

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL



T E S I S

**Determinación la calidad de la albahaca (*Ocimum Basilicum*)
contaminada por cadmio y plomo en la Campiña de Moche, distrito de
Moche, provincia de Trujillo, La Libertad – 2024**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Ambiental**

Autores:

Bach. Estefanny Sandra VARGAS BLANCO

Bach. Frank Rodolfo VILLENA DE LA CRUZ

Asesor:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA

Cerro de Pasco-Perú-2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL



T E S I S

**Determinación la calidad de la albahaca (*Ocimum Basilicum*)
contaminada por cadmio y plomo en la Campiña de Moche, distrito de
Moche, provincia de Trujillo, La Libertad – 2024**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Eleuterio Andrés ZAVALETA SANCHEZ
PRESIDENTE

Dr. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS
MIEMBRO

Mg. Edgar Walter PEREZ JUZCAMAYTA
MIEMBRO



**Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación**

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 201-2024-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

“Determinación la calidad de la albahaca (*Ocimum basilicum*) contaminada por cadmio y plomo en la campiña de Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad – 2024”

Apellidos y nombres del tesista:

Bach. VARGAS BLANCO, Estefanny Sandra

Bach. VILLENA DE LA CRUZ, Frank Rodolfo

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. PACHECO PEÑA, Luis Alberto

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Ambiental

Índice de Similitud

9 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 16 de octubre del 2024



Firmado digitalmente por MEJIA
CACERES Reynaldo FAU
20154605946 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 16.10.2024 05:56:11 -05:00

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por ser nuestro guía y fuente de fortaleza en este difícil camino. Sin su luz, protección y bendición, este logro no hubiera sido posible.

A nuestros padres por su amor incondicional, continuo apoyo y sacrificio. Su confianza en nosotros y su aliento en cada etapa de este viaje son nuestras mayores motivaciones.

Gracias a los familiares y amigos, por estar siempre ahí para mí y brindarme amor y apoyo. Su presencia y confianza son cruciales para lograr este objetivo. Con todo nuestro estima y gratitud,

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar nuestra gratitud de todo corazón nuestro Dios todo poderoso por ser nuestro guía, por protegernos y nuestra fuente de fortaleza durante todo el proceso de este trabajo. Sin su ayuda y sabiduría, este logro no hubiera sido posible.

Nos gustaría expresar nuestra más sincera gratitud a nuestros queridos padres, por su amor incondicional, paciencia y apoyo constante. Son nuestra mayor fuente de inspiración y motivación han sido sus sacrificios y sus creencias en nosotros.

A nuestra Alma Mater la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC), por brindarnos la oportunidad de desarrollarnos personal y académicamente. Estamos orgullosos y agradecidos por los recursos y el entorno académico enriquecedor que me permitieron llevar a cabo esta investigación y nos formaron como profesionales.

A las docentes de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por la gran entrega y esfuerzo para llevarnos conocimientos, valores y formarnos para ser profesionales competentes y eficientes.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación es determinar la calidad de la albahaca (*Ocimum basilicum*) si es que se encuentra contaminada por los metales como Cadmio y Plomo que son nocivos para la salud en la campiña de Moche, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad el trabajo de investigación es cuantitativa, nivel descriptivo. Donde se seleccionó el lugar de cultivo de albahaca expuestos a fuentes de contaminación por Cd y Pb, Para la recolección se utilizó Equipos de protección personal como de guantes limpios, protector, lentes, zapatos de seguridad materiales como una espátula de acero inoxidable esterilizada y bolsas Ziploc, cooler. Para la preparación de la muestra se hizo un lavado con agua destilada, luego se procedió a empacarlo en bolsas Ziploc depositadas en un cooler para su traslado al laboratorio. En este trabajo de investigación un diseño no experimental de alcance descriptivo. Los resultados obtenidos de los análisis que se mandaron al laboratorio se obtuvieron que la concentración de Cadmio es de 0,131mg/kg lo cual indica el resultado está dentro de los valores de los parámetros de la norma CODEX considerándose apta para consumo humano. Mientras que en los resultados obtenidos más altos en parámetros del Plomo en la albahaca son de 4,721mg/kg supera los estándares de calidad Codex Alimentarius FAO/OMS por consecuencia el Plomo al ser un elemento altamente tóxico se concluye que la albahaca no es apta para consumo para ningún ser vivo.

Palabras clave: Calidad de la albahaca, contaminantes inorgánicos, Plomo y Cadmio

ABSTRACT

The present research work is to determine the quality of basil (*Ocimum basilicum*) if it is contaminated by metals such as Cadmium and Lead that are harmful to health in the Moche countryside, province of Trujillo, department of La Libertad. The research work is quantitative, descriptive level. Where the basil cultivation site was selected, exposed to sources of Cd and Pb contamination, personal protective equipment was used for collection such as clean gloves, protector, glasses, safety shoes, materials such as a sterilized stainless-steel spatula and bags. Ziploc, cooler. To prepare the sample, it was washed with distilled water, then packaged in Ziploc bags placed in a cooler for transfer to the laboratory. In this research work a non-experimental design of descriptive scope. The results obtained from the analyzes that were sent to the laboratory showed that the Cadmium concentration is 0.131 mg/kg, which indicates the result is within the parameter values of the CODEX standard, considering it suitable for human consumption. While the highest results obtained in parameters of Lead in basil are 4,721 mg/kg, it exceeds the Codex Alimentarius FAO/WHO quality standards. Consequently, lead being a highly toxic element, it is concluded that basil is not suitable for consumption for any living being.

Keywords: Quality of basil, inorganic contaminants, Lead and

INTRODUCCIÓN

La contaminación de alimentos como las hortalizas es un problema que se ha vuelto importante y preocupante que esta afectando la seguridad alimentaria y por consecuencia a la salud humana. Los tipos de vegetales como las hortalizas se pueden contaminar de diferentes maneras en las distintas etapas de la cadena de producción, que puede comenzar desde el cultivo hasta la cosecha incluyendo el transporte y distribución de estos. Hay varias fuentes contaminantes donde se encuentran en el uso de agua y suelo contaminados, el uso de los pesticidas y fertilizantes químicos también en la manipulación la contaminación cruzada que se realiza durante el procesamiento de estos alimentos.

El consumo de estos alimentos como las hortalizas que se encuentran contaminadas traen como consecuencia como problemas de salud estas pueden causar enfermedades digestivas agudas e incluso pueden tener efectos crónicos a causa de la ingesta y exposición prolongada de los metales pesados y otros elementos nocivos para la salud humana y de los animales que también consumen. Dentro de las poblaciones más vulnerables se encuentran los niños, personas de la tercera edad también personas con enfermedades debido a su baja defensa inmunológica.

En Sudamérica la contaminación de vegetales como en las hortalizas se ha vuelto un problema imprescindible ya que estas impactan en la salud pública y en consecuencia para la economía de esta parte del mundo que se caracteriza por su gran biodiversidad como su flora y fauna también en la agricultura. En el sector agricultura tiene desafíos por la relacionados con la contaminación de hortalizas debido a factores ambientales, prácticas agrícolas y condiciones socioeconómicas.

En Perú la intoxicación por el consumo de los metales pesados también tiene efecto tanto al ambiente y a la salud de los seres vivos que se alimentas de estos alimentos

intoxicados. Perú un país el cual se caracteriza por su diversidad climática y geográfica lo cual le permite ser uno de los países relevantes en la producción de las hortalizas a nivel continental. Sin embargo, aún se tiene brechas en el tema de contaminación y de ser un país con buenas prácticas en el sector ambiente y agricultura como en el uso de recursos naturales, condiciones ambientales y en la producción de estas.

El consumo de vegetales como las hortalizas que se encuentran contaminadas en Perú van a ser causantes de muchas enfermedades como digestivas, nerviosas, sanguíneas, agudas hasta efectos crónicos por la ingesta de estos alimentos con metales pesados y pesticidas y químicos.

En la campiña de Moche mayormente el riego de hortalizas se hace con aguas del río Moche el cual es el más contaminado por aguas residuales discurridas por los relaves mineros generada por la minería informal de Quiruvilca, la minera Salpo por lo cual nos planteamos el siguiente problema ¿Cuál será la calidad de la albahaca (*Ocimum basilicum*) contaminada por Cadmio y Plomo en la campiña de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad – 2024?, para lo cual nos formulamos la siguiente hipótesis “La albahaca en la campiña de Moche provincia de Trujillo la Libertad, presenta contaminación de Cadmio y Plomo según el Codex Alimentarius FAO/OMS”, teniendo en cuenta el siguiente objetivo Determinación de la calidad de la albahaca (*Ocimum basilicum*) contaminada por Cadmio y Plomo en la campiña de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad - 2024

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE MAPAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE IMÁGENES

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación	8
1.3.	Formulación del problema.....	8
1.3.1.	Problema general	8
1.3.2.	Problemas específicos	8
1.4.	Formulación de objetivos	9
1.4.1.	Objetivo general	9
1.4.2.	Objetivos específicos.....	9
1.5.	Justificación de la investigación.....	9
1.6.	Limitaciones de la investigación	10

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	11
2.2.	Bases teóricas – científicas.....	17
2.3.	Definición de términos básicos	19
2.4.	Formulación de hipótesis.....	25
2.4.1.	Hipótesis general	25
2.4.2.	Hipótesis específicas	25

2.5.	Identificación de variables.....	26
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.....	26

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	27
3.2.	Nivel de Investigación.....	27
3.3.	Métodos de investigación.....	27
3.4.	Diseño de investigación.....	28
3.5.	Población y muestra	28
3.6.	Técnicas e instrumento recolección de datos	29
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	29
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	29
3.9.	Tratamiento estadístico.....	29
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica	29

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	31
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	33
4.3.	Prueba de hipótesis	37
4.4.	Discusión de resultados	38

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE MAPAS

	Página.
Mapa de ubicación 1: De la zona de investigación en el distrito de Moche, Trujillo, La Libertad.....	7
Mapa de ubicación 2. De la zona de investigación en el distrito de Moche, Trujillo, La Libertad.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Resultados del monitoreo del Río Moche en el punto RMoch1.....	3
Tabla 2. Resultados del monitoreo del Río Moche en el punto RMoche2.....	3
Tabla 3. Resultados del monitoreo del Río Moche en el punto RMoch3.....	4
Tabla 4. Resultados del monitoreo del Río Moche en el punto RMoch4.....	4
Tabla 5. Resultados del monitoreo del Río Moche en el punto RMoch4.....	5
Tabla 6. Definición de variables e indicadores	26
Tabla 7. Ubicación del punto de toma de muestra en UTM.....	32
Tabla 8. Resultado de la muestra de Cadmio	33
Tabla 9. Resultados del análisis de Plomo	34
Tabla 10. Resultados del análisis de Arsénico	35
Tabla 11. Resultados del análisis de Plomo	36
Tabla 12. Resultados del análisis de Plomo	36
Tabla 13. NIVELES MÁXIMOS DE CONCETRACIÓNEN HORTALIZAS	

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página.
Gráfico 1. Concentración de Plomo promedio en Río Moche	5
Gráfico 2. Concentración de Cadmio promedio en río Moche	6
Gráfico 3. Concentración de Arsénico promedio en río Moche.....	6
Gráfico 4. Resultados del análisis de Cadmio.....	33
Gráfico 5. Resultados del análisis de Plomo	34
Gráfico 6. Resultados del análisis de Arsénico	35
Gráfico 7. Resultados del análisis de Cromo.....	36
Gráfico 8. Resultados del análisis de Mercurio.....	37

ÍNDICE DE IMÁGENES

	Página.
Imagen 1. Parámetros de Nivel Máximos para cadmio en alimentos. (OMS, 1995)	21
Imagen 2. Parámetros de Nivel Máximos para cadmio en alimentos. ((OMS, 1995)...	22
Imagen 4. Parcela de albahaca en la Campiña de Moche	
Imagen 5. Muestra de albahaca de la Campiña de Moche	
Imagen 6. Toma de muestra de albahaca	
Imagen 7. Guardado de muestra en bolsa ziploc	

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

A nivel mundial la calidad de las hortalizas va a depender de las prácticas agrícolas que se utilizan donde se considera con la siembra y cosecha. También influye el manejo de la postcosecha.

La contaminación de los alimentos por metales pesados en la agricultura genera impactos negativos en la calidad de las hortalizas por consecuencia representan riesgos para la salud de los seres vivos y al ambiente. Los metales pesados más nocivos que se pueden encontrar son el plomo, cadmio, mercurio, arsénico y cromo. También indicar que el uso excesivo y desproporcional de pesticidas y fertilizantes impactan de manera negativa en la calidad de las hortalizas y en el ambiente como consecuencia se convierte en un riesgo para la salud humana. Ya que debe existir en el suelo debe tener nutrientes en cantidades normales para que las plantas se desarrollen de manera correcta y sana.

