO n°29  
Capítulo 28. Hortalizas y frutas. Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.  
Roma 2002. Disponible en:  
<https://www.fao.org/3/w0073s/w0073s00.htm#Contents>.
24. INFOAGRO [Internet]. El cultivo del rábano.2022. [Consultado abril 2022]  
Disponible en: <https://www.infoagro.com/hortalizas/rabano.htm>.
25. Naturalista [internet]. Rábano.2022. [Consultado abril 2022]. Disponible en:  
<https://www.naturalista.mx/taxa/55410-Raphanus-sativus>
26. Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de la intoxicación por  
cadmio RM No 757 - 2013/ MINSA. Disponible en:  
<http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3244.pdf>.
27. Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU. Servicio de Salud Pública.  
Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Perfil Toxicológico  
del Cadmio [Internet]. USA; 2008. [Consultado abril 2022]. Disponible en:  
[https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts5.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts5.pdf)
28. Rodríguez I. Rubio C. Efectos tóxicos del tabaco. Rev. Toxicol. [Internet] 2004; 21:  
64-71. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/919/91921302.pdf>
29. Ramírez A. Toxicología del Cadmio. Conceptos actuales para evaluar exposición  
ambiental y ocupacional con indicadores biológicos. Anales de Facultad de Medicina.  
[Internet] 2002;63(1); 51-64. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/pdf/379/37963107.pdf>
30. Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU. Servicio de Salud Pública.  
Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Perfil Toxicológico  
del Plomo [Internet]. USA; 2020. [Consultado abril 2022]. Disponible en:  
[https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts13.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts13.pdf)

31. Valdivia M. Intoxicación por plomo. Rev. Soc. Per. Med. Inter. Perú. [Internet]2005;18 (1): 22-27. Disponible en:  
<https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVrevistas/spmi/v18n1/pdf/a05v18n1.pdf>
32. Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de la intoxicación por Arsénico RM No 389 - 2011/ MINSA. Disponible en:  
<http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/2109.pdf>.
33. Ramírez A. Exposición ocupacional y ambiental al arsénico. Anales de la Facultad de Medicina. [Internet]. Lima; 2013.volum.74(3):237-247. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/pdf/379/37929463014.pdf>.
34. La toxicidad del arsénico. [Internet]. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). Atlanta. USA. 2011; [consultado junio 2022]. Disponible en:  
[https://www.atsdr.cdc.gov/es/csem/arsenic/destino\\_biologico.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/csem/arsenic/destino_biologico.html).
35. Decreto Supremo N.º 011-2017-MINAM del 02 de diciembre del 2017, se publica y aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. Diario oficial El Peruano, 02 de diciembre del 2017. Disponible en: [http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/DS\\_011-2017\\_MINAM.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/DS_011-2017_MINAM.pdf)
36. Norma general del CODEX para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos FAO-OMS. CODEX STAN 193-1995. Disponible en:  
[https://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/livestockgov/documents/CXS\\_193s.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/livestockgov/documents/CXS_193s.pdf).
37. Iberoarsen. Metodologías analíticas para la determinación y especiación de arsénico en aguas y suelos. Editado por CYTED (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo) [Internet]. Oct. 2009. Argentina;93-96. Disponible en:  
[https://paginas.fe.up.pt/~cigar/html/documents/Monografia2\\_000.pdf](https://paginas.fe.up.pt/~cigar/html/documents/Monografia2_000.pdf).

38. Diaz Z. Boletín Institucional. Instituto Nacional de Salud. Ventajas y desventajas del análisis por ICP – MS de metales pesados en muestras biológicas. [Internet]. 2017;23(7-8):54-59. Disponible en:  
<https://boletin.ins.gob.pe/wp-content/uploads/2017/A%c3%b1o23N7-8/6Articulo.pdf>.
39. Hernández Sampieri R. Metodología de la investigación. [Internet] México: McGraw Hill;2014. Consultado abril 2022]. Disponible en:  
<file:///C:/Users/Walter/Desktop/titulo%202022/manual%20y%20libro%20de%20investigacion/Libro%20de%20investigacion.pdf>
40. Arias J. Covinos M. Diseño y metodología de la investigación. [Internet]. Arequipa. Perú. Enfoques consulting eirl; 2021. [Consultado mayo 2022]. Disponible en:  
<file:///C:/Users/Walter/Desktop/titulo%202022/manual%20y%20libro%20de%20investigacion/Dise%C3%B1os%20Metodologicos%20-%202021.pdf>
41. Reglamento de código de ética para la investigación. Universidad Norbert Wiener. Rev. 3. 2020.

