

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS PARA OBTENER  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DE METALES PESADOS EN HORTALIZAS  
DE DOS PROCEDENCIAS COMERCIALIZADAS EN EL  
MERCADO MODELO DE CHACHAPOYAS, AMAZONAS,  
2020**

**Autora** : Bach. Jeriliana Grandez Alva

**Asesor** : Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz

**Co-asesor** : Mg. Eli Morales Rojas

**Registro N°:**

**CHACHAPOYAS – PERÚ  
2021**

## DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por guiarme en este camino y no dejarme caer en los momentos difíciles.

A mis padres José David Grández Portocarrero y Estelinda de Jesús Alva Vargas, quienes estuvieron siempre impulsándome a conseguir mis metas. Gracias a ellos soy lo que soy ahora, quienes fueron mi ejemplo de superación.

A mis hermanos Janeth y Jonathan por siempre apoyarme y darme sus sabios consejos.

A mis ángeles Avilio, Miguel y Elbertina, que, aunque ya no estén presentes fueron una gran motivación para alcanzar mis metas. A mi abuelita Zoila por sus consejos y su palabra de aliento.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ing. M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz a quien expreso mi gratitud y agradecimiento por su apoyo y asesoramiento en la culminación de este trabajo, al Ing. Eli Morales Rojas expreso mi gratitud por el apoyo de manera desinteresada durante todo el proceso de realización de la tesis, a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza, por mi formación profesional y personal además de brindarme las herramientas necesarias para poder desarrollarme en todos los campos de la vida y al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza

A los señores miembros del Jurado Calificador y Examinador: Ph. D. Ligia Magali García Rosero, Mg. Segundo Grimaldo Chávez Quintana y M. Sc. Elí Pariente Mondragón; por sus sugerencias, aportes, recomendaciones y paciencia que han permitido mejorar el presente trabajo de investigación.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ  
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**Dr. Policarpio Chauca Valqui**

**RECTOR**

**Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón**

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

**Dra. Flor Teresa García Huamán**

**VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

**M. Sc. Rosalynn Yohanna Rivera López**

**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS



**UNTRM**

**REGLAMENTO GENERAL**

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

### ANEXO 3-K

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (  )/Profesional externo (  ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada EVALUACIÓN DE METALES PESADOS EN HORTALIZAS DE DOS PROCEDENCIAS COMERCIALIZADAS EN EL MERCADO MODELO DE CHACHAPOYAS, AMAZONAS, 2020 del egresado JERILIANA GRÁNDEZ ALVA de la Facultad de INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 9 de SEPTIEMBRE del 2021

Firma y nombre completo del Asesor  
Dr. SEGUNDO MANUEL OLIVA CRUZ

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS



**UNTRM**

### REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

#### ANEXO 3-K

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ( X )/Profesional externo ( ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada EVALUACIÓN DE METALES PESADOS EN HORTALIZAS DE DOS PROCEDENCIAS COMERCIALIZADAS EN EL MERCADO MODELO DE CHACHAPOYAS, AMAZONAS, 2020 del egresado JERILIANA GRÁNDEZ ALVA de la Facultad de INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 9 de SEPTIEMBRE del 2021

.....  
Firma y nombre completo del Asesor

Ing. ELI MORALES ROJAS

**JURADO EVALUADOR**



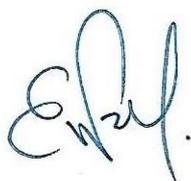
---

**Ph. D. Ligia Magali García Rosero**  
**PRESIDENTE**



---

**Mg. Segundo Grimaldo Chávez Quintana**  
**SECRETARIO**



---

**M.Sc. Elí Pariente Mondragón**  
**VOCAL**





**ANEXO 3-N**

**DICTAMEN N° .....**

**EVALUACIÓN DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis para obtener el Título Profesional denominada:

EVALUACIÓN DE METALES PESADOS EN HORTALIZAS DE DOS PROCEDENCIAS  
COMERCIALIZADAS EN EL MERCADO MODELO DE CHACHAPOYAS, AMAZONAS, 2020

presentada por el (la) estudiante ( )/egresado (X) JERILIANA GRÁNDEZ ALVA

de la Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL, después de revisar y

analizar el contenido de la citada Tesis, que tiene como asesor a

Dr. SEGUNGO MANUEL OLIVA CRUZ y Mg. ELI MORALES ROJAS acordamos:



- a) La citada Tesis para obtener el Título Profesional, cumple (X) los requisitos establecidos en el artículo 82° del Reglamento General para el Otorgamiento del Grado Académico de Bachiller, Maestro o Doctor y del Título Profesional en la UNTRM; en consecuencia se debe autorizar su impresión y sustentación.
- b) La citada Tesis para obtener el Título Profesional, no cumple ( ) los requisitos establecidos en el artículo 82° del Reglamento General para el Otorgamiento del Grado Académico de Bachiller, Maestro o Doctor y del Título Profesional en la UNTRM:
  - Por graves e insalvables deficiencias de forma y/o fondo ( ).
  - El autor de la citada Tesis no levantó las observaciones ( ) en el plazo establecido en el artículo 91° del citado Reglamento.

Chachapoyas, 17 de ENERO del 2022

SECRETARIO

VOCAL

PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....  
.....

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS .....	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....	vi
JURADO EVALUADOR .....	vii
ÍNDICE .....	viii
Índice de Tablas .....	ix
Índice de Figuras.....	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	13
II. MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
2.1. Área de estudio .....	15
2.2. Metodología .....	16
2.2.1. Recolección de Muestras .....	16
2.2.2. Determinación de cadmio, plomo, arsénico y cromo.....	16
2.3. Materiales y equipos .....	20
2.3.1. Materiales .....	20
2.3.2. Equipos .....	20
2.4. Análisis estadístico .....	20
III. RESULTADOS .....	21
3.1. Cuantificación las concentraciones de metales pesados en especies de hortalizas seleccionadas .....	21
3.2. Concentración de metales pesados respecto a los límites máximos permisibles de las normas internacionales.....	24
IV. DISCUSIÓN .....	25
V. CONCLUSIONES .....	27
VI. RECOMENDACIONES .....	28
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
ANEXOS.....	34

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Concentración de metales pesados en especies de hortalizas de dos lugares de procedencia .....	215
<b>Tabla 2.</b> Concentración de metales pesados en especies de hortalizas comparados con los límites máximos permisibles de las normas internacionales.....	24

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación .....	155
<b>Figura 2.</b> Proceso metodológico para la cuantificación de metales pesados en las hortalizas .....	157
<b>Figura 3.</b> Flujograma de la preparación de las muestras .....	158
<b>Figura 4.</b> Flujograma de la metodología de determinación de metales pesados. ....	159
<b>Figura 5.</b> Concentración de arsénico por lugar de procedencia; concentración de arsénico por tipo de cultivo.....	21
<b>Figura 6.</b> Concentración de arsénico por tipo de cultivo por lugar de procedencia .....	22
<b>Figura 7.</b> Concentración de cromo por lugar de procedencia; concentración de cromo por tipo de cultivo .....	152
<b>Figura 8.</b> Concentración de cromo por tipo de cultivo por lugar de procedencia .....	153
<b>Figura 9.</b> Concentración de plomo por lugar de procedencia; concentración de plomo por tipo de cultivo .....	153
<b>Figura 10.</b> Concentración de plomo por tipo de cultivo y lugar de procedencia .....	24
<b>Figura 11.</b> Concentración de los metales pesados comparados con los LMP de las normas internacionales .....	25

## Resumen

Las hortalizas se consumen continuamente debido sus beneficios en la dieta humana. Sin embargo, en los últimos años muchos cultivos se vienen contaminando con metales pesados que son dañinos para la salud humana. En este sentido, el estudio se realizó con el objeto de evaluar la concentración arsénico, cromo, cadmio y plomo en cebolla (*Allium fistulosum* y *Allium cepa*), tomate (*Solanum lycopersicum*) y apio (*Apium graveolens*) de dos procedencias (local – provincia Chachapoyas y de la costa) que son comercializadas en el mercado modelo de la ciudad de Chachapoyas. Se tomaron seis muestras en tres fechas distintas del mes de noviembre, las cuales fueron recolectadas mediante un muestreo no probabilístico. Para la determinación del contenido de metales pesados se utilizó el espectrómetro MP-AES Agilent 4100. La concentración de As, Cr y Cd en las hortalizas se mantuvieron por debajo de los LMP de las normas internacionales con las que se las compararon; sin embargo, la concentración de Pb superó los LMP en todas las muestras analizadas, obteniendo el valor más bajo en las muestras de apio de procedencia local (0,15 mg/kg) y el valor más alto las muestras de tomate de la costa (0,21 mg/kg). Por lo tanto, concluimos que sólo el Pb es superior al LMP con el que fue comparado.