La agricultura en Latino América es una de las fuentes más importantes de la economía y también permite que haya seguridad alimentaria en esta parte del mundo. La calidad de los vegetales como en este caso las hortalizas dependerá de diferentes factores. Donde se observan algunos riesgos como a la ingesta los metales pesados ya que pueden estar contenidos en el suelo, agua donde después se trasladan a las plantas, a través de absorción de estos para que se puedan desarrollar. Otros factores de contaminación son las actividades industriales, los vertimientos de aguas residuales, malas prácticas en la agricultura, uso excesivo y desproporcional de los pesticidas y fertilizantes que contienen químicos nocivos para la salud y el ambiente, así como la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a la atmósfera.

El 2016 La Autoridad Nacional del Agua (ANA) realizó monitoreo de la calidad de agua en el río Moche donde encontraron fuentes contaminantes como productos agroquímicos, aguas residuales domésticas e industriales, residuos sólidos. Donde se obtuvieron resultados que sobrepasaron los valores de los parámetros establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental ECA categoría 3 en los puntos RMoch1, RMoch2, RMoch3, RMoch4, RMoch10. Ya que esta agua es una fuente contaminante para la albahaca y otras hortalizas que crecen alrededor y se riegan con estas aguas. Como se observa en los siguientes cuadros.

Tabla 1. Resultados del monitoreo del Río Moche en el punto RMoch1.

Código del punto de monitoreo	Unidad	ECA Categoría 3		RMoch1 Principal					
Fecha de muestreo		Riego de Vegetales	Bebida de animales	12/12/2012	09/11/2013	23/02/2014	27/10/2014	10/11/2015	29/04/2016
Hora de inicio de muestreo (h)				11:10	14:00	15:00	11:20	15:00	15:10
pH	Unidad pH	6.5-8.5	6.5-8.4	-	5.11	4.18	5.01	5.01	3
Coliformes termotole	NMP/100 ml	1000	1000	< 1.8	< 1.8	3300	< 1.8	23	< 1.8
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	100	100	-	< 1.8	2300	< 1.8	7.8	< 1.8
DQO	mg/l	40	40	< 9	< 10	48.15	< 10	24	8
Sulfatos (SO ₄) ⁻²	mg/l	1000	1000	-	844.4	110.4	491.3	1365	527.7
Aluminio (Al)	mg/l	5	5	14.53	3.65	26.01	2.85	2.419	6.923
Arsénico (As)	mg/l	0.1	0.2	2.074	0.153	0.455	0.042	0.094	1.242
Cadmio (Cd)	mg/l	0.01	0.05	0.166	0.018	0.024	0.081	0.024	0.0282
Cobre(Cu tot)	mg/l	0.2	0.5	9.432	1.126	0.762	0.459	0.350	3.298
Hierro (Fe)	mg/l	5	---	151.2	16.34	58.26	12.27	15.61	79.8
Manganeso (Mn)	mg/l	0.2	0.2	19.41	7.099	5.222	22.85	16.51	20.18
Plomo (Pb)	mg/l	0.05	0.05	0.245	0.071	0.905	0.022	0.026	0.1289

Fuente: (ANA, 2016)

Tabla 2. Resultados del monitoreo del Río Moche en el punto RMoch2.

Código del punto de monitoreo	Unidad	ECA Categoría 3		RMoch2 Principal					
Fecha de muestreo		Riego de Vegetales	Bebida de animales	12/12/2012	09/11/2013	23/02/2014	27/10/2014	10/11/2015	29/04/2016
Hora de inicio de muestreo (h)				12:35	14:45	13:50	11:20	15:45	16:10
pH	Unidad pH	6.5-8.5	6.5-8.4		4.95	4.9	4.61	4.06	3.24
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	1000	1000	< 1.8	< 1.8	1100	< 1.8	ND(<1.8)	4.5
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	100	100	-	< 1.8	490	< 1.8	ND(<1.8)	4.5
Sulfatos (SO ₄) ⁻²	mg/l	1000	1000	-	556	105.57	331.28	789.4	249
Aluminio (Al)	mg/l	5	5	8.74	3.69	26.88	3.1	3.397	3.76
Arsénico (As)	mg/l	0.1	0.2	1.012	0.109	0.342	0.055	0.074	0.4818
Cadmio (Cd)	mg/l	0.01	0.05	0.0928	0.0168	0.0178	0.024	0.021	0.02089
Cobre(Cu tot)	mg/l	0.2	0.5	4.915	0.5794	0.6168	0.3283	0.337	1.602
Hierro (Fe)	mg/l	5	---	79.724	14.96	56.61	13.15	16.48	36.48
Manganeso (Mn)	mg/l	0.2	0.2	10.622	6.0292	3.9973	9.2505	11.47	10.2
Plomo (Pb)	mg/l	0.05	0.05	0.148	0.0601	0.6621	0.0216	0.028	0.06445

Fuente: (ANA, 2016)

Tabla 3. Resultados del monitoreo del Río Moche en el punto RMoch3.

Código del punto de monitoreo	Unidad	ECA Categoría 3 "Riego de vegetales y bebida de animales"		RMoch3					
		Riego de Vegetales	Bebida de animales	13/12/2012	08/11/2013	23/02/2014	27/10/2014	11/11/2015	30/04/2016
Fecha de muestreo									
Hora de inicio de muestreo (h)				14:30	14:40	09:50	14:20	08:45	15:15
pH	Unidad pH	6.5-8.5	6.5-8.4	-	4.79	4.85	4.6	3.85	4.13
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100	100	100	-	< 1.8	2	130	< 1.8	< 1.8
Aluminio (Al)	mg/l	5	5	5.1	3.38	2.59	5.45	5.944	2.697
Arsénico (As)	mg/l	0.1	0.2	0.354	0.004	0.099	0.152	0.037	0.277
Cadmio (Cd)	mg/l	0.01	0.05	0.0451	0.0347	0.017	0.0307	0.025	0.01281
Cobre(Cu tot)	mg/l	0.2	0.5	2.053	0.5198	0.3553	0.7241	0.651	1.098
Hierro (Fe)	mg/l	5	—	29.744	1.677	9.222	12.01	3.625	12.27
Manganeso (Mn)	mg/l	0.2	0.2	6.8521	9.5155	2.7846	9.387	9.492	4.165
Plomo (Pb)	mg/l	0.05	0.05	0.075	0.0255	0.0618	0.0787	0.03	0.036
Zinc (Zn)	mg/l	2	24	7.071	5.038	2.024	3.758	3.335	4.897

Fuente: (ANA, 2016)

Tabla 4. Resultados del monitoreo del Río Moche en el punto RMoch4.

Código del punto de monitoreo	Unidad	ECA Categoría 3		RMoch4					
		Riego de Vegetales	Bebida de animales	Principal					
Fecha de muestreo				13/12/2012	08/11/2013	23/02/2014	28/10/2014	11/11/2015	30/04/2016
Hora de inicio de muestreo (h)				14:40	17:45	15:45	08:30	15:05	14:45
pH	Unidad pH	6.5-8.5	6.5-8.4	5.78	4.83	4.97	4.54	3.83	5.04
Oxígeno disuelto	mg/l	4	5	7.23	-	-	7.48	5.85	5.46
Aluminio (Al)	mg/l	5	5	7.26	3.2	5.39	2.31	6.136	2.118
Arsénico (As)	mg/l	0.1	0.2	0.61	0.003	0.173	0.020	0.026	0.207
Cadmio (Cd)	mg/l	0.01	0.05	0.0623	0.0411	0.0213	0.0107	0.025	0.01079
Cobre(Cu)	mg/l	0.2	0.5	3.186	0.5316	0.4655	0.2175	0.66	0.828
Hierro (Fe)	mg/l	5	—	35.739	1.892	16.648	2.584	2.605	10.28
Manganeso (Mn)	mg/l	0.2	0.2	8.94	10.4327	3.0888	3.284	10.15	3.507
Plomo (Pb)	mg/l	0.05	0.05	0.0865	0.0256	0.1128	0.0164	0.027	0.025
Zinc (Zn)	mg/l	2	24	11.025	6.336	2.631	1.535	3.305	3.79

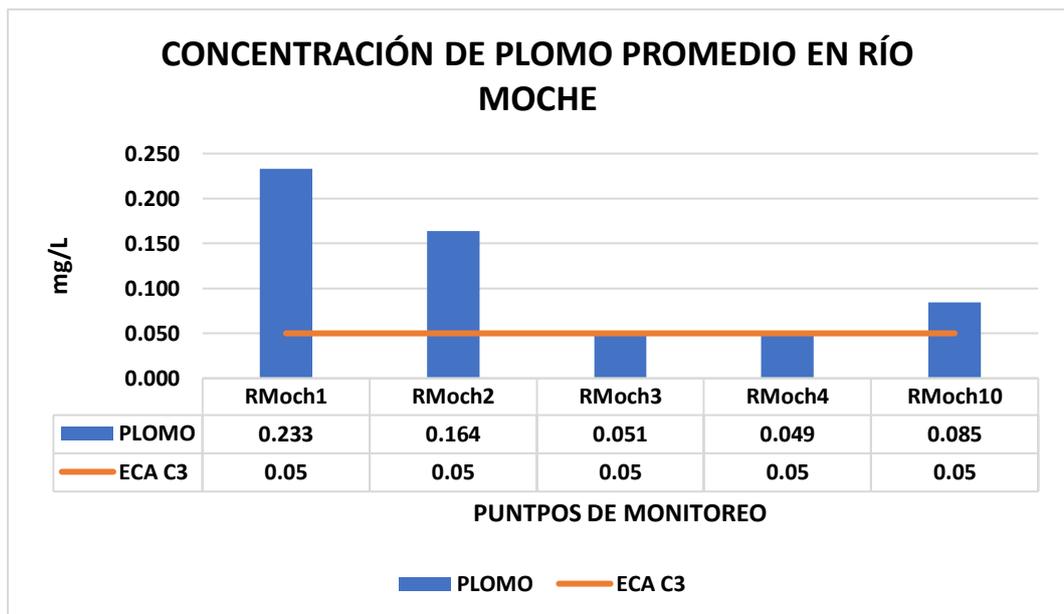
Fuente: (ANA, 2016)

Tabla 5. Resultados del monitoreo del Río Moche en el punto RMoch4.

Código del punto de monitoreo	Unidad	ECA Categoría 3		RMoch10	
		Riego de Vegetales	Bebida de animales	Principal	
Fecha de muestreo				11/1/2015	30/4/2016
Hora de inicio de muestreo (h)				14:20	12:00
pH	Unidad pH	6.5-8.5	6.5 - 8.4	3.81	5.34
Sulfatos (SO ₄) ⁻²	mg/l	1000	1000	588.6	107
Aluminio (Al)	mg/l	5	5	5.471	1.78
Arsénico (As)	mg/l	0.1	0.2	0.012	0.161
Cadmio (Cd)	mg/l	0.01	0.05	0.024	0.00966
Cobre(Cu tot)	mg/l	0.2	0.5	0.625	0.634
Hierro (Fe)	mg/l	5	---	1.991	7.431
Manganeso (Mn)	mg/l	0.2	0.2	8.191	3.381
Plomo (Pb)	mg/l	0.05	0.05	0.061	0.108
Zinc (Zn)	mg/l	2	24	3.286	2.993

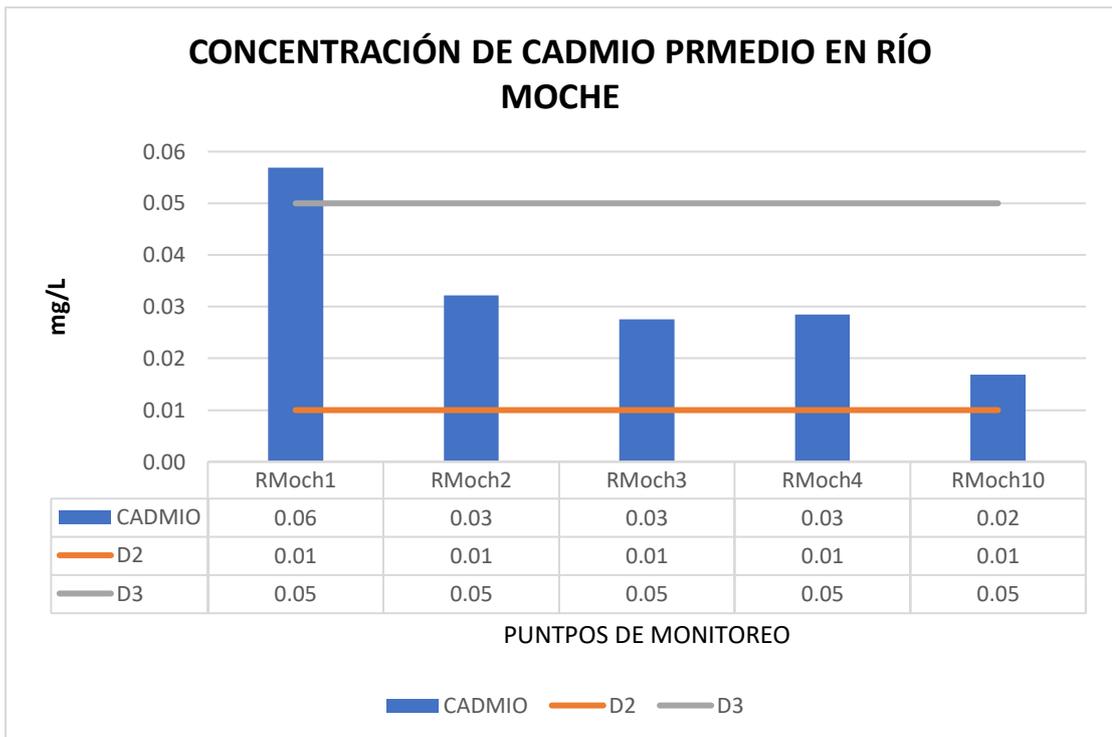
Fuente: (ANA, 2016)