**Anexo n°1: Matriz de Consistencia**  
**(Evaluación toxicológica de cadmio, plomo y arsénico en suelo agrícola y rabanito (*Raphanus sativus*) en zona Huachipa-Nievería distrito Lurigancho – Chosica. Lima. 2022)**

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b>            ¿Cuál será la evaluación toxicológica en Cadmio, Plomo y Arsénico en suelo agrícola, rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en la zona de Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica? Lima.2022.</p> <p><b>Problemas Específicos</b>            1.- ¿Cuál será la evaluación toxicológica del suelo agrícola en la zona de Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica? Lima. 2022</p> <p>2.- ¿Cuál será la evaluación toxicológica del rábano (<i>Raphanus Sativus</i>) en la zona de Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica? Lima.2022</p>	<p><b>OBJETIVOS GENERAL</b>            Identificar toxicológicamente la concentración de cadmio, plomo y arsénico en suelo agrícola, rabanito (<i>Raphanus sativus</i>) en zona de Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica- Lima</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>            1.-Identificar toxicológicamente la concentración de cadmio, plomo y arsénico en suelo agrícola en zona de Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica - Lima            2.-Identificar toxicológicamente la concentración de cadmio, plomo y arsénico en rábano (<i>Raphanus Sativus</i>) en zona de Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica-Lima.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b>            Las evaluaciones toxicológicas de las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico en suelos agrícolas son superiores a los límites aceptables. Los tejidos vegetales del rábano (<i>Raphanus sativus</i>) supera los límites aceptables cultivadas en zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica-Lima.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>            1.-La evaluación toxicológica de las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico en suelo agrícola son superiores a los límites aceptables en suelo agrícola en zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica- Lima            2.-La evaluación toxicológica de las concentraciones de cadmio, plomo y arsénico en tejido vegetal del rábano (<i>Raphanus sativus</i>) superan los límites aceptables cultivadas en zona Huachipa-Nievería del distrito Lurigancho – Chosica- Lima.</p>	<p>Variable 1</p> <p>Dimensiones            1.Suelo agrícola y            2.Tejido vegetal (raíces de rábano)</p> <p>Variable 2</p> <p>Dimensiones            1.Cadmio,            2. Plomo y            3. Arsénico (concentraciones en ppm)</p>	<p><b>Tipo de investigación</b>            Investigación tipo básico correlacional.            Método y Diseño de la investigación:            Método; Hipotético-deductivo            Diseño: No experimental descriptivo correlacional y transversal.</p> <p><b>Población y muestra</b>  <b>Población:</b>            Suelo agrícola            Tejido vegetal (raíces de rábano)  <b>Muestra:</b> Según MINAM:            Suelo 500- 600 gramos            Rábano 250-300 gramos</p>

## Anexo 2: Certificados de validaciones

### CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Título de la investigación: "EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA DE CADMIO, PLOMO Y ARSÉNICO EN SUELO AGRÍCOLA, RABANO (*Raphanus sativus*) EN ZONA HUACHIPA-NIEVERIA DISTRITO LURIGANCHO- CHOSICA. LIMA.2022"

N°	DIMENSIONES / ítems (VARIABLE 1):	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	Variable 1: Suelo agrícola, rábano							
1	Dimensión 1: Suelo Agrícola	X		X		X		
2	DIMENSIÓN 2: Rábano ( <i>Raphanus sativus</i> )	X		X		X		
	DIMENSIONES / ítems (VARIABLE 2):							
	Variable 2: Cadmio, Plomo y Arsénico							
3	DIMENSIÓN 1: Niveles de concentración de Cadmio en suelo y rábano	X		X		X		
4	DIMENSIÓN 2: Niveles de concentración de Plomo en suelo y rábano	X		X		X		
5	DIMENSIÓN 3: Niveles de concentración de Arsénico en suelo y rábano	X		X		X		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** Si existe suficiencia