**Palabras clave:** metales pesados, hortalizas, contaminación por metales pesados, contaminación en alimentos.

### **Abstract**

Vegetables are consumed continuously due to their benefits in the human diet. However, in recent years many crops have been contaminated with heavy metals that are harmful to human health. In this sense, the study was carried out to evaluate the arsenic, chromium, cadmium and lead concentration in onion (*Allium fistulosum* and *Allium cepa*), tomato (*Solanum lycopersicum*) and celery (*Apium graveolens*) from two sources (location - province of Chachapoyas and the coast) that are sold in the model market of the city of Chachapoyas. Six samples were taken on three different dates in November, which were collected through non-probability sampling. The Agilent 4100 MP-AES spectrometer was used to determine the content of heavy metals. The concentration of As, Cr and Cd in vegetables were kept below the LMP of the international standards with which they were compared; However, the Pb concentration exceeded the LMP in all the samples analyzed, obtaining the lowest value in the celery samples of local origin (0.15 mg / kg) and the highest value in the tomato samples from the coast (0,21 mg / kg). Therefore, we conclude that only Pb is superior to the LMP with which it was compared.

**Keywords:** heavy metals, vegetables, heavy metal contamination, food contamination.

## I. INTRODUCCIÓN

Según Organización Mundial de la Salud (OMS) (2017), las hortalizas ocupan un lugar importante dentro de la alimentación diaria, por el contenido de vitaminas y minerales (potasio, calcio, magnesio, cloro, hierro, cobre, manganeso y yodo).

La presencia de metales pesados en alimentos de origen vegetal como las hortalizas, se debe por lo general al uso excesivo de agroquímicos y en algunas ocasiones por el uso de aguas residuales para su riego (Durán et al. 2017). Guzmán et al. (2016) determinó que la absorción de agroquímicos en hortalizas depende el tipo de planta, y se da especialmente aquellas hortalizas que son de hoja, los cuales no son eliminados mediante la preparación de los alimentos. En algunos casos la presencia de metales pesados en hortalizas está relacionada con la minería, causando conflictos socioambientales debido a la generación de sustancias tóxicas, los metales pesados se concentran en el suelo, luego son impregnados en las plantas (Martí et al. 2002; Madueño y García 2019).

El inadecuado uso de plaguicidas perturba los componentes del ambiente y puede ocasionar residuos de plaguicidas en las hortalizas (Guerrero, 2003). En este sentido la contaminación por mercurio (Hg), arsénico (As), cadmio (Cd) y plomo (Pb) está muy relacionado con los escenarios de cultivo; debido a esto, el consumo de verduras con metales pesados trae afectaciones sobre diferentes partes del organismo (González et al. 2020; Buendía, 2018; Reyes et al. 2016). El consumo prolongado de verduras con concentraciones de metales pesados puede afectar la salud humana y puede ocasionar efectos adversos como el cáncer, si es que las hortalizas tuvieran cadmio (Giuffré et al. 2005; Estupiñan, 2016; Mirabent, 2015).

Fiallos (2017), realizó una investigación donde determinó el contenido de metales pesados y la calidad microbiológica en frutas y vegetales que se venden en los mercados de la ciudad de Ambato, Colombia, además de que los valores encontrados sobrepasaron los límites permisibles en la calidad de alimentos para Zn, Mn, Hg, Pb, Cd y Cu. Así también, Juan de Dios (2018), determinó concentraciones de Cadmio y Arsénico en cebolla (*Allium cepa*) en Lima Metropolitana, los cuales sobrepasan el límite máximo determinado por la OMS/FAO. Del mismo modo, (Marín, 2019), comparó la concentración de dos metales pesados en orégano (*Oreganum vulgare*) y aceituna (*Olea europaea*) en Tacna; en base a estos antecedentes podemos decir que existe presencia de

metales pesados en hortalizas. Sin embargo, en la ciudad de Chachapoyas, no existe un estudio de este tipo, lo cual conlleva a un vacío de información, que las autoridades requieren para la toma de decisiones.

En base a lo mencionado, el objetivo del estudio fue evaluar la concentración de metales pesados en hortalizas de dos procedencias comercializadas en el mercado Modelo de Chachapoyas. Teniendo como objetivos específicos la cuantificación de las concentraciones de metales pesados en especies de hortalizas seleccionadas y evaluar la concentración de metales pesados en las hortalizas de dos procedencias respecto a los Límites Máximos Permisibles de las normas Codex Alimentarius (FAO/OMS) y de seguridad alimentaria de la Unión Europea. Se comparó con normas internacionales debido a que en Perú existe escasos estudios de metales pesados en hortalizas y por contar con zonas de altos niveles de contaminación ambiental (Medina-Pizzali et al., 2018).

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Área de estudio

La ciudad de Chachapoyas está ubicada en el Norte del Perú, se encuentra en el departamento de Amazonas, a una altitud de 2483 msnm y tiene una población de 32 026 habitantes (INEI, 2017).

En la actualidad Chachapoyas cuenta con seis mercados de venta de productos tanto de abarrotes como agrícolas, los cuales son: el mercado Modelo (central), mercado la Unión, mercado Yance, mercado Requejo, mercado Pedro Castro y el mercado Mayorista. El estudio se realizó con las muestras obtenidas del mercado Modelo (Figura 1).

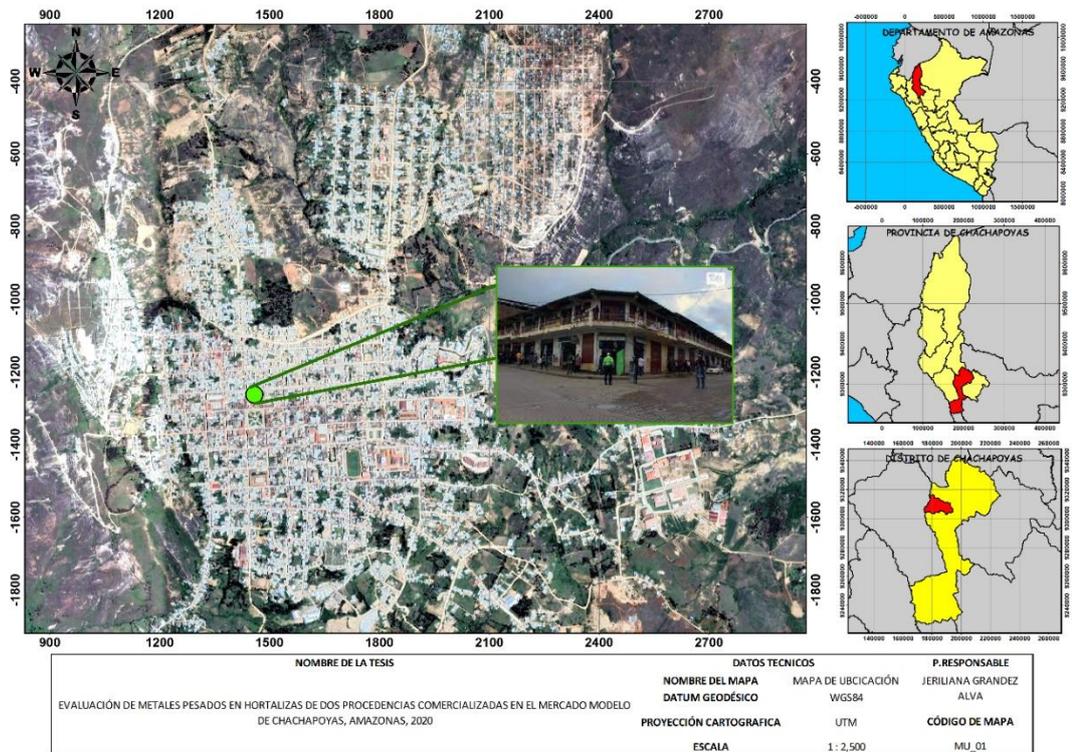


Figura 1. Mapa de ubicación

## **2.2. Metodología**

### **2.2.1. Recolección de Muestras**

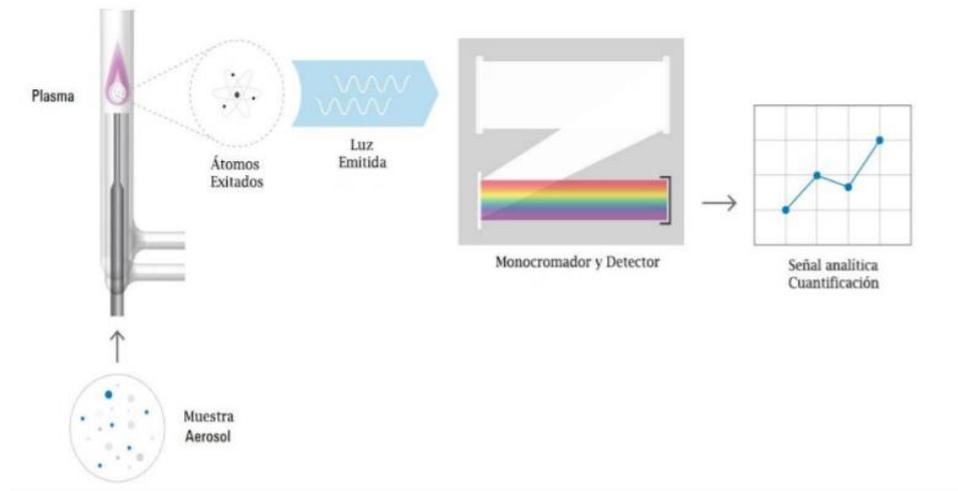
Se tomaron muestras por triplicado en el mes de noviembre del 2020. Se utilizó el método de muestreo no probabilístico (por conveniencia), el cual nos permitió elegir la muestra que más adecuada (según su procedencia) (Otzen & Manterola 2017).