Gráfico 1. Concentración de Plomo promedio en Río Moche



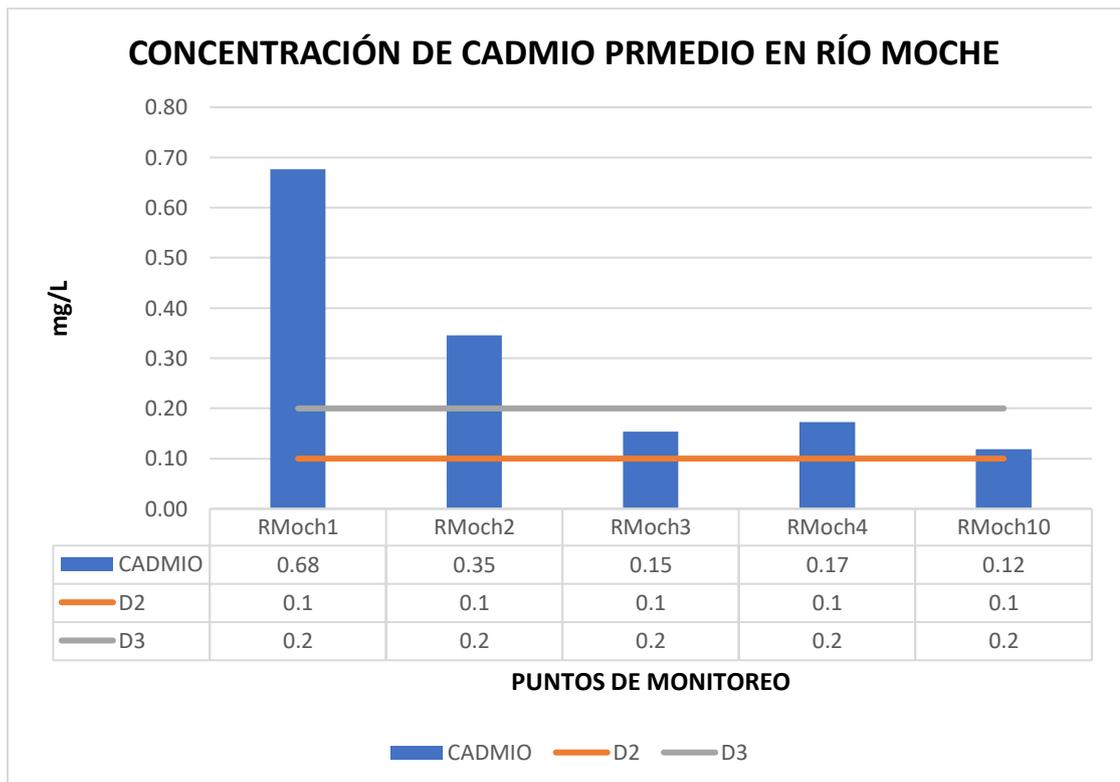
Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

Gráfico 2. Concentración de Cadmio promedio en río Moche



Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

Gráfico 3. Concentración de Arsénico promedio en río Moche



Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

Teniendo en cuenta que la contaminación por metales pesados en la agricultura, la minería u otra actividad industrial puede afectar negativamente la calidad de las hortalizas y representar riesgos para la salud humana. Se aborda este problema como un trabajo de investigación, para determinar la calidad la calidad de la Albaca (*Ocimum basilicum*) en la campiña de Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad en el presente año 2024. También se observa que el agua del río Moche es una fuente contaminante que afecta la calidad de la albahaca.

Mapa de ubicación 1: De la zona de investigación en el distrito de Moche, Trujillo, La Libertad



Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

1.2. Delimitación de la investigación

Delimitación espacial

Departamento: La Libertad

Provincia: Trujillo

Distrito: Moche

Centro poblado de: Campiña de Moche

Delimitación temporal

El presente trabajo de investigación tendrá una duración de seis meses, desde enero de 2024 a junio de 2024.

Delimitación de contenido

Calidad de la Albaca mediante análisis de la presencia de metales pesados en los cultivos de hortalizas en la campiña de Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál será la calidad de la albahaca (*Ocimum basilicum*) contaminada por Cadmio y Plomo en la campiña de Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad – 2024?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es la concentración de Plomo contenido en la albahaca (*Ocimum basilicum*) de la campiña de Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad – 2024?
- b) ¿Cuál es la concentración de Cadmio contenido en la albahaca (*Ocimum basilicum*) la campiña de Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad – 2024?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la calidad de la albahaca (*Ocimum basilicum*) contaminada por Cadmio y Plomo en la campiña de Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad – 2024.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la concentración de Cadmio contenido en la albahaca (*Ocimum basilicum*) de la campiña de Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad – 2024.
- b) Determinar la concentración de Plomo en la albahaca (*Ocimum basilicum*) de la campiña de Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad – 2024.

1.5. Justificación de la investigación

Las aguas superficiales provenientes de ríos cuyas cuencas reciben aguas residuales de procedencia minera mayormente informal, las cuales pueden contener residuos tóxicos de origen químico y metales pesados, originan contaminación en el cultivo de hortalizas, la cual también se da por la aplicación de pesticidas para contrarrestar las plagas.

Por lo que este se justifica la determinación de la calidad de la Albaca (*Ocimum basilicum*) contaminada por metales pesados en la campiña de Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad.

El presente trabajo de investigación va a permitir determinar la calidad de este vegetal y poder mejorar su calidad como consecuencia mejorar la calidad ambiental, socioeconómica de los agricultores también proteger la salud de la

población que consume este tipo de alimentos en la vida diaria consumidora en forma sostenible.

Esta investigación se realizará sin ningún obstáculo ya que se cuenta con los recursos económicos mínimos y el conocimiento para para la ejecución de este proyecto de investigación.

Terminado en este estudio los beneficiarios serán los agricultores del sector y los consumidores de estos alimentos, por que mejorará la calidad del cultivo de la Albahaca, garantizando de esta manera un mejor producto de consumo a la sociedad.

El presente trabajo de investigación servirá como guía para otras investigaciones similares y de comparación de análisis.

Este estudio contribuirá al conocimiento en todos los ámbitos relacionados en esta línea de la calidad de las hortalizas por contaminación de metales pesados, el cual también servirá como enriquecimiento del conocimiento desde el punto de vista personal y profesional.

1.6. Limitaciones de la investigación

Para la formulación de este proyecto no se ha tenido limitaciones de consideración, mereciendo todas las atenciones necesarias por los agricultores del lugar para hacer las observaciones y tomas de muestras necesarias de los cultivos de la albahaca.

Sin embargo, para el trabajo en gabinete se obtuvo limitaciones como información actualizada sobre monitoreos de calidad de aguas y suelo en el Río Moche por parte de las entidades competentes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Antecedentes Nacionales

Grandez (2021) Evaluación de metales pesados en hortalizas de dos procedencias comercializadas en el mercado modelo de Chachapoyas, Amazonas, 2020

Una las razones para el consumo de verduras como las hortalizas se deben que en su contenido tienen altas vitaminas, minerales, fibras y antioxidantes que se obtienen, lo que promueve una buena salud e incluso la prevención de enfermedades, pero muchos cultivos están siendo contaminados con metales pesados que son motivo de preocupación para la salud. El estudio determinó la concentración de arsénico, cromo, cadmio y plomo en cebollas, tomates y apio provenientes de dos fuentes (local, provincia de Chachapoyas y costera) vendidos en el mercado modelo de Chachapoyas.9% Se recolectaron un total de seis

muestras en tres momentos diferentes durante el mes de noviembre, a lo largo de 30 días, utilizando un método de muestreo no probabilístico. Un espectrómetro modelo Agilent 4100 MP-AES confirmó, usando los valores de intensidad, los iones metálicos en la muestra. Los resultados fueron que las concentraciones del arsénico, cromo y cadmio en estas verduras tuvieron no excedieron los niveles de riesgo prescriptos. Sin embargo, en el caso del plomo su concentración superó estos límites Máximos Permisibles en la totalidad de las muestras de prueba analizadas tuvieron una concentración de plomo superior. Donde el valor de concentración más baja fue el apio con (0.15 mg/kg) y el valor más alto de plomo fueron en las muestras de tomate costeras con (0.21 mg/kg). Donde se concluye que de los metales pesados que se analizaron en estas hortalizas fue el plomo fue el único metal que excedió los valores de los Límites Máximos Permisibles lo cual indica que es el más abundante y nocivo para la salud.

Madueño (2017) Determinación de metales pesados (plomo y cadmio) en lechuga (*Lactuca sativa*) en mercados del Cono Norte, Centro y Cono Sur de Lima Metropolitana

En la ciudad de Lima Metropolitana se elaboró un estudio donde se determinó el nivel de plomo y cadmio en lechuga (*Lactuca sativa* L.), variedad “crespa”. Para la realización de esta investigación, se seleccionaron al azar 20 distritos: 5 del Cono Norte, 10 del Centro, y 5 del Cono Sur. De esta forma, fueron recolectadas 2 muestras por distrito. Un total de 40 muestras. Fueron sometidas a recolección, en cada uno de los mercados, se inquirió sobre el origen de la lechuga. En el caso de cuantificación de estos metales, el método utilizado fue el de absorción atómica. En el caso de plomo en la lechuga, se mostró un promedio de 1,279 ppm, y un promedio de 0,084 ppm en el caso de cadmio. La

concentración de plomo a diferencia de cadmio, está por encima del Nivel Máximo establecido por la OMS/FAO (Codex Alimentarius; Plomo = 0,3 ppm; Cadmio = 0,2 ppm). Por lo general, las lechugas de la Sierra son las que presentan los mayores niveles geográficos de plomo y cadmio, en comparación a las lechugas de la Costa. Estos resultados dan cuenta de la presencia de metales pesados en hortalizas y por lo tanto de su ingesta en su dieta diaria.

Llanos (2023) Contaminación por metales pesados de la microcuenca del río Alto Huallaga y suelos agrícolas del área de influencia en Huánuco – 2022

El objetivo del trabajo de investigación fue determinar el nivel de contaminación con metales pesados (cadmio, plomo y cobre) en las aguas y suelos de la cuenca del río Huallaga, que incluía las localidades de Pallanchacra, San Rafael, Río Blanco, Huertas, Huancachupa, Higuera y Churubamba, y su impacto en la agricultura. Se evaluaron los riesgos de las aguas de las márgenes del río Huallaga desde Pallanchacra hasta el puente de Churubamba. Los resultados de las muestras de laboratorio mostraron que, en Pallanchacra, los niveles de cadmio eran 0.004 mg/L, plomo 0.09 mg/L y cobre 1.8 mg/L. En el tramo 'V' del río Huallaga, cerca del puente Taruca, los niveles de cadmio eran 0.002 mg/L, plomo 0.07 mg/L y cobre 2.7 mg/L. El pH de los suelos en las márgenes del río Huallaga era de 7.80 en Pallanchacra (neutro) y 7.92 en el puente Taruca. Las temperaturas registradas fueron de 15.0 °C en el río Pallanchacra y 20.0 °C en el río Churubamba. También se observó la pérdida de algunas especies acuáticas debido a la contaminación del agua.

La excesiva concentración de metales en el agua del río Huallaga es originada por la mala disposición y tratamiento de los relaves mineros que son aportados al río por escorrentías. Se analizaron también los suelos de las

márgenes del río Huallaga, donde pertenecía la zona alta, en Pallanchacra se encontraron concentraciones de cadmio tipo (0.07 mg/Kg), plomo (0.5 mg/Kg) y cobre (2.5 mg/Kg). Mientras que en Churubamba la concentración de cadmio fue de (0.06 mg/Kg), plomo (0.9 mg/Kg) y cobre (2.3 mg/Kg). La presencia de estos metales pesados se ha encontrado en cuerpo de aguas y en los suelos de estos lugares. Como consecuencia ha provocado que se impactos al ambiente y a la salud humana ya que la población hace uso de estas aguas para el riego y consumo humano. Donde las autoridades competentes han sugerido no hacer uso de estas aguas por su grado de contaminación.