**Opinión de aplicabilidad:** Aplicable [ X ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

**Apellidos y nombres del juez validador:** Mg. LUZ FABIOLA GUADALUPE SIFUENTES DE POSADAS.

**DNI:** 07829902

**Especialidad del validador:** Químico Farmacéutico

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Lima, 5 de noviembre del 2022



Mg. LUZ FABIOLA GUADALUPE SIFUENTES DE POSADAS.

### CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Título de la investigación: "EVALUACION TOXICOLOGICA DE CADMIO, PLOMO Y ARSENICO EN SUELO AGRICOLA, RABANO (Raphanus sativus) EN ZONA HUACHIPA-NIEVERIA DISTRITO LURIGANCHO- CHOSICA. LIMA. 2022"

N°	DIMENSIONES / ítems (VARIABLE INDEPENDIENTE):	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Variable 1: Suelo agrícola, rábano							
	Dimensión 1: Suelo Agrícola	x		x		x		
2	DIMENSIÓN 2: Rábano (raíz)	x		x		x		
	DIMENSIONES / ítems (VARIABLE DEPENDIENTE):							
	Variable 2: Cadmio, Plomo y Arsénico							
3	DIMENSIÓN 1: Niveles de concentración de Cadmio en suelo y rábano	x		x		x		
4	DIMENSIÓN 2: Niveles de concentración de Plomo en suelo y rábano	x		x		x		
5	DIMENSIÓN 3: Niveles de concentración de Arsénico en suelo y rábano	x		x		x		

Observaciones: Hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X )    Aplicable después de corregir ( )    No aplicable ( )

Apellidos y Nombres del juez validador: Mg/Dr. ESTEVES PAIRAZAMAN AMBROCIO TEODORO    DNI: 17846910

Especialidad del validador: BIOLOGIA CELULAR Y MOLECULAR

\_\_\_19 de OCTUBRE del 2022



Firma del experto Informante

### CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Título de la investigación: "EVALUACION TOXICOLOGICA DE CADMIO, PLOMO Y ARSENICO EN SUELO AGRICOLA, RABANO (Raphanus sativus) EN ZONA HUACHIPA-NIEVERIA DISTRITO LURIGANCHO- CHOSICA- LIMA"

N°	DIMENSIONES / ítems (VARIABLE INDEPENDIENTE):	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	Variable 1: Suelo agrícola, rábano							
1	Dimensión 1: Suelo Agrícola			✓		✓		
2	DIMENSIÓN 2: Rábano (raíz)			✓		✓		
	DIMENSIONES / ítems (VARIABLE DEPENDIENTE):							
	Variable 2: Cadmio, Plomo y Arsénico							
3	DIMENSIÓN 1: Niveles de concentración de Cadmio en suelo y rábano			✓		✓		
4	DIMENSIÓN 2: Niveles de concentración de Plomo en suelo y rábano			✓		✓		
5	DIMENSIÓN 3: Niveles de concentración de Arsénico en suelo y rábano			✓		✓		

Observaciones:

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X )    Aplicable después de corregir ( )    No aplicable ( )

Apellidos y Nombres del juez validador: Dr. Juan Manuel Parreño Tipian    DNI: 10326579

Especialidad del validador: Dr. Juan Manuel Parreño Tipian

03 de octubre del 2022



Dr. Juan Manuel Parreño Tipian  
Especialista en Análisis Bioquímicos  
C.O.F. N° 06992

Firma del experto Informante

## Anexo 3. Resolución del comité de ética



### RESOLUCIÓN N° 014-2023-DFFB/UPNW

Lima, 11 de abril de 2023

#### **VISTO:**

El Acta N° 009 donde la Unidad Revisora de Asuntos Éticos de la FFYB aprueba la no necesidad de ser evaluado el proyecto por el Comité de Ética de la Universidad que presenta el/la tesista NUÑEZ PEBE WALTER FEDERICO egresado (a) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica.