Las muestras se colectaron durante las mañanas (6:00 am.), debido a que las hortalizas locales son traídas al mercado a esa hora para ser expandidas y poderlos encontrar más frescas. Las muestras estuvieron compuestas por tres hortalizas (cebolla, tomate y apio) tanto locales como de la costa. Se utilizó bolsas de polietileno con cierre hermético. Estas fueron transportadas para su análisis en el Laboratorio de Aguas y Suelos del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM).

### **2.2.2. Determinación de cadmio, plomo, arsénico y cromo.**

#### **a) Fundamento de método empleado.**

La determinación de metales pesados como el cadmio, plomo, arsénico y cromo en muestras de tomate (*Solanum lycopersicum*), cebolla (*Allium fistulosum*, *Allium cepa*) y apio (*Apium graveolens*) se realizó mediante el método de Espectrometría de Emisión Atómica (Figura 2).



Fuente: Azcarate, 2017

*Figura 2.* Proceso metodológico para la cuantificación de metales pesados en las hortalizas.

(Azcarate, 2017), menciona que el principio del método de espectrometría de emisión atómica <sup>132</sup>. En el proceso de emisión en el espectrómetro la muestra es transportada por medio de una bomba hasta el sistema nebulizador donde es convertida en aerosol; el aerosol pasa al centro del plasma caliente, se seca, se descompone y luego se atomiza. El plasma es generado al someter un flujo de gas nitrógeno a una zona donde se aplica radiación microondas. Los átomos de la muestra emiten radiaciones a una longitud de onda que es característica de cada elemento. Luego el detector mide la intensidad de dicha radiación; la información es procesada por un sistema informático.

## b) Preparación de muestras

Se realizaron diferentes procedimientos para la preparación de muestras antes de ser analizadas, las cuales se describen a continuación en la figura 3.

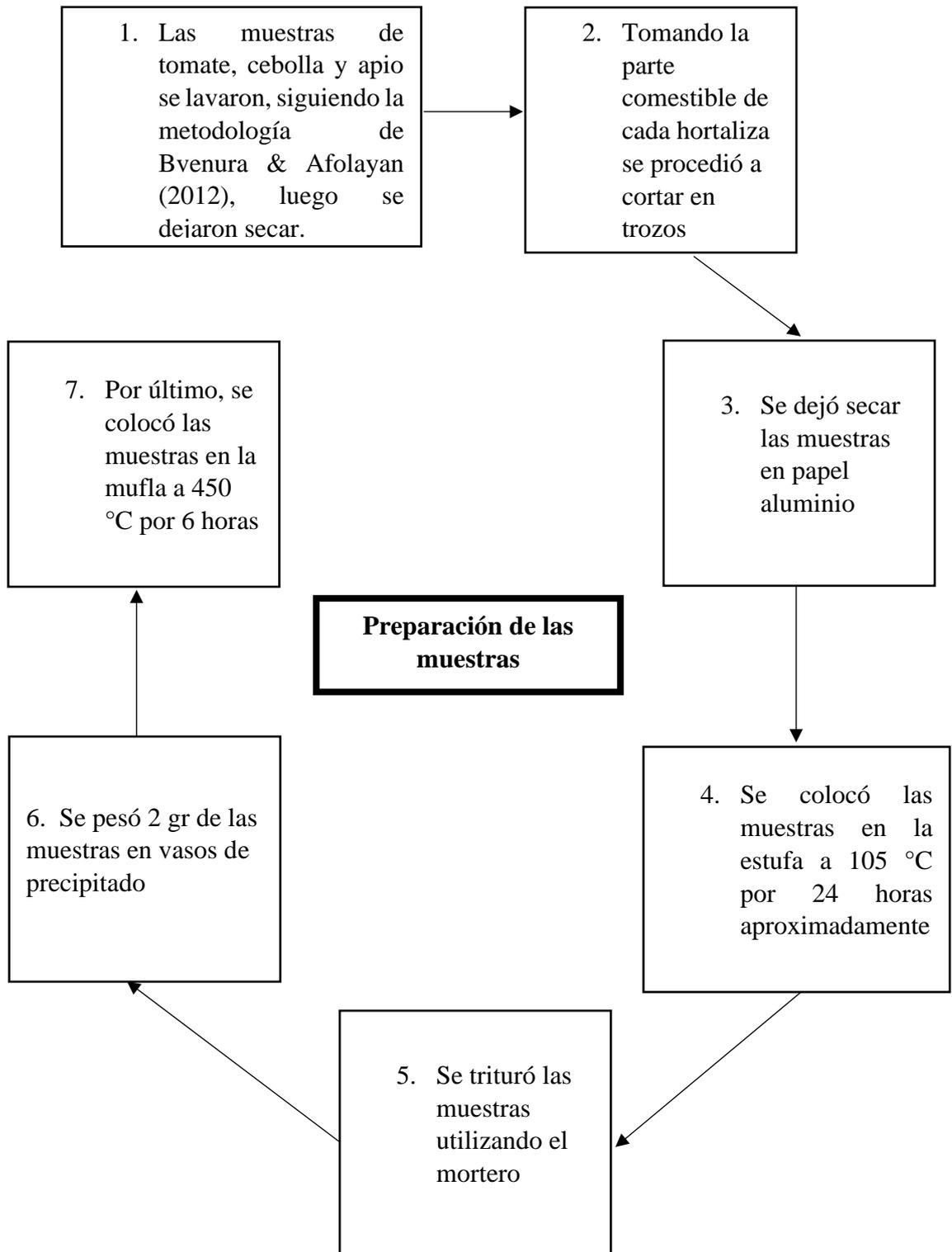
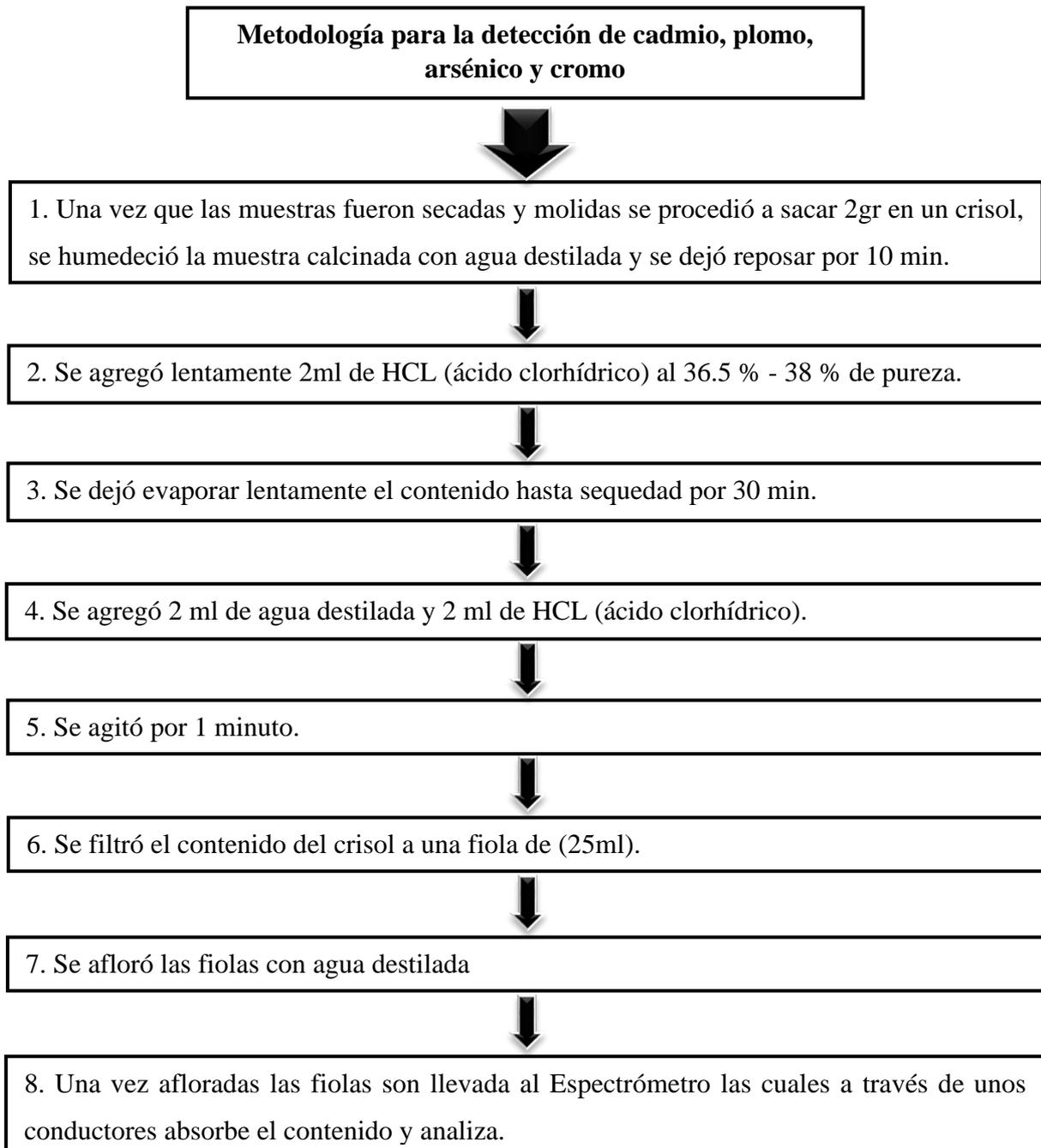


Figura 3. Flujograma de la preparación de las muestras.