Fiallos (2017) Cuantificación de metales pesados y calidad microbiológica de frutas y vegetales que se expenden en el mercado mayorista de la ciudad de Ambato.

En este trabajo de investigación se evaluaron la presencia de metales pesados y microorganismos patógenos en las frutas y vegetales de Izamba, Cunchibamba, Huachi Grande y Pilahuín, distribuidos a través del Mercado Mayorista de Ambato.57%. Donde se analizaron catorce muestras y analizaron en la mayoría de las estas contenían concentraciones de arsénico, cromo y manganeso superiores a los niveles permitidos por normas internacionales, y elevados recuentos de enterobacterias y aerobios mesófilos. Al momento de la cosecha, todos los alimentos analizados excedían los límites permisibles establecidos, demostrando que los productos consumidos superan las normativas locales e internacionales de calidad para alimentos frescos.tiva L.), variedad “crespa”. Para la realización de esta investigación, se seleccionaron al azar 20 distritos: 5 del Cono Norte, 10 del Centro, y 5 del Cono Sur. De esta forma, fueron recolectadas 2 muestras por distrito. Un total de 40 muestras. Fueron sometidas a

recolección, en cada uno de los mercados, se inquirió sobre el origen de la lechuga. En el caso de cuantificación de estos metales, el método utilizado fue el de absorción atómica. En el caso de plomo en la lechuga, se mostró un promedio de 1,279 ppm, y un promedio de 0,084 ppm en el caso de cadmio. La concentración de plomo a diferencia de cadmio, está por encima del Nivel Máximo establecido por la OMS/FAO (Codex Alimentarius; Plomo = 0,3 ppm; Cadmio = 0,2 ppm). Por lo general, las lechugas de la Sierra son las que presentan los mayores niveles geográficos de plomo y cadmio, en comparación a las lechugas de la Costa. 0%. Finalmente se observa que los resultados indican que hay presencia de metales pesados en hortalizas y por lo tanto de su ingesta en su dieta diaria.

Olivares et al (2013) Niveles de cadmio, plomo, cobre y zinc en hortalizas cultivadas en una zona altamente urbanizada de la ciudad de La Habana, Cuba

En esta investigación se difunde los valores de cobre (Cu), plomo (Pb), cadmio (Cd) y zinc (Zn) que se encuentran en los suelos y verduras cultivadas en terrenos de alta densidad de personas en La Habana. Se encuestaron 17 sitios de agricultura urbana ubicados dentro de un radio de dos kilómetros del vertedero 'Calle 100' durante los años 2006 y 2007. Se recopilaron muestras de suelo y muestras de plantas para cosecha que incluían todas las listas de verduras. Los niveles de metales pesados en las muestras de suelo mostraron variaciones de la siguiente manera: Cd (0.24 - 2.1 mg/kg), Cu (38.4 - 81.3 mg/kg), Pb (18.1 - 138.5 mg/kg) y Zn (44.1 - 294,7 mg/kg). En algunos de los suelos, el 35% de las muestras excedió el rango de suelos de zinc (Zn) mientras que el 52% excedió el rango de plomo (Pb) establecido para suelos agrícolas cubanos. Además, el 23% de los suelos mostraron niveles de Pb que superan los límites fitotóxicos y los

estándares internacionales. Solo el 12,5% del total de las muestras recogidas de las verduras no sobrepasaban de los límites máximos permisibles de contaminantes alimentarios establecidos por las normas cubanas. Estos estudios obtuvieron resultados que se deben implementar monitoreos de manera continua y también se haga con control de los cultivos hortícolas perseguidos en el área.

Herrera & Lizarazo (2018) Cuantificación de metales pesados en hortalizas producidas en la cuenca media del río Bogotá, Sibaté

El estudio se propuso medir los niveles de metales pesados (arsénico, cadmio, cobre, cobalto, cromo, níquel, plomo y zinc) en hortalizas comunes en la dieta colombiana como el perejil crespo, alcachofa y zanahoria.3% Las muestras se recolectaron en Sibaté, vereda La Unión, al lado de la represa del Muña. La comparación buscó indagar en la seguridad alimentaria con respecto a los límites establecidos a nivel nacional e internacional, evaluando así el riesgo sanitario. Esta receta incluye soldadura ácida, filtración y ajuste, y se utilizan espectrofotómetros de absorción atómica para el análisis. Los resultados dieron a conocer riesgos propios del consumo de alimentos procedentes de esta zona.

Reyes et al (2016) Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria

La contaminación del agua, del suelo y del aire con metales pesados y metaloides se considera uno de los principales peligros para la seguridad alimentaria y la salud pública a nivel global y en áreas locales. Esta revisión no cubre contaminantes metálicos como el mercurio (Hg), el arsénico (As), el cadmio (Cd) y el plomo (Pb), ni su impacto en el medio ambiente y en los alimentos. El documento discute las fuentes de contaminación, así como la absorción y retención de estos metales en los tejidos de los organismos vivos y

en los alimentos y otros productos de consumo humano. Además, hay estudios de caso y resultados de varios países, incluido Colombia.

2.2. Bases teóricas – científicas

Codex Alimentarius:

(FAO Y OMS, 2024) Conjuntos de normas, directrices y códigos de prácticas que han sido adoptados por la Comisión del Codex Alimentarius. Esta Comisión, que se la conoce como la CAC, es la tercera a cargo del FAO/OMS, que fue establecida por FAO y OMS para hacer defensa de la salud del consumidor y fomentar la ÉTICA en el Comercio Internacional de los Alimentos.

Impacto de los metales pesados en la calidad de las hortalizas:

La presencia de metales pesados en las hortalizas puede afectar su calidad de varias maneras. Puede influir en el sabor, el aroma, la textura y el valor nutricional de los productos agrícolas. Además, puede afectar la apariencia de las hortalizas, lo que podría reducir su atractivo comercial.

Riesgos para la salud humana

El consumo de hortalizas contaminadas con metales pesados representa un riesgo directo para la salud humana. Algunos de estos metales, como el plomo y el cadmio, son conocidos por ser tóxicos y pueden tener efectos adversos en órganos como el riñón y el sistema nervioso.

Monitoreo y regulación

Es crucial implementar sistemas de monitoreo para evaluar la presencia de metales pesados en suelos y alimentos. Los gobiernos y las autoridades reguladoras deben establecer límites y normativas para la presencia de metales pesados en productos alimenticios y trabajar en conjunto con los agricultores para garantizar prácticas seguras.

Uso de pesticidas y fertilizantes:

El uso excesivo de pesticidas y fertilizantes puede tener un impacto negativo en la calidad de las hortalizas. Residuos de pesticidas en los productos agrícolas pueden representar riesgos para la salud humana, y el equilibrio adecuado de nutrientes en el suelo es esencial para el crecimiento saludable de las plantas.

Agricultura orgánica:

La agricultura orgánica se centra en prácticas sostenibles y evita el uso de pesticidas y fertilizantes químicos sintéticos. Las hortalizas cultivadas de manera orgánica a menudo se consideran más saludables y seguras, aunque la disponibilidad puede ser limitada y los costos pueden ser más altos.

Variedades de hortalizas:

La selección de variedades de hortalizas también afecta la calidad. Algunas variedades pueden tener mejores perfiles nutricionales, resistencia a enfermedades o propiedades organolépticas mejoradas.

Manejo del suelo:

La salud del suelo es crucial para el desarrollo de hortalizas de calidad. Prácticas como la rotación de cultivos, la incorporación de materia orgánica y la gestión de la estructura del suelo influyen en la absorción de nutrientes y en la resistencia de las plantas a enfermedades.

Riego y calidad del agua:

El agua utilizada para el riego puede afectar la calidad de las hortalizas. El agua contaminada puede introducir patógenos en los cultivos, y la calidad del agua también influye en el sabor y la textura de las hortalizas.

Tecnologías de cultivo:

La implementación de tecnologías avanzadas, como la hidroponía, la agricultura vertical y la agricultura de precisión, puede influir positivamente en la calidad de las hortalizas al mejorar el control de las condiciones de crecimiento.

Manejo postcosecha:

El transporte, almacenamiento y distribución adecuados son fundamentales para preservar la calidad de las hortalizas después de la cosecha. La refrigeración y el manejo cuidadoso pueden ayudar a prolongar la vida útil y mantener la frescura.

Normativas y estándares de calidad:

La existencia y aplicación de normativas y estándares de calidad a nivel nacional e internacional también desempeñan un papel importante en garantizar que las hortalizas cumplan con ciertos criterios de seguridad y calidad como el Codex Alimentarius.

Gestión del agua:

La gestión adecuada del agua es esencial para la producción de hortalizas de calidad. En algunas regiones, la escasez de agua puede ser un desafío, y es importante implementar prácticas sostenibles de riego.

2.3. Definición de términos básicos

La contaminación de la albahaca por plomo y cadmio es un problema de seguridad alimentaria que afecta tanto la calidad como la seguridad del producto.

Contaminación

La contaminación en el ambiente natural es la alteración, desorden, daño o impacto en el ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo. Por lo general, las consecuencias de la contaminación se derivan fundamentalmente de la actividad humana pero también se da de manera natural. Existen diferentes clases

o tipos de contaminación dependiendo del medio al que afecte, del método contaminante y la extensión de la fuente. El contaminante puede ser una sustancia química o energética. Como el sonido, calor, sonido, etc. un elemento extraño o, incluso, natural; en este caso, cuando su presencia en el medio ambiente particular excede los niveles normales de un elemento en el agua, suelo, aire.

Contaminante

(FAO Y OMS, 2024) Un contaminante se define como un evento o sustancia no agregada de manera intencional a los alimentos que se ha agregado de a los alimentos durante la producción que comienzan desde las operaciones de la agricultura, zootecnia y medicina veterinaria, fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento de dicho alimento o como resultado de contaminación ambiental del suelo aire, y agua. Estos contaminantes pueden ser físicos, químicos y microbiológicos.

Nivel máximo del Codex (NM)

(FAO Y OMS, 2024) Es la concentración máxima permitida del Codex (NMP) para un contaminante en un alimento o en un alimento para los animales es la concentración de dicha sustancia que la Comisión del Codex Alimentarius, en este caso, establezca como recomendaciones de su legalidad, con respecto a dicho producto.

En el presente trabajo se realizará los niveles máximos de los parámetros de cadmio y plomo para la albahaca que se representa como hortalizas en hojas. Con la Norma General Para Los Contaminantes Y Las Toxinas Presentes En Los Alimentos Y Piensos CXS 193-1995.

Imagen 1. Parámetros de Nivel Máximos para cadmio en alimentos. (OMS, 1995)

CADMIO			
Referencia al JECFA:	16 (1972), 33 (1988), 41 (1993), 55 (2000), 61 (2003), 64 (2005), 73 (2010), 77 (2013), 91 (2021)		
Orientación toxicológica:	Dada la larga semivida del cadmio, la ingesta diaria en los alimentos tiene un pequeño efecto o casi insignificante en la exposición general. Para estimar los riesgos a corto o largo plazo para la salud debido a la exposición al cadmio, la ingesta diaria debe evaluarse durante meses y la ingesta tolerable se debe calcular durante un período mínimo de 1 mes. A fin de corroborar este punto de vista, en su 73.ª reunión (2010), el JECFA decidió expresar la ingesta tolerable como un valor mensual en forma de una IMTP y estableció una IMTP de 25 µg/kg pc.		
Definición del contaminante:	Total de cadmio		
Sinónimos:	Cd		
Código de prácticas correspondiente:	Código de prácticas sobre medidas aplicables en el origen para reducir la contaminación de los alimentos con sustancias químicas (CXC 49-2001) Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación por cadmio en los granos de cacao (CXC 81-2022)		

Nombre del producto básico/producto	Nivel máximo (NM) mg/kg	Parte del producto básico/producto a la que se aplica el nivel máximo (NM)	Notas/observaciones
Hortalizas de hoja	0,2	Todo el producto que se comercializa normalmente, después de eliminar las hojas claramente descompuestas o marchitas.	El NM también es aplicable a las hortalizas de hoja brasicáceas.
Hortalizas leguminosas	0,1	Producto entero que se consume. Las formas frescas se pueden consumir como vainas enteras o como el producto sin vaina.	
Legumbres	0,1	Todo el producto.	El NM no es aplicable a la soja (seca).
Raíces y tubérculos	0,1	Todo el producto después de eliminar las puntas. Eliminar el suelo adherente (p.ej., enjuagándolo con agua corriente o cepillando suavemente el producto seco). Patatas (papas): patatas peladas.	El NM no es aplicable al apionabo.
Hortalizas de tallos y brotes	0,1	Todo el producto que se comercializa después de eliminar las partes claramente descompuestas o marchitas. Rubarbo: brotes de hojas solo. Alcachofa: la cabeza solamente. Apio y espárragos: eliminar el suelo adherente.	
Cereales en grano	0,1	Todo el producto	El NM no es aplicable al trigo sarraceno, cañihua, quinoa, trigo y arroz.
Arroz, pulido	0,4	Todo el producto	