#### **CONSIDERANDO:**

Que es necesario proseguir con la ejecución del proyecto de tesis, presentado a la facultad de farmacia y bioquímica.

En uso de sus atribuciones, el decano de la facultad de farmacia y bioquímica;

#### **RESUELVE:**

ARTÍCULO ÚNICO: Aprobar el proyecto de tesis titulado "EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA DE CADMIO, PLOMO Y ARSENICO EN SUELO AGRICOLA Y RABANO (*Raphanus sativus*) EN ZONA HUACHIPA-NIEVERIA DISTRITO LURIGANCHO- CHOSICA. LIMA. 2022" presentado por el/la tesista NUÑEZ PEBE WALTER FEDERICO. autorizándose su ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Dr. Rubén Eduardo Cueva Mestanza  
Decano (e) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica


## Anexo n°4. Carta de consentimiento para utilización de suelo agrícola

### CARTA DE AUTORIZACION

Sr. Robles

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, de la Universidad Norbert Wiener pido a Usted autorización para extraer muestras de suelo agrícola y del vegetal rabanito para realizar análisis y determinar la concentración de metales lo que me va servir para poder realizar mi proyecto de Tesis

Expresándole los sentimientos de respeto y consideración, me despido de Usted, no sin antes agradecer por la atención y la hospitalidad que me brinde.



.....  
Enrique Huamani Sencia  
45729969



# Anexo n°5. Cadena de custodia de monitoreo de suelo y tejido vegetal



## CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FR - 005  
Versión: 06  
F.E. 11/2019

Página: ..... de .....

Cliente: Walter Nuñez Pebe      Contacto: Walter Nuñez Pebe      E-mail: walternfp@gmail.com      Telef.(s) 980807193  
 Lugar: Huachipa - Nievería      Empresa: \_\_\_\_\_      Planta: \_\_\_\_\_      Proyecto: Monitoreo de Suelos para Proyectos de Turismo  
 Carta/Cotización:  MUESTREO POR SAG       MUESTREO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO ó CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU		ANÁLISIS DE LABORATORIO	N° Informe:	
	FECHA	HORA		Metales	ICP-OES		CÓDIGO DE LABORATORIO	DATOS ADICIONALES
SUE-01	15/10/22	10:09	Suelo		✓			
SUE-02	15/10/22	10:17	Suelo		✓			
SUE-03	15/10/22	10:25	"		✓			
SUE-04	15/10/22	10:35	"		✓			
SUE-05	15/10/22	10:45	"		✓			
TEV-01	15/10/22	10:08	Tejido Vegetal		✓			
TEV-02	15/10/22	10:15	"		✓			
TEV-03	15/10/22	10:20	"		✓			
TEV-04	15/10/22	10:30	"		✓			
TEV-05	15/10/22	10:40	"		✓			

Observaciones de Muestreo: \_\_\_\_\_

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: Walter Nuñez Pebe      Firma(s): [Firma]      Recibido en laboratorio: \_\_\_\_\_  
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: \_\_\_\_\_      Firma(s): \_\_\_\_\_      Día/Hora: \_\_\_\_\_

# Anexo n°6. Informe No 166607-2022. Resultados obtenidos del suelo y tejido vegetal



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
INTERNATIONAL ACCREDITATION  
SERVICE, INC. - IAS  
CON REGISTRO TL - 829