**c) Metodología para la detección de metales pesados.**

Se realizaron diferentes procedimientos para la detección cadmio, plomo, arsénico y cromo, en las muestras que serán estudiadas; las cuales se describen a continuación en la figura 4.



*Figura 4.* Flujograma de la metodología de determinación de metales pesados (Cardenas, 2012).

## **2.3. Materiales y equipos**

### **2.3.1. Materiales**

- Fiolas 50 y 25 ml
- Crisol
- Gotero
- Probetas de 10 ml
- Vasos de precipitados
- Papel de filtrado de celulosa
- Embudos de líquidos.
- Mortero
- Pipetas de 5 ml, 10 ml, 50 ml y 100 ml
- Balanza analítica
- Bisturí de alimentos
- Bolsas de polipropileno con cierre hermético.

### **2.3.2. Equipos**

- Espectrómetro MP-AES AGILENT 4100.
- Estufa.
- Mufla.
- Campana Extractora

## **2.4. Análisis estadístico**

Los datos fueron analizados con el Software estadístico InfoStat/P versión 2018 (Di Rienzo et al., 2008). Mediante estadística descriptiva se calculó las medias y desviaciones estándar de las concentraciones de metales pesados por especie de hortalizas y su lugar de procedencia. Así mismo, para comparar los niveles máximos permitidos por Codex y UE, se utilizó hoja cálculo de Excel.

### III. RESULTADOS

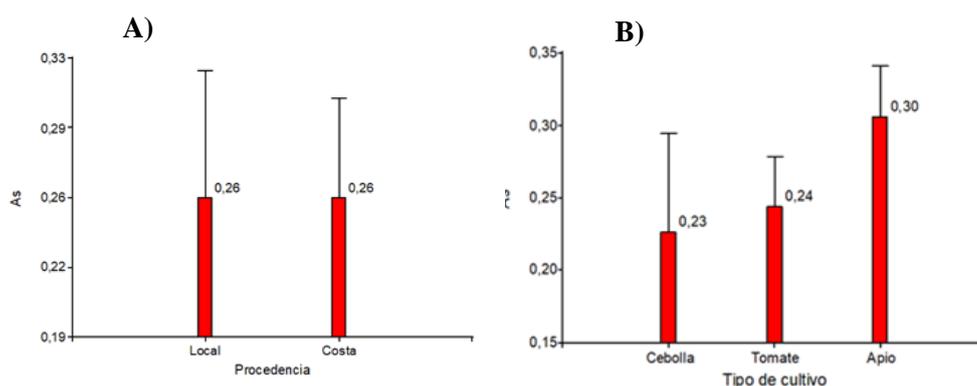
#### 3.1. Cuantificación las concentraciones de metales pesados en especies de hortalizas seleccionadas

La tabla 1 muestra los resultados de los niveles de concentración de metales pesados analizados en las 18 muestras de tomate, cebolla y apio de dos procedencias.

*Tabla 1.* Concentración de metales pesados en especies de hortalizas de dos lugares de procedencia (media  $\pm$  desviación estándar en mg/kg).

Cultivo	As	Cr	Cd	Pb
Tomate local	0,23 $\pm$ 0,08	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,18 $\pm$ 0,02
Tomate costa	0,25 $\pm$ 0,03	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,21 $\pm$ 0,04
Cebolla local	0,23 $\pm$ 0,08	0,01 $\pm$ 0,01	0,00 $\pm$ 0,00	0,2 $\pm$ 0,01
Cebolla costa	0,22 $\pm$ 0,06	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,17 $\pm$ 0,01
Apio local	0,31 $\pm$ 0,05	0,03 $\pm$ 0,01	0,00 $\pm$ 0,00	0,15 $\pm$ 0,02
Apio costa	0,3 $\pm$ 0,02	0,03 $\pm$ 0,03	0,00 $\pm$ 0,00	0,17 $\pm$ 0,01

De acuerdo con la procedencia de las hortalizas se puede observar que la concentración de arsénico en el apio local y el de la costa tienen los mismos valores (0,26 mg/kg) (Figura A). Mientras que los niveles de concentración del arsénico por el tipo de cultivo, para el apio son altos (0,30 mg/kg) (Figura 5).



En la figura 6, se muestra los niveles de concentración del arsénico según el tipo de cultivo y el lugar de procedencia, donde los mayores niveles de concentración de arsénico fueron para el apio local y de la costa con valores de 0,31 y 0,30 mg/kg respectivamente.

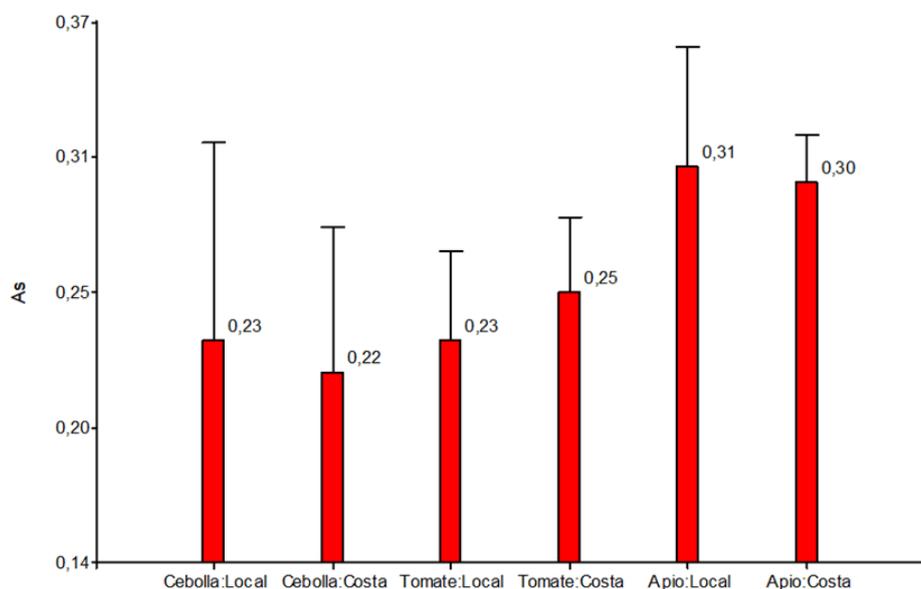


Figura 6. Nivel de concentración de arsénico (mg/kg) por tipo de cultivo por lugar de procedencia.

Los niveles de concentración de cromo por lugar de procedencia, resultó que las hortalizas locales tuvieron el valor más elevado (Figura 7 A). Mientras que los niveles de concentración de cromo por tipo de hortaliza, el valor máximo fue para el apio (0,030 mg/kg) y para el tomate no se reporte valores de cromo (Figura 7 B).

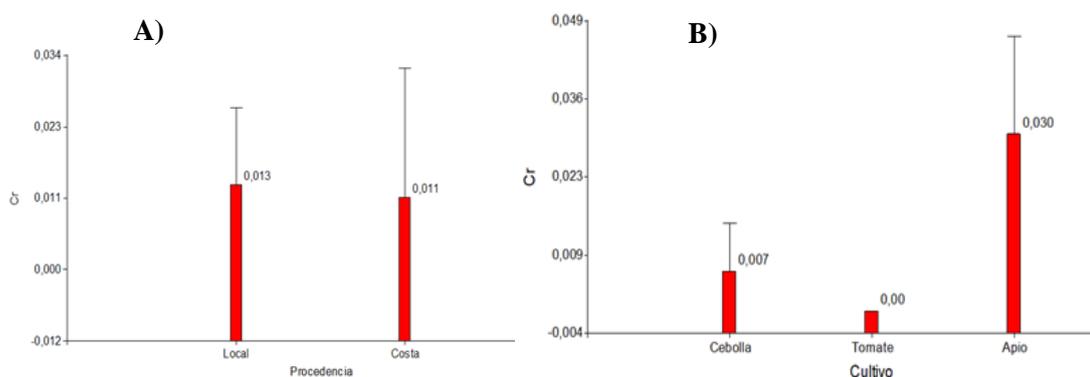


Figura 7. Nivel de concentración de cromo (mg/kg) por lugar de procedencia (A); nivel de concentración de cromo (mg/kg) por tipo de cultivo (B).