Fuente: (OMS, 1995)

Imagen 2. Parámetros de Nivel Máximo para cadmio en alimentos. (OMS, 1995)

PLOMO			
Referencia al JECFA:	10 (1966), 16 (1972), 22 (1978), 30 (1986), 41 (1993), 53 (1999), 73 (2010)		
Orientación toxicológica:	Sobre la base del análisis de la relación dosis-respuesta, en su 73.ª reunión (2010) el JECFA estimó que la ISTEP anteriormente establecida de 25 µg/kg pc se asociaba con una disminución de al menos 3 puntos del cociente de inteligencia (IQ) en los niños y un aumento en la presión arterial sistólica de aproximadamente 3 mm Hg (0,4 kPa) en los adultos. Si bien estos efectos pueden ser insignificantes en el plano individual, son importantes si se consideran cambios en la distribución del IQ o de la presión arterial en una población. El JECFA concluyó entonces que ya no se puede considerar que la ISTEP protege la salud y la retró.		
Definición del contaminante:	Total de plomo		
Sinónimos:	Pb		
Códigos de prácticas correspondientes:	Código de prácticas para la prevención y reducción de la presencia de plomo en los alimentos (CXC 56-2004) Código de prácticas sobre medidas aplicables en el origen para reducir la contaminación de los alimentos con sustancias químicas (CXC 49-2001)		
Nombre del producto básico/producto	Nivel máximo (NM) (mg/kg)	Parte del producto/producto a la que se aplica el NM	Notas/observaciones
		Aguacate, mango y fruta similar con semillas duras: todo el producto una vez retirado el hueso, pero calculado de la fruta entera.	
Brasicáceas	0,1	Repollos y colinabos: el producto entero como se comercializa, después de la eliminación de las hojas evidentemente marchitas o descompuestas. Coliflor y brócoli: inflorescencias (solo las inmaduras). Coles de Bruselas: solo los botones.	El NM no se aplica a la col rizada ni a las brasicáceas de hoja.
Hortalizas de bulbo	0,1	Bulbos/cebollas secas y ajos: el producto entero después de eliminar las raíces y la tierra adherida y cualquier fracción de piel fácil de retirar.	
Hortalizas de fruto	0,05	Totalidad del producto después de la eliminación de los tallos. Maíz dulce y maíz fresco: los granos y la mazorca sin cáscara.	El NM no se aplica a los hongos y las setas.
Hortalizas de hoja	0,3	Todo el producto como se comercializa comúnmente, después de retirarse las hojas evidentemente descompuestas o marchitas.	El NM se aplica a las brasicáceas de hoja pero no se aplica a las espinacas.
Hortalizas leguminosas	0,1	La totalidad del producto tal como se consume. Las variedades suculentas se pueden consumir como vainas enteras o el producto desgranado.	
Hongos (setas) frescos cultivados (champiñón común [<i>Agaricus bisporus</i>], hongos shiitake [<i>Lentinula edodes</i>] y setas ostra (girgolas) [<i>Pleurotus ostreatus</i>])	0,3	Producto entero	La norma correspondiente del Codex para el producto es CXS 38-1981
Legumbres	0,1	Todo el producto	
Raíces y tubérculos	0,1	Todo el producto después de eliminar la parte superior. Eliminar la tierra adherida (por ejemplo, enjuagando en agua corriente o por cepillado suave del producto seco).	

Fuente: (OMS, 1995)

Metales Pesados

(FACSA, 2020) Los metales pesados se definen como son elementos químicos que se caracterizan por tener una alta densidad. También se caracterizan por ser dañinos y tóxicos para el medio ambiente y los seres humanos en altas cantidades algunos de estos son los siguientes el mercurio, níquel, cobre, plomo, cadmio y cromo ya que son bioacumulativos lo que significa que el cuerpo no lo puede eliminar.

Contaminación por Cadmio

Cadmio: Otro metal pesado que es altamente tóxico y puede ser absorbido por las plantas del suelo contaminado. El cadmio se acumula en los tejidos vegetales y puede llegar a niveles perjudiciales para la salud humana.

1. **Fuentes de Contaminación:** Entre las fuentes se incluyen la minería, la industria metalúrgica, el uso de fosfatos en fertilizantes y la contaminación por aguas residuales.
2. **Riesgos para la Salud:** La exposición al cadmio a través de la dieta puede causar daños renales, osteoporosis y está asociado con un mayor riesgo de cáncer. También puede afectar el sistema reproductivo y el desarrollo de los niños.

Contaminación por Plomo

Plomo: Es un metal pesado tóxico que puede contaminar las plantas a través del suelo, agua o aire contaminados. El plomo puede acumularse en los tejidos de las plantas, incluyendo las hojas y tallos de la albahaca.

1. **Fuentes de Contaminación:** Las fuentes comunes incluyen emisiones industriales, el uso de pesticidas y fertilizantes contaminados, y la proximidad a carreteras con alto tráfico vehicular.

2. **Riesgos para la Salud:** El consumo de plantas contaminadas con plomo puede causar envenenamiento, que afecta el sistema nervioso, los riñones y otros órganos. Es especialmente peligroso para los niños y mujeres embarazadas.

Mecanismos de Contaminación

1. **Absorción por Raíces:** Las plantas absorben los metales pesados del suelo a través de sus raíces. La disponibilidad de estos metales en el suelo depende del pH, la materia orgánica y otros factores edafológicos.
2. **Translocación:** Una vez absorbidos, los metales se mueven a través del sistema vascular de la planta, acumulándose en diferentes tejidos vegetales.
3. **Contaminación Atmosférica:** Las partículas de polvo o aerosoles contaminados con metales pesados pueden depositarse directamente sobre las hojas de las plantas.

Mitigación y Prevención

1. **Buenas Prácticas Agrícolas:** Uso de suelo y agua libres de contaminación, selección de sitios de cultivo alejados de fuentes de contaminación industrial y vehicular.
2. **Control de Calidad del Agua y Suelo:** Monitoreo y fiscalización ambiental por parte de las Entidades de Fiscalización Ambiental (EFAs) como el OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental) que es el ente rector del Sistema de Evaluación y Fiscalización Ambiental adscrito al Ministerio del Ambiente (MINAM). Donde se encarga de ver el cumplimiento de los Instrumentos de Gestión Ambiental de los administrados debido a ello pueden monitorear los efluentes de las empresas que pertenecen al sector minero desde la mediana minería a gran minería donde los administrado no

pueden sobrepasar los parámetros de los Límites de Máximos Permisibles (LMPs) de lo contrario tienen la competencia de abrir un Proceso Administrativo Sancionador (PAS). También la ANA (Autoridad Nacional del Agua) que tiene la competencia de monitorear los cuerpos de Agua donde miden los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) y pueden abrir un PAS (Proceso Administrativo Sancionador) en el caso de que sobrepasen los valores de los parámetros físicos, químicos y biológicos en los cuerpos de agua de que regular de la calidad del agua de riego y del suelo para detectar niveles de metales pesados.

3. **Bioacumulación y Fitoextracción:** consiste en la absorción de metales contaminantes por las raíces de las plantas y su acumulación en tallos y hojas. La selección de las especies de plantas más adecuadas para los metales presentes y las características de emplazamiento es el primer paso para implementar esta estrategia. El siguiente paso es cortar las plantas e incinerarlas, luego transportar las cenizas a un vertedero seguro. La fitoacumulación se puede repetir sin fin hasta que la concentración de metales residuales en el suelo esté dentro de límites aceptables.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La albahaca en la campiña de Moche provincia de Trujillo la Libertad, presenta contaminación de Cadmio y Plomo según el Codex Alimentarius FAO/OMS.

2.4.2. Hipótesis específicas

- La concentración de Cadmio contenido en la albahaca de la campiña de Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad-2024,

excede su concentración, admitida por el Codex Alimentarius FAO/OMS.

- La concentración de Plomo en la albahaca de la campaña de Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad – 2024, excede su concentración, admitida por el Codex Alimentarius FAO/OMS.

2.5. Identificación de variables

La identificación de las variables está dada por una variable independiente y una variable dependiente, como se indica a continuación.

Variable independiente

Metales pesados (Cadmio y Plomo)

Variable dependiente

Calidad de la Albahaca

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 6. Definición de variables e indicadores

Variable	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Índice
Independiente Metales pesados (Cadmio y Plomo)	Los metales pesados como el Plomo y el Cadmio son contaminantes que se concentran en los vegetales mediante fungicidas y plaguicidas.	Análisis Químicos	Cadmio Plomo	<i>mg/kg</i> <i>mg/kg</i>
Dependiente Calidad de la Albaca	La calidad de la albaca y otras hortalizas es de vital importancia para la salud humana.	Calidad	Indicadores químicos	Codex Alimentarius FAO/OMS, Enmendada en 2018

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La investigación será del tipo básica, debido a que los resultados se obtendrán de los análisis hechos a las muestras y comparados con los parámetros de la OMS/OEA.

3.2. Nivel de Investigación

Determinar la calidad de la albahaca contaminada por cadmio (Cd) y plomo (Pb) a partir de una sola muestra se clasifica dentro de un nivel de investigación descriptiva Porque se busca caracterizar el nivel de contaminación por Cd y Pb en una muestra específica de albahaca. y experimental básica, debido al uso de métodos analíticos para medir concentraciones específicas de metales pesados.

3.3. Métodos de investigación

Para determinar la calidad de la albahaca (*Ocimum basilicum*) contaminada por cadmio (Cd) y plomo (Pb), se debe seguir un método de investigación que incluya la recolección de muestras, la preparación y el análisis químico de las mismas, como se explica a continuación.

En primer lugar, se seleccionó el lugar de cultivo de albaca expuestos a fuentes de contaminación por Cd y Pb, debido a la utilización de pesticidas y fertilizantes; luego se tomó una muestra del sitio seleccionado usando guantes limpios y una espátula de acero inoxidable esterilizada, para evitar de esta manera cualquier contaminación en el proceso de recolección. Para la preparación de la muestra se hizo un lavado con agua destilada para eliminar el polvo y otros contaminantes superficiales y luego se procedió a secarla en un horno a temperatura ambiente y luego se procedió a empacarlo en dos bolsas Ziploc de medio kilo y trasladadas al laboratorio en un cooler para su proceso de deshidratación total y posterior análisis químico.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de una investigación que determinó la calidad de la albahaca contaminada por cadmio (Cd) y plomo (Pb) a partir de una sola muestra, se sigue un enfoque cuantitativo de diseño no experimental de alcance descriptivo.

3.5. Población y muestra

Población

La población está constituida por todas las parcelas de siembra de albahaca en la campiña de Moche.

Muestra

Se tomará una muestra de albahaca de forma aleatoria en la parcela del sembrío en la Campiña de Moche.

3.6. Técnicas e instrumento recolección de datos

Para el muestreo se ha tomado de referencia la GUÍA PARA MUESTREO DE ALIMENTOS de la OMS. Donde se comenzó con la selección un área de cultivo de albahaca de las cuales se tomará una muestra de forma aleatoria, para lo cual se usará guantes y espátulas de acero inoxidable para evitar la contaminación en la manipulación de las muestras, luego se lavará con agua destilada y se embazará en bolsas esterilizadas de polietileno whirl-pak nasco etiquetadas y depositadas en un cooler a temperatura de 4°C y trasportada a un laboratorio certificado para los análisis respectivos.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Debido a que el presente trabajo tiene un enfoque cuantitativo la investigación se realiza en forma numérica, en una escala de medición que nos proporciona una representación estadística.

Los datos obtenidos se registran digitalmente en archivos de extensión CSV y se gestionan a través de hojas de cálculo como el Excel, el cual es compatible con diversos softwares estadísticos existentes en la actualidad.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Luego de la obtención de los resultados estos se llenarán en tablas y representados histogramas y luego se hará una comparación con las normas Codex Stan 193-1995 establecidas por la OMS/FAO.