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 047



## INFORME DE ENSAYO N° 166607-2022 CON VALOR OFICIAL

**RAZÓN SOCIAL** : WALTER NUÑEZ PEBE  
**DOMICILIO LEGAL** : JR. VALERIANA 722 LAS FLORES  
**SOLICITADO POR** : WALTER NUÑEZ PEBE  
**REFERENCIA** : MONITOREO DE SUELOS PARA PROYECTO DE TESIS  
**PROCEDENCIA** : HUACHIPA - NIEVERIA  
**FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS** : 2022-10-15  
**FECHA(S) DE ANÁLISIS** : 2022-10-15 AL 2022-10-26  
**FECHA(S) DE MUESTREO** : 2022-10-15  
**MUESTREADO POR** : EL CLIENTE  
**CONDICIÓN DE LA MUESTRA** : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	LC	Unidades
<b>SUELO</b>			
<b>Metales:</b> Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Berilio, Cadmio, Calcio, Cério, Cromo, Cobalto, Cobre, Hierro, Plomo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Fósforo, Potasio, Selenio, Plata, Sodio, Estroncio, Talio, Estaño, titanio, Vanadio, Zinc.	EPA 3050-B (1996) / Method 200.7 Rev. 4.4 EMMC Version (1994). Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.	---	mg/kg
<b>TEJIDO</b>			
<b>Total Metals (In Vegetable Tissues):</b> Aluminum (Al), Antimony (Sb), Arsenic (As), Barium (Ba), Beryllium (Be), Cadmium (Cd), Calcium (Ca), Chromium (Cr) Cobalt (Co), Copper (Cu), Iron (Fe), Lead (Pb), Lithium (Li), Magnesium (Mg) Manganese (Mn), Mercury (Hg), Molybdenum (Mo) Nickel (Ni), Phosphorus (P), Potassium (K), Selenium (Se), Silver (Ag), Sodium (Na), Strontium (Sr), Thallium (Tl), Uranium (U), Vanadium (V), Zinc (Zn).	EPA Method 200.3, Rev. 1, April. 1991. Metals, Total Recoverable in Biological Tissues / EPA Method 200.7, Rev.4.4. EMMC Version 1994.	ver tabla	mg/Kg

LC.: límite de cuantificación.

*Mariela Tello Paucar*  
Ing. Mariela Tello Paucar  
Director Técnico  
C.I.P. N° 219624  
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
INTERNATIONAL ACCREDITATION  
SERVICE, INC. - IAS  
CON REGISTRO TL - 829



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 047



## INFORME DE ENSAYO N° 166607-2022 CON VALOR OFICIAL

### II. RESULTADOS:

Producto declarado		Suelo	Suelo	Suelo	
Matriz analizada		Suelo	Suelo	Suelo	
Fecha de muestreo		2022-10-15	2022-10-15	2022-10-15	
Hora de inicio de muestreo (h)		10:09	10:17	10:25	
Condiciones de la muestra		Conservada	Conservada	Conservada	
Código del Cliente		SUE-01	SUE-02	SUE-03	
Código del Laboratorio		22101267	22101268	22101269	
ENSAYO ACREDITADO ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)					
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados		
<b>Metales</b>					
Plata (Ag)	0.06	mg/kg	0.41	0.24	0.71
Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	9259.6	9538.8	10463.3
Arsénico (As)	0.17	mg/kg	63.09	59.87	67.02
Boro (B)	0.2	mg/kg	<0.2	<0.2	<0.2
Bario (Ba)	0.23	mg/kg	208.78	200.83	237.75
Berilio (Be)	0.021	mg/kg	<0.021	<0.021	<0.021
Calcio (Ca)	2.4	mg/kg	11579.2	10980.3	12350.9
Cadmio (Cd)	0.03	mg/kg	5.56	5.34	6.24
Cerio (Ce)	0.3	mg/kg	34.3	35.5	36.4
Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	7.71	7.78	8.57
Cromo (Cr)	0.05	mg/kg	10.71	10.59	10.09
Cobre (Cu)	0.07	mg/kg	92.91	89.41	103.73
Hierro (Fe)	0.24	mg/kg	14022.38	13945.16	14759.58
Mercurio (Hg)	0.10	mg/kg	0.37	0.29	0.41
Potasio (K)	3.5	mg/kg	1732.9	1613.6	1727.1
Litio (Li)	0.3	mg/kg	18.9	18.3	21.7
Magnesio (Mg)	3.7	mg/kg	3912.8	3830.0	4251.7
Manganeso (Mn)	0.08	mg/kg	483.23	492.11	557.95
Molibdeno (Mo)	0.14	mg/kg	0.50	0.48	0.46
Sodio (Na)	3.9	mg/kg	440.0	432.0	477.6
Níquel (Ni)	0.06	mg/kg	6.34	7.15	6.80
Fósforo (P)	0.3	mg/kg	2418.3	2467.6	2572.6
Plomo (Pb)	0.08	mg/kg	168.18	163.13	199.55
Antimonio (Sb)	0.22	mg/kg	1.42	1.47	1.53
Selenio (Se)	0.4	mg/kg	<0.4	<0.4	<0.4
Estaño (Sn)	0.10	mg/kg	1.39	1.30	1.53
Estroncio (Sr)	0.07	mg/kg	89.15	82.85	94.78
Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	599.37	616.04	672.39
Talio (Tl)	0.4	mg/kg	<0.4	<0.4	<0.4
Vanadio (V)	0.05	mg/kg	38.36	40.01	38.20
Zinc (Zn)	0.23	mg/kg	753.19	701.77	846.04