Figura 8, se muestra los niveles de concentración de cromo según el tipo de cultivo y lugar de procedencia, donde los valores más elevados fue para el apio local y de la costa.

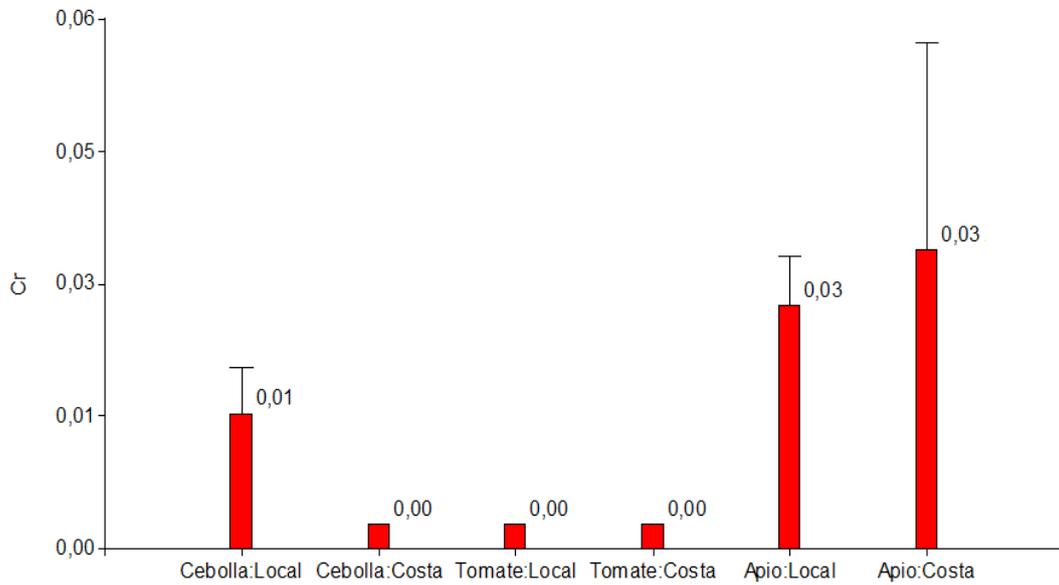


Figura 8. Nivel de concentración de Cromo (mg/kg) por tipo de cultivo por lugar de procedencia.

Los niveles de concentración de plomo por lugar de procedencia son iguales (Figura 9 A). Mientras que la concentración de cromo por el tipo de cultivo, el tomate fue el que arrojó mayor concentración (Figura 9 B).

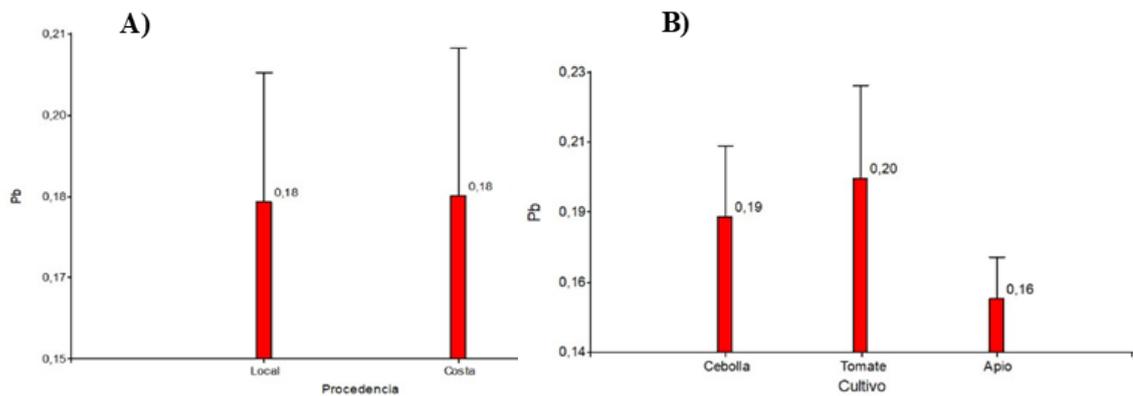


Figura 9. Nivel de concentración de plomo (mg/kg) por lugar de procedencia (A); nivel de concentración de plomo (mg/kg) por tipo de cultivo (B).

Figura 10, los niveles de concentración de plomo para apio de procedencia local se evidenció la menor concentración (0,15 mg/kg), mientras que el tomate de la costa arrojó los valores más altos (0,21 mg/kg).

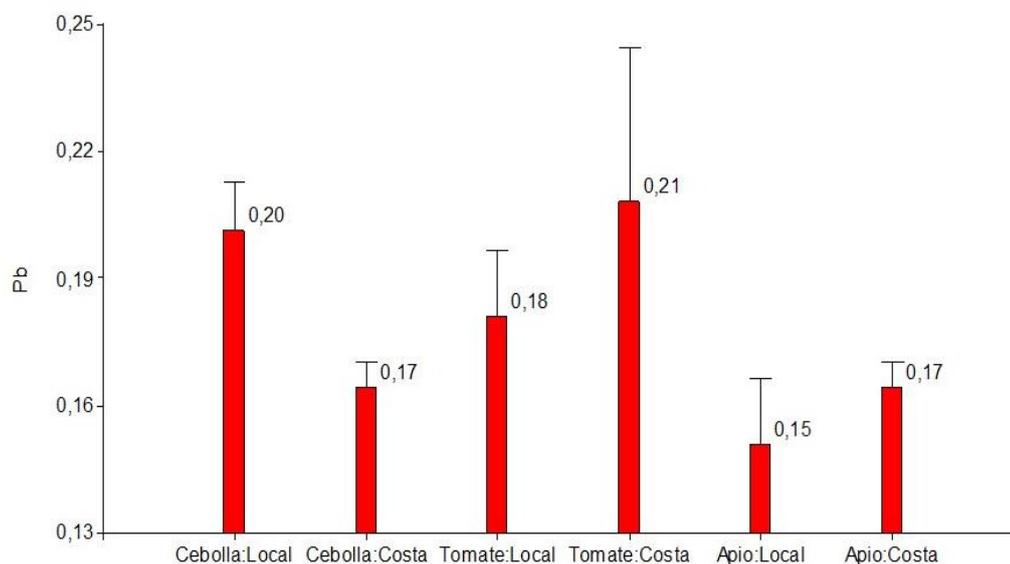


Figura 10. Nivel de concentración de plomo (mg/kg) por tipo de cultivo y lugar de procedencia

### 3.2. Concentración de metales pesados en las hortalizas de dos procedencias respecto a los límites máximos permisibles de las normas Codex Alimentarius (FAO/OMS) y de seguridad alimentaria de la Unión Europea.

Tabla 2, se observa que el plomo supera los límites máximos permisibles de las normas Codex Alimentarius (FAO/OMS) y de seguridad alimentaria de la Unión Europea (UE). Así como también se muestra la comparación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos.

Tabla 2. Concentración de metales pesados en especies de hortalizas comparados con los límites máximos permisibles de las normas internacionales.

Parámetros	Hortalizas evaluadas						Límite máximo permisible		
	Cebolla Local	Cebolla Costa	Tomate Local	Tomate Costa	Apio Local	Apio Costa	CODEX (mg/kg)	UE (mg/kg)	ECA SUELOS (mg/kg)
As	0.233	0.220	0.233	0.253	0.307	0.300	0.5	NC	50
Cr	0.013	0.000	0.000	0.000	0.027	0.033	NC	0.1	0.4
Cd	0.007	0.000	0.003	0.003	0.007	0.003	0.05	NC	1.4
Pb	0.203*	0.167*	0.183*	0.210*	0.153*	0.167*	0.1	0.1	70

NC=No contemplado en la norma; \*=Valores que sobrepasan los límites máximos permisibles.

Figura 11, se observa las concentraciones de los metales pesados comparados con las respectivas normas; en el cual, el plomo supera los límites máximos permisibles de las normas Codex Alimentarius (FAO/OMS) y de seguridad alimentaria de la Unión Europea (UE).