3.9. Tratamiento estadístico

Se hizo uso de la hoja de cálculo Exel, de la cual se interpretó los resultados brindados por el laboratorio especializado.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

El presente trabajo de investigación es original y se cumplió con las normas establecidas por la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión bajo el diseño establecido. Manteniendo siempre las buenas prácticas y revelando los verdaderos resultados del presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

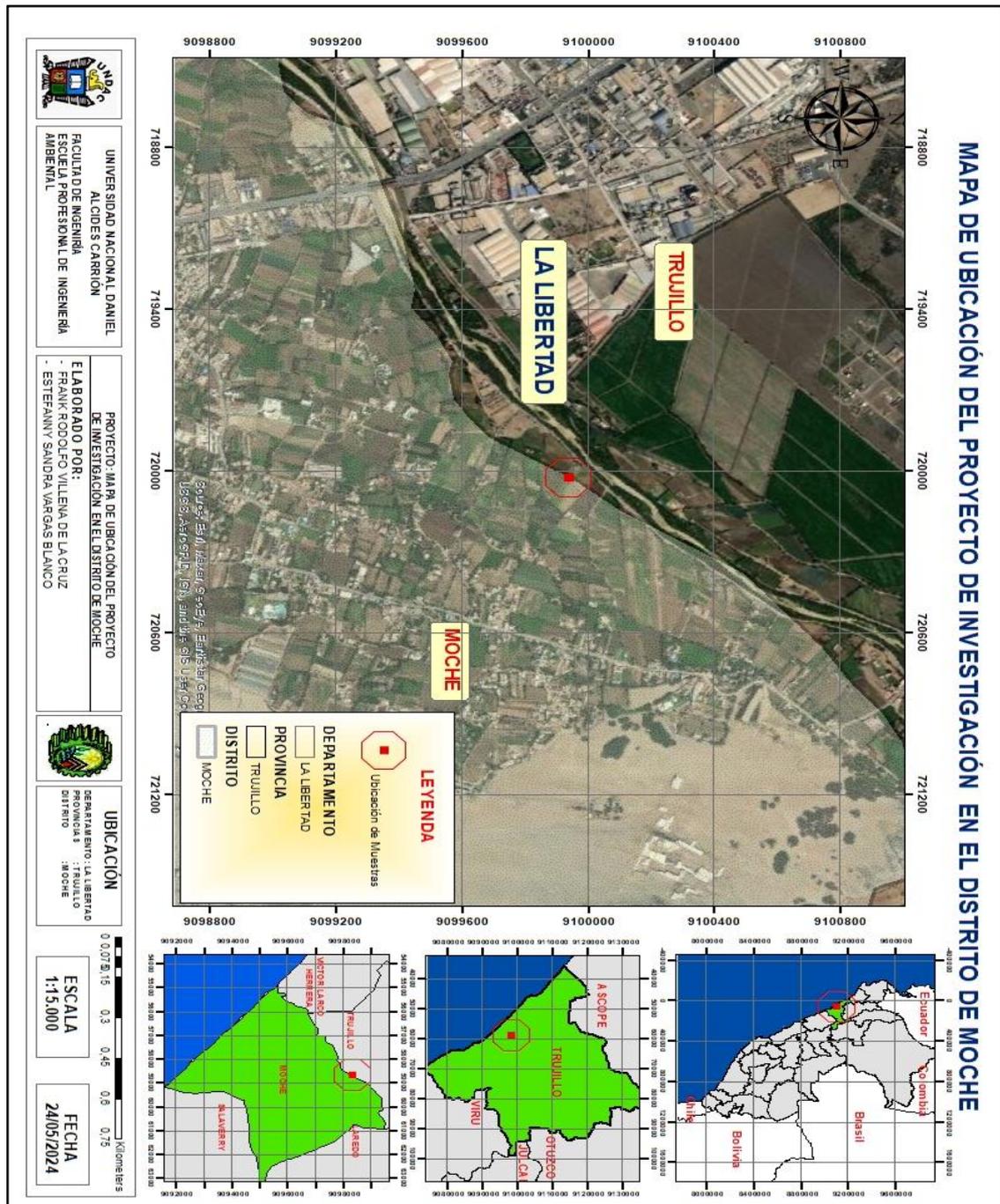
Para tomar la muestra en la campiña de Moche se utilizaron los siguientes instrumentos de toma de muestra: una espátula de acero inoxidable, guantes, agua destilada y bolsas con cierre de tres litros, procediéndose a la toma de muestras en la parcela haciendo uso de la espátula para la extracción de las muestras luego lavadas con agua destilada e introducidas en las bolsas esterilizadas y selladas herméticamente con su respectivo etiquetado y depositadas en un cooler con empaque de hielo a 4°C para luego ser trasladadas al laboratorio de análisis de alimentos especializado.

En el presente mapa por elaboración propia se presenta de la campiña de Moche con su respectiva ubicación.

Tabla 7. Ubicación del punto de toma de muestra en UTM

Lugar de muestreo	Este	Norte	Altitud
Camp. Moche	720027.94	9099939.74	18m.s.n.m

Mapa de ubicación 2. De la zona de investigación en el distrito de Moche, Trujillo, La Libertad



4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Resultados de los análisis de los metales pesados

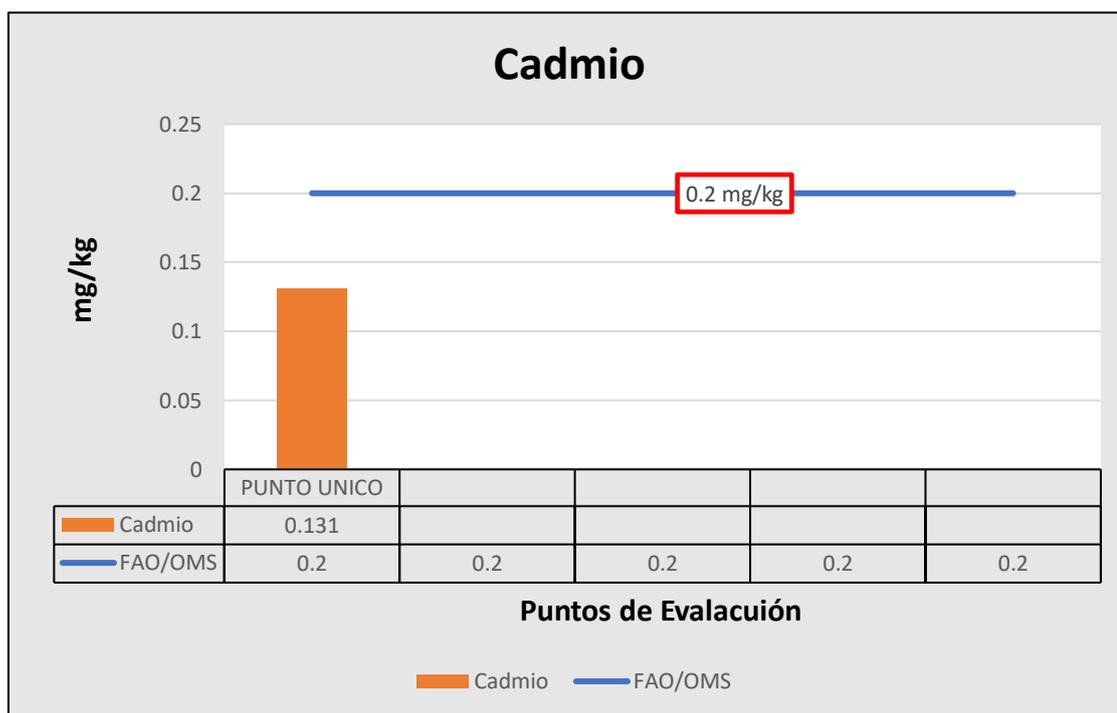
Los resultados de los análisis se presentan a continuación en tablas y cuadros.

Cadmio

Tabla 8. Resultado de la muestra de Cadmio

Indicador	Resultados	Codex Alimentarius FAO/OMS	Unidades
Cadmio	0,131	0,2	mg/kg

Gráfico 4. Resultados del análisis de Cadmio.



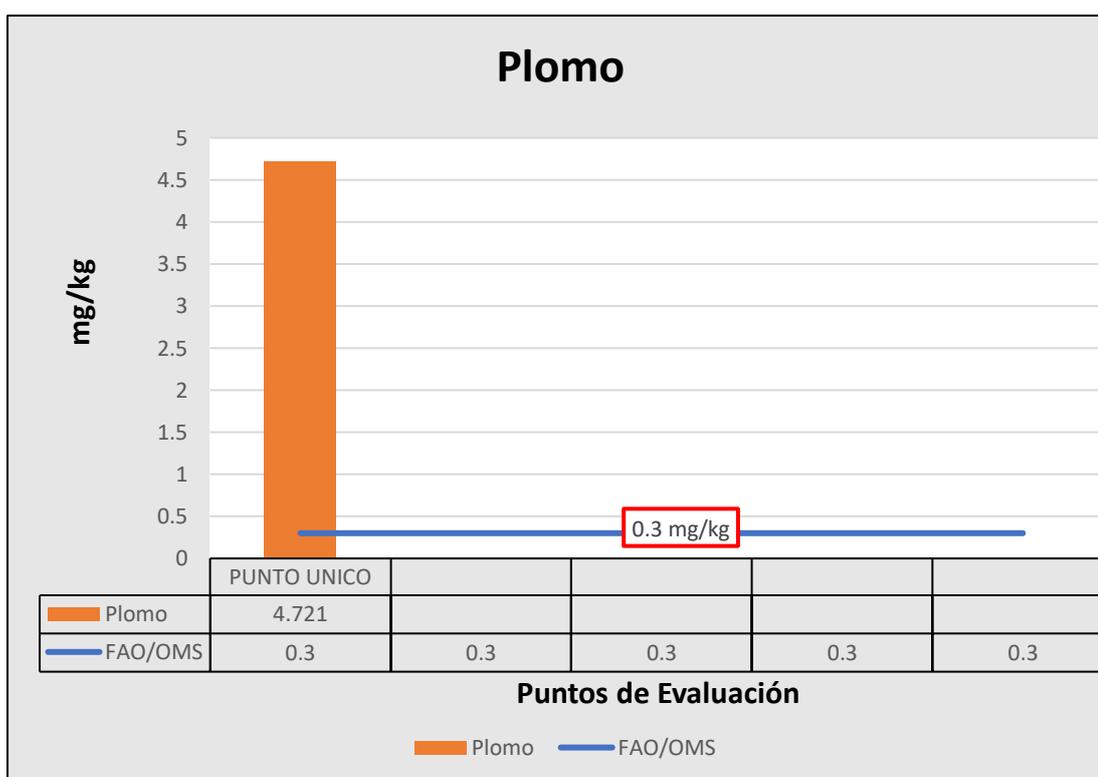
Interpretación. – El cadmio presenta una concentración por debajo del establecido por las normas de la organización mundial de la salud Codex, por lo que indica que la albahaca es un producto considerado apto para consumo pero que se puede decir que por acumulación esta sustancia (Cd) puede causar problemas graves de salud en los seres humanos adultos.

Plomo:

Tabla 9. Resultados del análisis de Plomo

Indicador	Resultados	Codex Alimentarios FAO/OMS	Unidades
Plomo	4,721	0,3	mg/kg

Gráfico 5. Resultados del análisis de Plomo



Interpretación. – Como se observa en la tabla 9 la albahaca tiene un resultado de Plomo que excede en su concentración al valor establecido por el Codex Alimentarios establecido por la FAO/OMS por lo que nos permitimos concluir que la albahaca no es apta para consumo debido a su alta concentración de plomo.

Otros Resultados

En el caso de estos metales pesados también fueron analizados en la muestra donde según el Codex Alimentarios establecido por la FAO/OMS no se

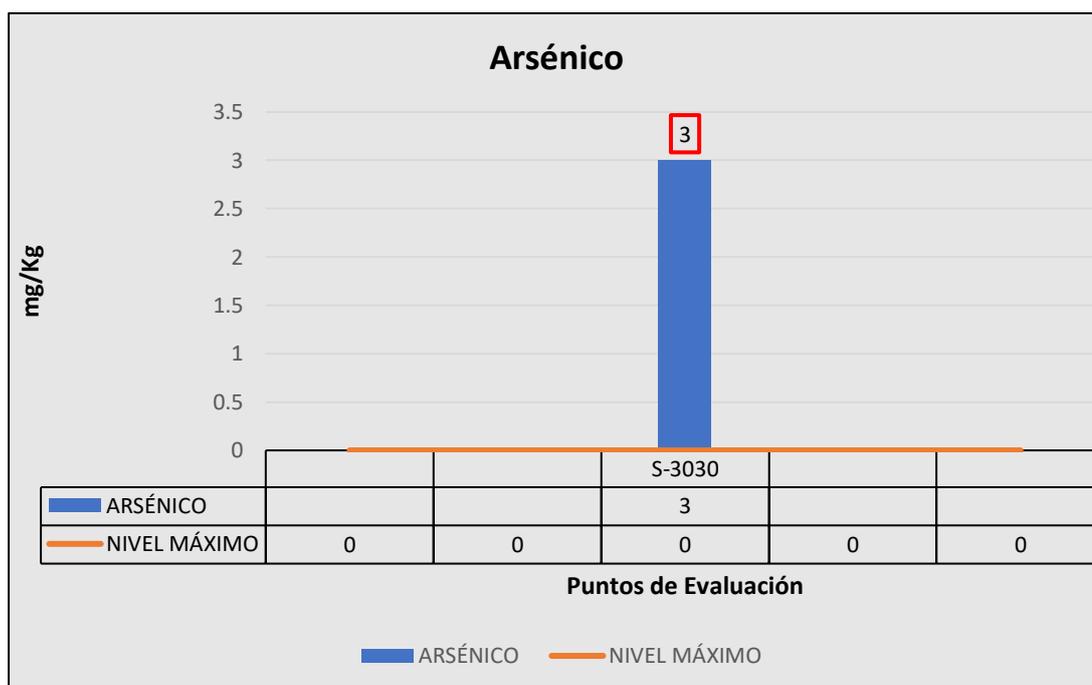
encuentran Niveles Máximos (NM). Por lo que se interpreta que sus concentraciones deben ser 0 mg/kg en la albahaca.