L.D.M.: límite de detección del método.

Resultados de Suelo reportados en base seca.

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

Cod. FI 004 / Versión 03 / F.E.: 06/2022

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente Informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 2 de 5

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima  
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
INTERNATIONAL ACCREDITATION  
SERVICE, INC. - IAS  
CON REGISTRO TL - 829



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 047



## INFORME DE ENSAYO N° 166607-2022 CON VALOR OFICIAL

### II. RESULTADOS:

Producto declarado	Suelo	Suelo	
Matriz analizada	Suelo	Suelo	
Fecha de muestreo	2022-10-15	2022-10-15	
Hora de inicio de muestreo (h)	10:35	10:45	
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada	
Código del Cliente	SUE-04	SUE-05	
Código del Laboratorio	22101270	22101271	
<b>ENSAYO ACREDITADO ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)</b>			
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados
<b>Metales</b>			
Plata (Ag)	0.06	mg/kg	0.64 0.71
Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	9367.0 10054.2
Arsénico (As)	0.17	mg/kg	56.96 58.80
Boro (B)	0.2	mg/kg	0.9 0.7
Bario (Ba)	0.23	mg/kg	220.26 211.62
Berilio (Be)	0.021	mg/kg	<0.021 <0.021
Calcio (Ca)	2.4	mg/kg	13019.9 12456.4
Cadmio (Cd)	0.03	mg/kg	6.90 7.31
Cerio (Ce)	0.3	mg/kg	32.6 33.0
Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	7.86 8.44
Cromo (Cr)	0.05	mg/kg	10.15 9.74
Cobre (Cu)	0.07	mg/kg	109.52 117.72
Hierro (Fe)	0.24	mg/kg	13119.58 14236.73
Mercurio (Hg)	0.10	mg/kg	0.50 0.45
Potasio (K)	3.5	mg/kg	1842.5 2040.7
Litio (Li)	0.3	mg/kg	19.7 20.2
Magnesio (Mg)	3.7	mg/kg	4054.6 4104.9
Manganeso (Mn)	0.08	mg/kg	495.66 562.55
Molibdeno (Mo)	0.14	mg/kg	0.53 0.60
Sodio (Na)	3.9	mg/kg	512.8 579.0
Níquel (Ni)	0.06	mg/kg	6.15 6.50
Fósforo (P)	0.3	mg/kg	2786.3 2563.8
Plomo (Pb)	0.08	mg/kg	179.11 191.67
Antimonio (Sb)	0.22	mg/kg	1.70 1.49
Selenio (Se)	0.4	mg/kg	<0.4 <0.4
Estaño (Sn)	0.10	mg/kg	1.75 1.74
Estroncio (Sr)	0.07	mg/kg	92.04 89.10
Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	613.45 649.67
Talio (Tl)	0.4	mg/kg	<0.4 <0.4
Vanadio (V)	0.05	mg/kg	34.53 36.10
Zinc (Zn)	0.23	mg/kg	965.04 1026.95

L.D.M.: límite de detección del método.

Resultados de Suelo reportados en base seca.