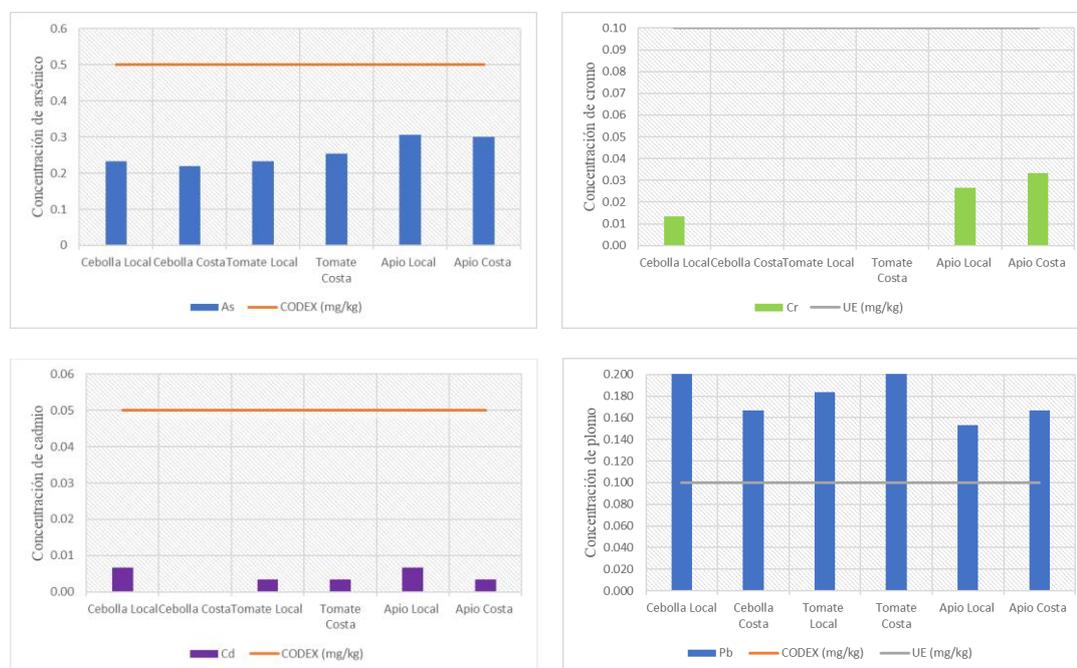


Figura 11. Concentración de los metales pesados comparados con normas internacionales.

#### IV. DISCUSIÓN

La concentración de arsénico, aunque no supere los límites establecidos por los organismos internacionales, muestra niveles más altos para el apio de procedencia local, con valores de 0,31 y 0,30 mg/kg para el de la costa. El arsénico en los alimentos puede ser adquirido por efectos de ceniza volcánica, el agua, el suelo y los pesticidas; también puede deberse a la utilización de insecticidas con base en arsénico o fósforo debido a que estos inducen la acumulación de arsénico en los tejidos vegetales (Fiallos, 2017). Otro de los problemas de la presencia de arsénico, puede deberse a los suelos en que se cultiva, los sedimentos y el agua con las que se riega (Chuan-ping et al., 2012). Sin embargo, las concentraciones más elevadas están relacionadas de manera directa con regiones mineras, convirtiéndose una preocupación a nivel mundial debido a la impregnación en los cultivos (Alonso et al., 2014; Tripathi et al., 2007).

La mayor concentración de cromo fue de 0,03 mg/kg para el apio local y de la costa, dado que el apio, puede acumular cromo en sus partes comestibles y no comestibles (Wang et al., 2019). Generalmente la concentración de cromo, es debido a los componentes naturales de los suelos (Mihaileanu et al., 2019). El cromo en concentraciones menores puede ser útil para estabilizar los niveles de glucosa en la sangre; sin embargo, si estos valores fueran excesivos, provocaría latidos irregulares del corazón, malestar estomacal (Järup, 2003). Peor aún si estas hortalizas son consumidas sin un adecuado lavado (Nabulo et al., 2012).

El plomo fue el metal pesado que se encontró en altas concentraciones en el apio, cebolla y tomate. La contaminación por plomo es generalmente mayor en los alimentos de origen vegetal, especialmente las verduras de hoja, debido a la absorción de la planta y la existencia de un suelo contaminado con este metal (Reyes et al., 2016; Malavolti et al., 2020). La presencia de plomo puede deberse al uso de agroquímico como pesticidas y fertilizantes, lodos residuales y compost (Olivares, 2013; Guzmán et al., 2016). También se puede atribuir a otras actividades antropogénicas como el arrojado de depósitos de pintura y de basura que contienen partes electrónicas (John et al., 2017). Las concentraciones elevadas de plomo también pueden estar influenciadas en los cultivos que se encuentran al borde de las carreteras (Grace Nabulo et al., 2006).

Con respecto a la exposición al plomo ocurre principalmente a través de la cadena alimentaria, a largo plazo el Pb a través de la ingesta de alimentos, que puede causar efectos adversos para la salud (incluso a niveles relativamente bajos), por lo cual se viene estudiando para la evaluación de riesgos para la salud humana (Ćwieląg-Drabek et al., 2020).

El riego de hortalizas con aguas residuales, debe ser monitoreado y controlada mediante algunos planes de gestión, de esa manera evitar riesgos para la salud en los grupos de consumidores (Atamaleki et al., 2019). Para reducir algunos contaminantes como los metales pesados en los cultivos, se debe mejorar el sistema de transporte y el manejo de los productos agrícolas para reducir la introducción de metales pesados en dichos cultivos. (Onwuka et al., 2019).

Con respecto a las concentraciones de plomo, el nivel más alto encontrado fue en el tomate de la costa 0,21 ppm; valor superior a lo que obtuvo Heshmati et al., (2020) 0,007 mg/kg para el tomate. Así mismo, Sharma et al. (2016), encontró valores de plomo

elevados en (1,20 mg / kg) en sitios que estaba cerca del drenaje de aguas residuales pero regado con agua subterránea. En ese sentido se deben es importante futuras investigaciones y determinar factores de corrección, tales como principios de buenas prácticas agrícolas con fines de la protección del consumidor (CODEX, 1999).

Es necesario rescatar que las concentraciones de los metales pesados tales como el cadmio, cromo y arsénico, comparado con los límites establecidos para hortalizas (Cebolla, tomate y apio) tanto de la costa como las de procedencia local, no sobre pasaron los LMP establecidos por las normas Codex Alimentarius (FAO/OMS) y de seguridad alimentaria de la Unión Europea. Donkor et al. (2017), también encontró que el 18,99% de las muestras hortalizas de hoja tenían detecciones de metales por debajo de los valores de referencia FAO/OMS. Sin embargo, otros estudios revelan, que el contenido de metales varía mucho entre las distintas muestras (diferentes procedencias), lo que indica que no existe una composición estándar (Çelik et al., 2018). Con respecto a la comparación de los parámetros evaluados y los ECA, fue importante por ser una referencia en cuanto al contenido de metales pesados y otros contaminantes presentes en los suelos en su condición de cuerpo receptor, así como la importancia en la salud de la población (Andrade, 2020), siendo importante porque las concentraciones de metales pesados en hortalizas no deben representan ningún riesgo para la salud humana y del medio ambiente (MINAM, 2017).

## **V. CONCLUSIONES**

La concentración de cadmio y arsénico para las hortalizas tomate, cebolla y apio expandidas en el mercado Central de Chachapoyas de procedencia local como de costa no superaron los límites máximos permisibles establecidos por las normas Codex Alimentarius (FAO/OMS) y de seguridad alimentaria de la Unión Europea.

La concentración de cromo para las hortalizas analizadas: tomate, cebolla y apio que son vendidas en el mercado de Chachapoyas de procedencias local y de la costa no superan los límites máximos permisibles para Cromo de las normas Codex Alimentarius (FAO/OMS) y de seguridad alimentaria de la Unión Europea.

La concentración de plomo obtenidos evidenció que superan los límites máximos permisibles de las normas Codex Alimentarius (FAO/OMS) y de seguridad alimentaria de la

Unión Europea, tanto en tomate, cebolla y apio de procedencia local como de procedencia de la costa.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Realizar investigaciones similares en alimentos, principalmente hortalizas o tubérculos que procedentes de los diversas partes del país, pues estos tienen importancia en la dieta de muchas personas y que a consecuencia varios factores pueden mostrar niveles altos de diferentes contaminantes y/o metales pesados.

Se recomienda dar a conocer a las autoridades competentes estos resultados y profundizar los estudios en más hortalizas y analizarlos por tiempos las prolongados, con el fin de que se puedan implementar medidas de seguridad alimentaria.