Arsénico

Tabla 10. Resultados del análisis de Arsénico

Indicador	Resultados	Codex Alimentarius FAO/OMS	Unidades
Arsénico	3,0	0	mg/kg

Gráfico 6. Resultados del análisis de Arsénico



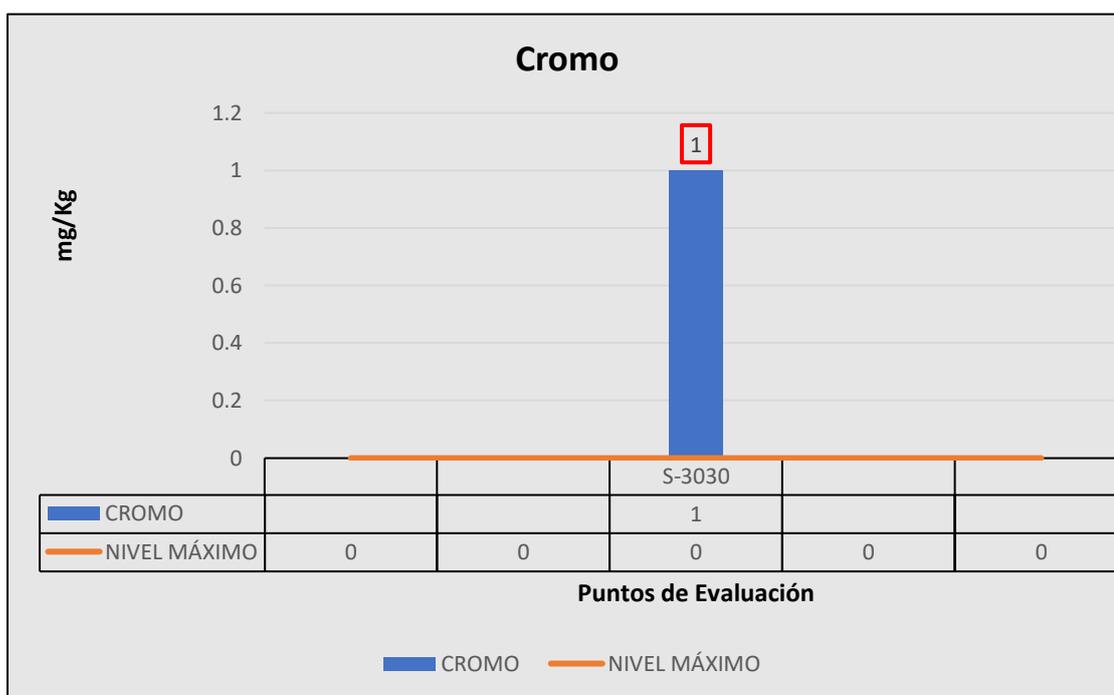
Interpretación. – Como se observa en la tabla 10 la albahaca tiene un resultado de Arsénico que excede en su concentración al valor establecido por el Codex Alimentarios establecido por la FAO/OMS por lo que nos permitimos en concluir que la albahaca no es apta para consumo debido a su alta concentración de Arsénico es de 3 mg/Kg y su valor debe 0 mg/Kg.

Mercurio

Tabla 11. Resultados del análisis de Plomo

Indicador	Resultados	Codex Alimentarius FAO/OMS	Unidades
Cromo	1,0	0	mg/kg

Gráfico 7. Resultados del análisis de Cromo



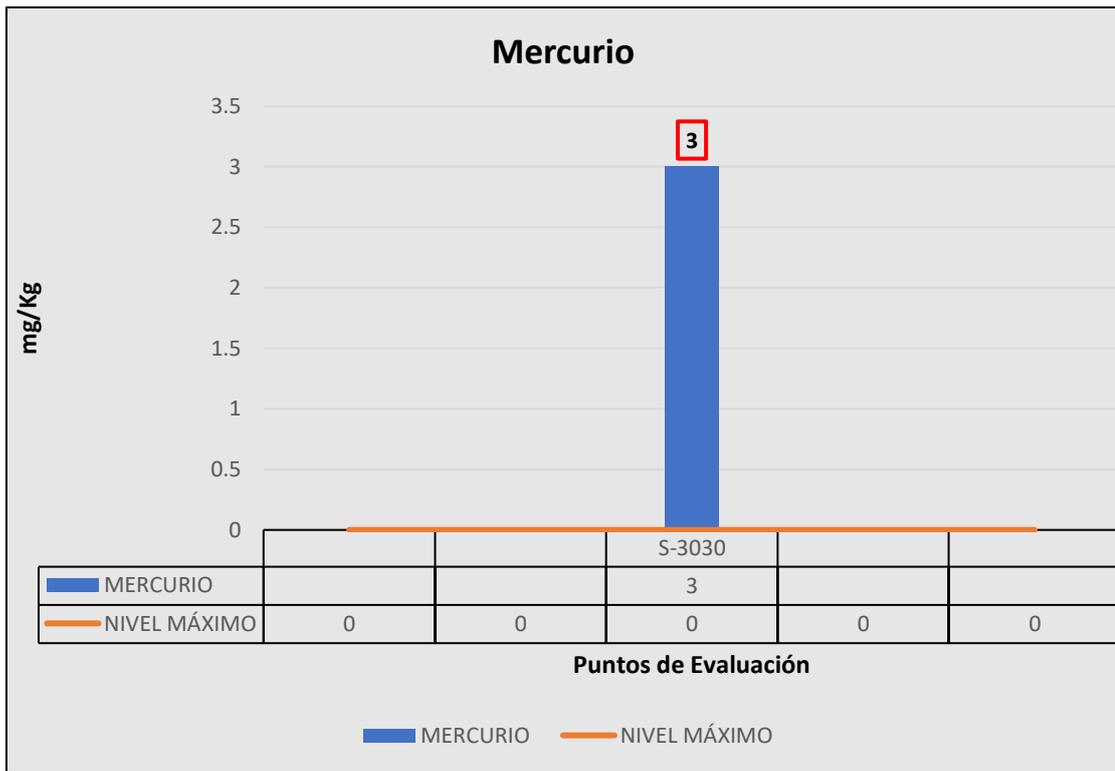
Interpretación. – Como se observa en la tabla 11 la albahaca tiene un resultado de Cromo que excede en su concentración al valor establecido por el Codex Alimentarios establecido por la FAO/OMS por lo que nos permitimos concluir que la albahaca no es apta para consumo debido a su alta concentración de Cromo es de 1 mg/Kg y su valor debe 0 mg/Kg.

Mercurio

Tabla 12. Resultados del análisis de Plomo

Indicador	Resultados	Codex Alimentarius FAO/OMS	Unidades
Mercurio	1,0	0	mg/kg

Gráfico 8. Resultados del análisis de Mercurio



Interpretación. – Como se observa en la tabla 12 la albahaca tiene un resultado de Mercurio que excede en su concentración al valor establecido por el Codex Alimentarios establecido por la FAO/OMS por lo que nos permitimos concluir que la albahaca no es apta para consumo debido a su alta concentración de Mercurio es de 1 mg/Kg y su valor debe 0 mg/Kg. Cabe resaltar que hay Niveles Máximos de concentración en otros alimentos como el pescado.

4.3. Prueba de hipótesis

H₀: La albahaca en la campaña de Moche provincia de Trujillo la Libertad, no presenta contaminación de Cadmio según el Codex Alimentarius FAO/OMS.

H₁: La albahaca en la campaña de Moche provincia de Trujillo la Libertad, presenta contaminación de Plomo según el Codex Alimentarius FAO/OMS.

El Cadmio es un elemento con concentración de 0,131mg/kg está por debajo del parámetro establecido por el Codex Alimentarius FAO/ OMS de

0,2mg/kg, por lo tanto, se rechaza la hipótesis alternativa y se aprueba la hipótesis nula la albahaca en la campiña de Moche provincia de Trujillo la Libertad, no presenta contaminación de Cadmio según el Codex Alimentarius FAO/OMS. Pero el resultado del análisis para el Plomo presenta una concentración de 4,721mg/kg mucho mayor respecto al parámetro permitido 0,3mg/kg, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa La albaca en la campiña de Moche provincia de Trujillo la Libertad, presenta contaminación de Plomo según el Codex Alimentarius FAO/OMS. También presenta contaminación de Cromo, Arsénico y Mercurio.

4.4. Discusión de resultados

El resultado del Cadmio nos presenta un resultado con un valor que permite poder consumir la albahaca con toda seguridad, pero que por acumulación con el tiempo este elemento puede causar daños renales, osteoporosis y puede causar el cáncer en los adultos mayores.

Con respecto al plomo podemos decir que es un elemento altamente toxico y que contamina a las hortalizas mediante las aguas de riego que pueden estar contaminadas por desechos industriales y fertilizantes y que el resultado del análisis presenta una concentración en exceso con un valor de 4,721mg/kg frente al valor máximo permitido de 0,3mg/kg lo que es bastante peligroso consumir la albahaca contaminada con una alta concentración de Plomo. Sin embargo, aunque el presente trabajo de investigación determina las concentraciones de Plomo y Cadmio como medida complementaria se observa que la muestra de la albahaca toma da en La Campiña de Moche presenta concentraciones de Arsénico, Cromo y Mercurio los cuales debe ser nulos.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

De los análisis realizados de estas muestras de la albahaca (*Ocimum basilicum*) y habiendo obtenido del laboratorio los resultados se concluye que la calidad de la albahaca es de mala calidad debido a la alta concentración de plomo en sus hojas de la albahaca en la campiña de Moche, provincia de Trujillo La Libertad ya que sobrepasan los Niveles Máximos del Codex Alimentarius FAO/OMS. Por lo tanto, representa que hay agentes contaminantes en el proceso de sembrío de esta hortaliza en la campiña de Moche que puede ser causada por el uso de aguas del río Moche para el riego. También indica que hay contaminación del agua y suelo al ser necesario estos elementos para la producción de la albahaca por lo tanto es una fuente contaminante que afecta en la calidad de esta hortaliza.

RECOMENDACIONES

Culminado el presente trabajo de tesis se realiza las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda no hacer uso de fertilizantes que contienen de plomo.
- Implementar normas nacionales para el control y cumplimiento de los alimentos a nivel nacional.
- No usar aguas para riego que estén contaminadas con desechos industriales como aguas residuales desechadas por curtiembres, fábricas de alimentos y otros.
- Realizar Análisis de suelos para ver si en el suelo se encuentra presencia de plomo.
- Mejorar la calidad de gestión de los recursos hídricos por parte de las entidades fiscalizadoras.
- Implementar barreras físicas como cercas o muros para evitar la dispersión de contaminantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, O., & NAVARRO, B. (2017). *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017*[Tesis para título de Ingeniero Ambiental, Universidad Tecnológica de los Andes]. Avancay. Obtenido de <https://n9.cl/u8to7>
- ANA. (2016). *Difusión de resultados: Monitoreo participativo de la calidad de agua de la cuenca Moche 2016*. Obtenido de repositorio.ana.gob.pe: <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4454>
- Atencio, H. (2018). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco- 2018 [título profesional. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrió*. Cerro de Pasco. Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/428/1/T026_70776177_T.pdf
- Ccora, B. (2022). *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la localidad de Acobamba [tesis para título, Universidad Nacional de Huancavelica]* . Huancavelica. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/4728>
- Crespo, M., Fernández, M., & Pérez, L. (2022). Evaluación de la calidad del agua para consumo humano según ICA de Montoya en el poblado de Yamanigüey. 38(2), 157-167. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/2235/223574523005/html/>
- FACSA. (23 de 01 de 2020). *FACSA CICLO INTEGRAL DEL AGUA* . Obtenido de Metales pesados: <https://www.facsa.com/metales-pesados/>

- FAO Y OMS. (2024). *ORGANIZACIÓN DE LA NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA*. Obtenido de <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/es/>
- Fernández, A. (2018). El agua en Latinoamérica. En *Agua + Humedad* (págs. 34-45). UNSAM Edita. Obtenido de <https://www.funintec.org.ar/contenidos/aguahumedales-es-el-primer-libro-de-la-serie-futuros/>
- Fiallos, M. (2017). *Cuantificación de metales pesados y calidad microbiológica de frutas y vegetales que se expenden en el mercado mayorista de la ciudad de Ambato*. Repositorio institucional, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25296/1/BQ%20111.pdf>
- González, R. (2018). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el asentamiento humano Señor de los Milagros, distrito de Yarinacocha - region Ucayali - 2018 [tesis para título, Universidad Nacional de Ucayali]*. Repositorio, Pucalpa. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3845>
- Grandez, J. (2021). *Evaluación de metales pesados en hortalizas de dos procedencias comercializadas en el mercado modelo de Chachapoyas, Amazonas, 2020*. Repositorio institucional, Chachapoyas. Obtenido de <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/2639/Grandez%20Alva%20Jeriliana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Herrera, C., & Lizarazo, M. (2018). *Cuantificación de metales pesados en hortalizas producidas en la cuenca media del río Bogotá, Sibate [título profesional, Universidad El Bosque]*. Bogotá. Obtenido de <https://acortar.link/TlCyeH>
- Llanos, M. (2023). *Contaminación por metales pesados de la microcuenca del río Alto Huallaga y suelos agrícolas del área de influencia en Huánuco - 2022*.