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
INTERNATIONAL ACCREDITATION  
SERVICE, INC. - IAS  
CON REGISTRO TL - 829



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 047



**INFORME DE ENSAYO N° 166607-2022  
CON VALOR OFICIAL**

**II. RESULTADOS:**

Producto declarado	Tejido Vegetal (rabano)	Tejido Vegetal (rabano)
Matriz analizada	Tejido	Tejido
Fecha de muestreo	2022-10-15	2022-10-15
Hora de inicio de muestreo (h)	10:30	10:40
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada
Código del Cliente	TEV-04	TEV-05
Código del Laboratorio	22101275	22101276

ENSAYO ACREDITADO ANTE IAS-829				
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados	
<b>Metales totales</b>				
Silver / Plata (Ag)	0.05	mg/kg	<0.05	<0.05
Aluminium / Aluminio (Al)	0.7	mg/kg	4.6	9.4
Arsenic / Arsénico (As)	0.07	mg/kg	<0.07	0.09
Boron / Boro (B)	0.10	mg/kg	1.18	1.53
Barium / Bario (Ba)	0.09	mg/kg	0.66	0.74
Beryllium / Berilio (Be)	0.04	mg/kg	<0.04	<0.04
Calcium / Calcio (Ca)	1.4	mg/kg	312.7	301.8
Cadmium / Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	0.05	0.10
Cerium / Cerio (Ce)	0.14	mg/kg	<0.14	<0.14
Cobalt / Cobalto (Co)	0.04	mg/kg	<0.04	<0.04
Chromium / Cromo (Cr)	0.04	mg/kg	<0.04	0.04
Copper / Cobre (Cu)	0.05	mg/kg	0.29	0.41
Iron / Hierro (Fe)	0.12	mg/kg	12.11	20.74
Mercury / Mercurio (Hg)	0.05	mg/kg	<0.05	<0.05
Potassium / Potasio (K)	1.8	mg/kg	2962.4	3584.1
Lithium / Litio (Li)	0.14	mg/kg	<0.14	<0.14
Magnesium / Magnesio (Mg)	1.9	mg/kg	112.9	121.9
Manganese / Manganeso (Mn)	0.04	mg/kg	1.50	2.31
Molybdenum / Molibdeno (Mo)	0.07	mg/kg	<0.07	0.13
Sodium / Sodio (Na)	1.6	mg/kg	377.8	354.8
Nickel / Niquel (Ni)	0.05	mg/kg	<0.05	<0.05
Phosphorus / Fósforo (P)	0.15	mg/kg	246.90	373.82
Lead / Plomo (Pb)	0.04	mg/kg	0.16	0.21
Antimony / Antimonio (Sb)	0.10	mg/kg	<0.10	<0.10
Selenium / Selenio (Se)	0.16	mg/kg	<0.16	<0.16
Tin / Estaño (Sn)	0.05	mg/kg	0.07	0.07
Strontium / Estroncio (Sr)	0.04	mg/kg	3.86	4.18
Titanium / Titanio (Ti)	0.04	mg/kg	0.45	0.79
Tellurium / Teluro (Te)	0.15	mg/kg	<0.15	<0.15
Vanadium / Vanadio (V)	0.05	mg/kg	<0.05	<0.05
Zinc (Zn)	0.14	mg/kg	10.58	9.80
Uranium / Uranio (U)	0.15	mg/kg	<0.15	<0.15

L.D.M.: Límite de detección del método

Lima, 27 de Octubre del 2022.

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

Cod. FI 004 / Versión 03 / FE.: 06/2022

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de preservabilidad de parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. • Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación de contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 5 de 5

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima  
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

## Anexo 7: Testimonios fotográficos



**A. AUTORIZACIÓN DEL USO DEL SUELO  
AGRÍCOLA Y TEJIDO VEGETAL (RÁBANO)**

**B. ZONA DE MUESTREO DE SUELO AGRÍCOLA  
Y DEL TEJIDO VEGETAL EN LA ZONA  
HUACHIPA**

**NIEVERIA - CHOSICA – LIMA.2022**

**C. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS**



**D. ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO Y LLENADO DE FORMULARIO CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO DE MUESTRAS DE SUELO Y TEJIDO VEGETAL (RÁBANO)**



**E. RECEPCIÓN DE MUESTRAS POR PARTE DEL LABORATORIO ACREDITADO Y RECEPCIÓN DEL FORMULARIO DE CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO DE MUESTRAS DE SUELO Y TEJIDO VEGETAL (RÁBANO)**