Este estudio se debe dar a conocer como un estudio preliminar

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Abid, M., Danish, S., Zafar-ul-Hye, M., Shaaban, M., Iqbal, M. M., Rehim, A., Qayyum, M. F., & Naqqash, M. N. (2017). Biochar increased photosynthetic and accessory pigments in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants by reducing cadmium concentration under various irrigation waters. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(27), 22111–22118. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9866-8>
- Alonso, D. L., Latorre, S., Castillo, E., & Brandão, P. F. B. (2014). Environmental occurrence of arsenic in Colombia : A review. *Environmental Pollution*, 186, 272–281. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.12.009>
- Andrade Linarez, K., Castillo Coaquira, I., & Quispe Riquelme, R. (2020). DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN SUELOS AGRÍCOLAS Y SUELOS PARA CULTIVO DE *Solanum tuberosum* DE LA BAHÍA INTERIOR DE PUNO. *Investigación & Desarrollo*, 20(1), 147-153
- Atamaleki, A., Yazdanbakhsh, A., Fakhri, Y., Mahdipour, F., Khodakarim, S., & Mousavi, A. (2019). The concentration of potentially toxic elements ( PTEs ) in the onion and tomato irrigated by wastewater : A systematic review ; meta-analysis and health risk assessment. *Food Research International*, 125(June), 108518.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108518>

- Azcarate, R. (2017). *Optimizción de variables para la determinación de arsénico por generación de hidruros mediante Espectrometría de Emisión Atómica por plasma Microondas (MPAES)*.
- Buendía, B. F. (2018). *Evaluación de la concentración de metales pesados en frutos de Passiflora ligularis por uso intensivo de agroquímicos Oxapampa , Pasco*.
- CARDENAS, A. (2012). Presencia del cadmio en algunas parcelas de cacao orgánico en la cooperativa Agraria Industrial Naranjillo - Tingo María - Perú. *Universidad Nacional Agraria de La Selva*, 96. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/153>
- Çelik, A., Yaman, H., Turan, S., Kara, A., Kara, F., Zhu, B., Qu, X., Tao, Y., Zhu, Z., Dhokia, V., Nassehi, A., Newman, S. T., Zheng, L., Neville, A., Gledhill, A., Johnston, D., Zhang, H., Xu, J. J., Wang, G., ... Dutta, D. (2018).
- Chuan-ping, L., Chun-ling, L., Xiang-hua, X., Chuang-an, W., Fang-bai, L., & Gan, Z. (2012). Chemosphere Effects of calcium peroxide on arsenic uptake by celery ( *Apium graveolens L.* ) grown in arsenic contaminated soil. *Chemosphere*, 86(11), 1106–1111. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.12.033>
- CODEX. (1999). Norma General Del Codex Stan 193-1995, Para Los Contaminantes Y Las Toxinas Presentes En Los Alimentos Y Piensos. *Codex Stan 193\_1995*, 1–48.
- Ćwieląg-Drabek, M., Piekut, A., Gut, K., & Grabowski, M. (2020). Risk of cadmium, lead and zinc exposure from consumption of vegetables produced in areas with mining and smelting past. *Scientific Reports*, 10(1), 3363. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60386-8>
- Di Rienzo, J., Balzarini, M., Robledo, C., Casanoves, F., Gonzales, L., & Tablada, E. (2008). *InfoStat, versión 2008. Manual del Usuario* (Issue November 2015). FCA Universidad Nacional de Córdoba.
- Donkor, A., Fordjour, L. A., Tawiah, R., Asomaning, W., Dubey, B., Osei-Fosu, P., Ziwu, C., & Mohammed, M. (2017). Evaluation of trace metals in vegetables sampled from farm and market sites of Accra Metropolis, Ghana. *International Journal of Environmental Studies*, 74(2), 315–324. <https://doi.org/10.1080/00207233.2016.1261599>

- Durán, A., González, M. I., Vargas, G., & Mora, D. (2017). Situaciones de riesgo potencial relacionadas con la aplicación de agroquímicos en los sistemas hortícolas. *Agronomía Costarricense*, 41(2), 67–77.  
<https://doi.org/10.15517/rac.v41i2.31300>
- E Onwuka, K., U Christopher, A., JC, I., & C Victor, A. (2019). A Study on Heavy Metals Comparison in Processed Tomato Paste and Fresh Tomatoes Sold in a Market in Umuahia Metropolis of Abia State Nigeria. *Journal of Analytical Techniques and Research*, 01(01), 26–32. <https://doi.org/10.26502/jatri.004>
- Estupiñan, J. M. (2016). *Evaluación del riesgo en la salud humana por consumo de vegetales irrigados con aguas que contienen metales pesados en un sector de la cuenca del río Tunjuelo*. 1–160.
- 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. *Universidad Técnica De Ambato Facultad De Ciencia E Ingeniería En Alimentos Carrera De Ingeniería Bioquímica*, 61.  
<http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25296>
- Giuffré, L., Ratto, S., Marbán, L., Schonwald, J., & Romaniuk, R. (2005). Riesgo por metales pesados en horticultura urbana. *Ciencia Del Suelo*, 23(1), 101–106.
- González, C., Orué, R., Morel, M., Adorno, C., & Bañuelos, F. (2020). “ *Factores de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles en estudiantes de odontología .*” 2(1), 5–11.
- Guerrero, J. (2003). Estudio de residuos de plaguicidas en frutas y hortalizas en áreas específicas de Colombia. *Redalyc*, 21, 198–209.
- Guzmán, P., Guevara, R., Olguín, J., & Mancilla, O. (2016). Perspectiva campesina , intoxicaciones por plaguicidas y uso de agroquímicos. *Idesia*, 34(3), 69–80.
- Heshmati, A., Mehri, F., Karami-Momtaz, J., & Khaneghah, A. M. (2020). Concentration and risk assessment of potentially toxic elements, lead and cadmium, in vegetables and cereals consumed in western Iran. *Journal of Food Protection*, 83(1), 101–107. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-19-312>
- Järup, L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*, 68,

167–182. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldg032>

- John, D., Ekanem, E., Shibdawa, M., Dauda, B., & Mustapha, A. (2017). *Assessment and effects of Lead ( Pb ) and Chromium ( Cr ) from vegetables grown by waste water irrigation at doctor ' s quarters in Bauchi metropolis , Nigeria*. 6(6), 2083–2085.
- Juan de Dios, M. (2018). Niveles de arsénico y cadmio en muestras de cebolla ( Allium cepa ) expendidas en la ciudad de Lima. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos Facultad de Farmacia y Bioquímica Escuela Profesional de Toxicología Niveles*, 1–103.
- Madueño, F., & García, M. (2019). Determinación de metales pesados (Plomo y Cadmio) en lechuga (*Lactuca sativa*) de mercados de Lima Metropolitana. *Ciencia e Investigación*, 21, 19–23.
- Malavolti, M., Fairweather-Tait, S. J., Malagoli, C., Vescovi, L., Vinceti, M., & Filippini, T. (2020). Lead exposure in an Italian population: Food content, dietary intake and risk assessment. *Food Research International*, 137(April), 109370. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109370>
- Marín, L. A. (2019). Comparación de la concentración de dos metales pesados (cadmio y plomo) en orégano (*Oreganum vulgare*) y aceituna (*Oleo europaea*) cosechados en la Pampa Sitana y La Yarada de la Región Tacna, 2019. *UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA*, 1–86. <http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>
- Martí, L., Cavagnaro, M., & Burba, J. N. (2002). Metales pesados en fertilizantes fosfatados, nitrogenados y mixtos. *FCA UNCuyo Review*, 34(2), 43–48.
- Medina-Pizzali, M. L., Robles, P., Mendoza, M., & Torres, C. (2018). Arsenic intake: Impact in human nutrition and health. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35(1), 93–102. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.351.3604>
- Mihaileanu, R. G., Neamtii, I. A., Fleming, M., Pop, C., Bloom, M. S., Roba, C., Surcel, M., Stamatian, F., & Gurzau, E. (2019). Assessment of heavy metals (total chromium, lead, and manganese) contamination of residential soil and homegrown vegetables near a former chemical manufacturing facility in Tarnaveni, Romania. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(1).

<https://doi.org/10.1007/s10661-018-7142-0>

- MINAM. (2017). Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para suelo. *Normas Legales*, 12–15. [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)
- Mirabent, C. (2015). Determinación de metales en hortalizas y parámetros físico-químicos de las aguas de riego de dos organopónicos de Camagüey Alumno: *Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. FACULTAD*, 1–66.
- Nabulo, G., Black, C. R., Craigon, J., & Young, S. D. (2012). Does consumption of leafy vegetables grown in peri-urban agriculture pose a risk to human health? *Environmental Pollution*, 162, 389–398. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.11.040>
- Nabulo, Grace, Oryem-Origa, H., & Diamond, M. (2006). Assessment of lead, cadmium, and zinc contamination of roadside soils, surface films, and vegetables in Kampala City, Uganda. *Environmental Research*, 101(1), 42–52. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2005.12.016>
- Olivares, S. (2013). Niveles de cadmio, plomo, cobre y zinc en hortalizas cultivadas en una zona altamente urbanizada de la ciudad de la habana, Cuba. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 29(4), 285–293.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017). Informe sobre la salud en el mundo 2002: Reducir los riesgos y promover una vida sana. *Organización Mundial de La Salud OPS*, 175.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Reyes, Y., Vergara, I., Torres, O., Díaz, M., & González, E. (2016). Contaminación por metales pesados: Implicaciones en la salud, ambiente y seguridad alimentaria. *The Indian Journal of Pediatrics*, 16(1), 66–77. <https://doi.org/10.1007/BF02796157>
- Sharma, A., Katnoria, J. K., & Nagpal, A. K. (2016). Heavy metals in vegetables: screening health risks involved in cultivation along wastewater drain and irrigating with wastewater. *SpringerPlus*, 5(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s40064-016->

- Tripathi, R. D., Srivastava, S., Mishra, S., Singh, N., Tuli, R., Gupta, D. K., & Maathuis, F. J. M. (2007). *Arsenic hazards : strategies for tolerance and remediation by plants*. 25(4). <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2007.02.003>
- Unión Europea. (2016). Contenidos máximos en metales pesados en productos alimenticios. Recuperado de: <http://plaguicidas.comercio.es/Metal-Pesa.pdf>
- Wang, P., Yin, N., Cai, X., Du, H., Li, Z., Sun, G., & Cui, Y. (2019). Variability of chromium bioaccessibility and speciation in vegetables: The influence of in vitro methods, gut microbiota and vegetable species. *Food Chemistry*, 277(July 2018), 347–352. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.120>
- Wang X., Liu Y., Zeng G., Chai L., Xiao X., Song X. y Min Z. (2008). Pedological characteristic of Mn tailings and metal accumulation by native plants. *Chemosphere*. 72, 1260–1266.