- Repositorio institucional, Huánuco. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.13080/9163>
- Madueño, F. (2017). *Determinación de metales pesados (plomo y cadmio) en lechuga(Lactuca sativa) en mercados del cono norte, centro y cono sur de Lima Metropolitana.* Lima. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/323351437.pdf>
- Nieto, N. (2011). La gestión del agua: tensiones globales y latinoamericanas. *SciELO*(36). Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-77422011000200007
- Ñahui, D. (2023). *Análisis de la calidad de agua para el consumo humano de los centros poblados del distrito de Yauli, Huancavelica - 2023[Trsis para título profesional, Universidad continental]*. Huancayo. Obtenido de <https://goo.su/GpdPY>
- Olivares, S., García, D., Lazaro, L., Israel Saborit, I. A., & Pedro Pérez, P. (2013). Niveles de cadmio, plomo, cobre y zinc en hortalizas cultivadas en una zona altamente urbanizada de la ciudad de La Habana, Cuba. *29*(4), 285-294. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v29n4/v29n4a6.pdf>
- OMS. (1995). *CODEX STAN 193-1995*. Obtenido de <https://www.fao.org/https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/en/>
- Pérez, E. (2016). Control de calidad en aguas para para consumo humano enj la región occidental de Costa Rica. *Dialnet*, *29*(3), 3-14. Obtenido de <file:///C:/Users/andres/Downloads/Dialnet-ControlDeCalidadEnAguasParaConsumoHumanoEnLaRegion-5710308.pdf>
- Perez, M. (2019). *Determinación de la calidad de agua para consumo humano en el valle de Vitor, Arequipa durante los meses de agosto-octubre del 2019[para*

tituloprofesional, Universidad de San Agustín de Arequipa]. Repositorio, Arequipa. Obtenido de <https://n9.cl/z3tyj>

Reyes, Y., Vergara, I., Torres, O., Díaz, M., & González, E. (2016). Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Dialnet*, 16(2), 66-77. Obtenido de <file:///C:/Users/andres/Downloads/Dialnet-ContaminacionPorMetalesPesados-6096110.pdf>

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO CENTRAL	HIPÓTESIS GENERAL
¿Cuál será la calidad de la albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>) contaminada por Cadmio y Plomo en la campaña de Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad – 2024?	Determinar la calidad de la albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>) contaminada por Cadmio y Plomo en la campaña de Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad – 2024	La albahaca en la campaña de Moche provincia de Trujillo la Libertad, presenta contaminación de Cadmio y Plomo según el Codex Alimentarius FAO/OMS.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS
a) ¿Cuál es la concentración de Plomo contenido en la albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>) de la campaña de Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad – 2024?	a) Determinar la concentración de Cadmio contenido en la albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>) de la campaña de Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad – 2024.	La concentración de Cadmio contenido en la albahaca de la campaña de Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad-2024, excede su concentración, admitida por el Codex Alimentarius FAO/OMS.
b) ¿Cuál es la concentración de Cadmio contenido en la albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>) la campaña de Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad – 2024?	b) Determinar la concentración de Plomo en la albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>) de la campaña de Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad – 2024.	La concentración de Plomo en la albahaca de la campaña de Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, La Libertad – 2024, excede su concentración, admitida por el Codex Alimentarius FAO/OMS.

**INFORME DE ENSAYO
IE-2024-1539**

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : VARGAS BLANCO, ESTEFANNY SANDRA /
VILLANUEVA DE LA CRUZ, FRANK RODOLFO
1.2 RUC o DNI : 73037946 / 73460180
1.3 Dirección : GERARDO PATIÑO LÓPEZ YANACANCHA PASCO /
JR. HUARICAPCHA S/N CHAUPIMARCA PASCO

2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : HORTALIZAS
2.2 Muestreado por : CLIENTE (c)
2.3 Número de Muestras : 01
2.4 Fecha de Recepción : 2024-07-05
2.5 Periodo de Ensayo : 2024-07-05 al 2024-07-17
2.6 Fecha de Emisión : 2024-07-18
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : 2024-07-04 / 08:00 am
2.8 N° de cotización : COT-126270-SL24

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Metales Pesados: Arsénico, Plomo, Mercurio, Cromo, Cadmio	Espectroscopía de Emisión Atómica con Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-OES)

4. RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DE MUESTRA: ALBAHACA / CAMPIÑA DE MOCHE (c)



DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE METALES PESADOS

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-3030	Arsénico, As	mg/Kg	3.00	<0.300
	Cadmio, Cd	mg/Kg	0.30	0.131
	Cromo, Cr	mg/Kg	1.00	<1.00
	Mercurio, Hg	mg/Kg	3.00	<3.00
	Plomo, Pb	mg/Kg	3.00	4.721

Leyenda

LCM: Límite de Cuantificación de Método.

(c) Información suministrada por el cliente.

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

Laboratorio de ensayo e investigación

FIN DE DOCUMENTO

NORMA GENERAL DEL CODEX PARA LOS CONTAMINANTES Y LAS TOXINAS PRESENTES EN LOS ALIMENTOS Y PIENSOS

(CODEX STAN 193-1995)

1. PREÁMBULO

1.1. Ámbito de aplicación

La presente Norma contiene los principios recomendados por el Codex Alimentarius en relación con los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos; se indican también los niveles máximos y planes de muestreo relacionados de los contaminantes y las sustancias tóxicas naturales que se encuentran en los alimentos y piensos que, por recomendación de la Comisión del Codex, deben aplicarse a los productos que circulan en el comercio internacional.

Esta norma comprende únicamente niveles máximos de contaminantes y sustancias tóxicas naturales que se encuentran en los piensos en los casos en que el contaminante en los piensos puede ser transferido al alimento de origen animal y que pueden ser pertinentes para la salud pública.

2. DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS

2.1. General

A los efectos del Codex Alimentarius, las definiciones que pueden aplicarse a esta Norma General para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos y Piensos (NGCTAP) son las que figuran en el Manual de Procedimiento y sólo se repiten aquí las más importantes. Se presentan algunas definiciones nuevas cuando se considera que ello ofrece garantías de obtener la mayor claridad posible. Cuando se hace referencia a alimentos, ello es válido también para los piensos, en los casos en que convenga.

2.2. Contaminante

En el Codex Alimentarius un contaminante se define como sigue:

"Cualquier sustancia no añadida intencionalmente al alimento, que está presente en dicho alimento como resultado de la producción (incluidas las operaciones realizadas en agricultura, zootecnia y medicina veterinaria), fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento de dicho alimento o como resultado de contaminación ambiental. Este término no abarca fragmentos de insectos, pelo de roedores y otras materias extrañas".

La presente norma se aplica a toda sustancia que se ajuste a la definición de contaminante del Codex, incluidos los contaminantes presentes en los piensos destinados a los animales productores de alimentos, con excepción de:

- 1) Los contaminantes presentes en los alimentos y piensos que son importantes únicamente desde el punto de vista de la calidad del alimento (p.ej. cobre), pero no de la salud pública en los alimentos dado que las normas elaboradas en el Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos (CCCF) tienen el objetivo de proteger la salud pública.
- 2) Los residuos de plaguicidas, según la definición del Codex, que son de competencia del Comité del Codex sobre Residuos de Plaguicidas (CCPR).
- 3) Los residuos de medicamentos veterinarios, con arreglo a la definición del Codex, que son de competencia del Comité del Codex sobre Residuos de Medicamentos Veterinarios en los Alimentos (CCRVDF).
- 4) Las toxinas microbianas, como la toxina botulínica y la enterotoxina del estafilococo, y los microorganismos que son de competencia del Comité del Codex sobre Higiene de los Alimentos (CCFH).

- 5) Los residuos de coadyuvantes de elaboración que son de competencia del Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios (CCFA)¹

CADMIO

Referencia al JECFA: 16 (1972), 33 (1988), 41 (1993), 55 (2000), 61 (2003), 64 (2005)

Referencia toxicológica: ISTP 0.007 mg/kg pc (1988) (mantenido en 2000 y 2003). El JECFA concluyó en su 64ª reunión que el efecto de los diversos NM en la ingesta general de cadmio sería muy reducido. Con los NM propuestos por el Codex, la ingesta media de cadmio disminuiría aproximadamente un 1% de la ISTP. La imposición de NM inferiores un nivel podría reducir la ingestión de cadmio cuando mucho un 6% (trigo, papas) de la ISTP. Sólo el 9% de los productos (ostras) excedería los NM propuestos por el Codex. Si los NM fueran inferiores un nivel a los propuestos, los excedería alrededor del 25% de los moluscos, las papas y otras hortalizas.

Definición del residuo: Cadmio total

Sinónimos: Cd

Código de prácticas relacionado: Código de prácticas sobre medidas aplicables en el origen para reducir la contaminación de los alimentos con sustancias químicas (CAC/RCP 49-2001)

Producto Código	Nombre	mg/kg	Nivel
VA 0035	Hortalizas de bulbo	0,05	NM
VC 0045	Hortalizas de fruto, cucurbitáceas	0,05	NM
VO 0050	Hortalizas de fruto, distintas de las cucurbitáceas	0,05	NM
VL 0053	Hortalizas de hoja	0,02	NM
VP 0060	Hortalizas de leguminosas	0,01	NM

El cadmio es un elemento relativamente raro que algunas actividades humanas liberan en la atmósfera, la tierra y el agua. En general, las dos fuentes principales de contaminación son la producción y utilización de cadmio y la eliminación de desechos que contienen cadmio. El aumento del contenido de cadmio en los suelos incrementa la absorción de cadmio en las plantas; de esta manera, la exposición humana a través de cultivos agrícolas es susceptible al incremento del cadmio presente en el suelo. Las plantas absorben una mayor cantidad de cadmio del suelo cuando el pH del suelo es bajo. Los organismos alimentarios comestibles que viven en libertad, como los crustáceos y los hongos, acumulan cadmio naturalmente. Como en los seres humanos, en los caballos y en algunos animales terrestres salvajes aumenta la concentración de cadmio en el hígado y los riñones. El consumo regular de estos productos puede incrementar la exposición. El tabaco es una importante fuente de absorción de cadmio en los fumadores. (Environmental health criteria for cadmium; International Programme on Chemical Safety [IPCS], 1992).

PLOMO

Referencia al JECFA:	10 (1966), 16 (1972), 22 (1978), 30 (1986), 41 (1993), 53 (1999)
Orientación toxicológica:	ISTP 0.025 mg/kg pc (1986, mantenida en 1993 y 1999)
Definición del residuo:	Plomo total
Sinónimos:	Pb

Códigos de prácticas relacionados: Código de prácticas para la prevención y reducción de la contaminación por plomo en los alimentos (CAC/RCP 56-2004)

Código de prácticas sobre medidas aplicables en el origen para reducir la contaminación de los alimentos con sustancias químicas (CAC/RCP 49-2001)

Tabla 13. NIVELES MÁXIMOS DE CONCENTRACIÓN EN HORTALIZAS

Producto Código	Nombre	mg/kg	Nivel
VA 0035	Hortalizas de bulbo	0,1	NM
VC 0045	Hortalizas de fruto, cucurbitáceas	0,1	NM
VO 0050	Hortalizas de fruto, distintas de las cucurbitáceas	0,1	NM
VL 0053	Hortalizas de hoja	0,3	NM
VP 0060	Hortalizas de leguminosas	0,2	NM

EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS



Imagen 3. Parcela de albahaca en la Campiña de Moche



Imagen 4. Muestra de albahaca de la Campiña de Moche



Imagen 5. Toma de muestra de albahaca



Imagen 6. Guardado de muestra en bolsa ziploc.