## ANEXOS

### Anexo 1. Panel fotográfico del proceso

#### Anexo 1.1. Toma de muestra de vegetales en el mercado modelo de Chachapoyas



**Anexo 1.2. Primera muestra tomada de apio, cebolla y tomate de dos procedencias**



**Anexo 1.3. Segunda muestra tomada de apio, cebolla y tomate de dos procedencias**



#### Anexo 1.4. Muestras picadas de procedencia local y de la costa



#### Anexo 1.5. Muestras de tomate picadas de dos procedencias



**Anexo 1.6. Muestras de cebolla picadas de dos procedencias**



**Anexo 1.7. Muestras de apio picado de dos procedencias**



**Anexo 1.8. Muestras secadas en horno**



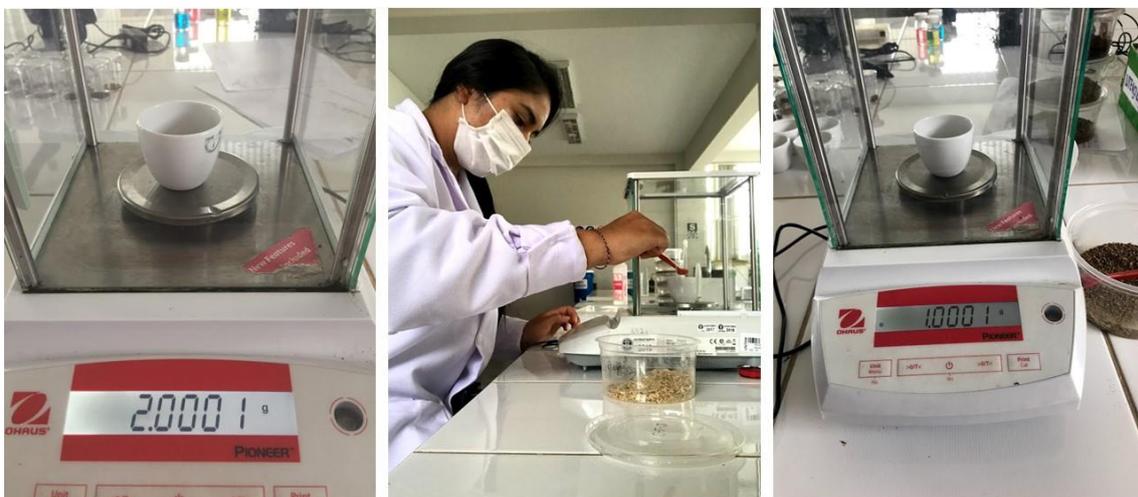
**Anexo 1.9. Muestras trituradas luego de ser secadas**



**Anexo 1.10. Muestras almacenadas**



### Anexo 1.11. Pesado de muestras en balanza analítica



### Anexo 1.12. Muestras en la mufla



**Anexo 1.13. Muestras secas luego de dejarlas en la mufla**



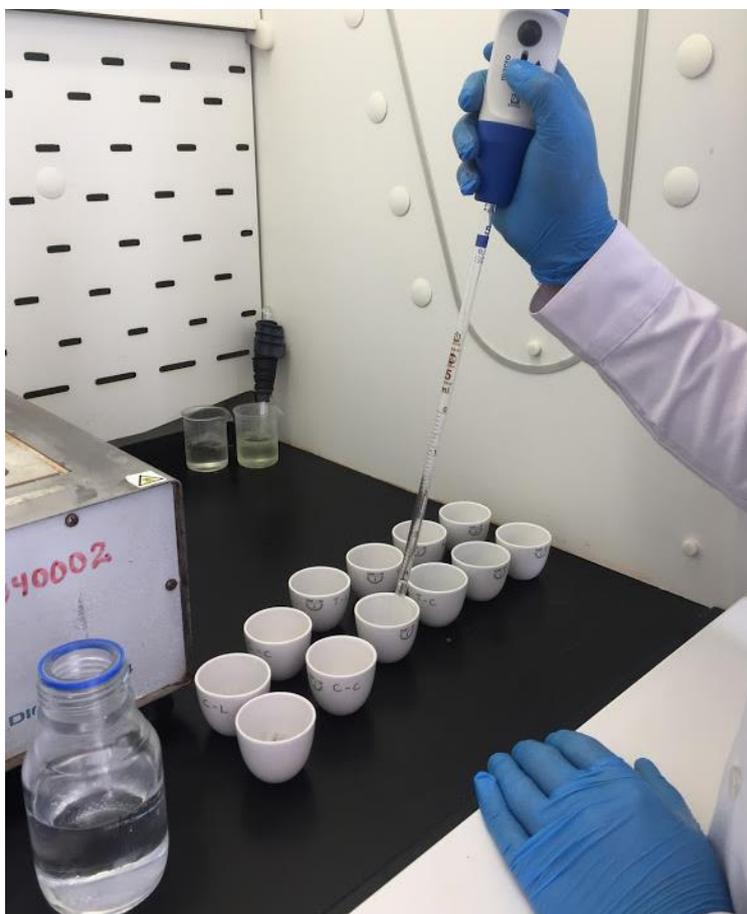
## Anexo 1. 14. Muestras en la campana extractora



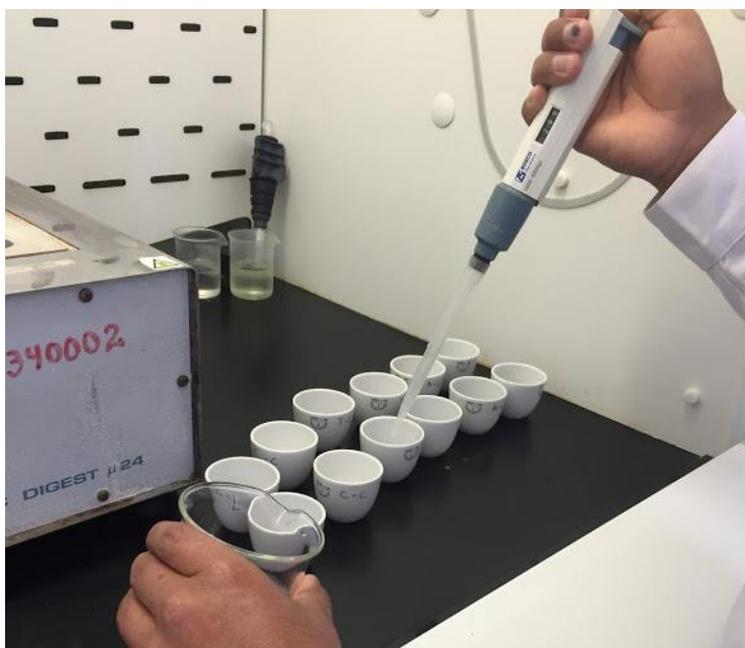
**Anexo 1.15. Muestras siendo humedecidas con un gotero**



**Anexo 1.16. Agregando el ácido clohidrico**



### Anexo 1.17. Agregando 2ml de agua destilada



### Anexo 1.18. Filtrado de las muestras



**Anexo 1.19. Estándares con los que se comparará las muestras para determinar la concentración de metales pesados**



**Anexo 1.20. Muestras en el Espectrómetro de emisión atómica**



## Anexo 1.21. Espectrómetro de emisión atómica



**Anexo 2. Lista de recojo de muestras por fecha**

	FECHA	PESO (Kg)	PROCEDENCIA
TOMATE	03/11/20	0.5 Kg	Local Costa
	18/11/20		
	27/11/20		
CEBOLLA	03/11/20	0.5 Kg	Local Costa
	18/11/20		
	27/11/20		
APIO	03/11/20	0.5 Kg	Local Costa
	18/11/20		
	27/11/20		

**Anexo 3. Resultados de las muestras analizadas en el laboratorio de Aguas y Suelos del INCES-CES.**

	 INSTITUCIÓN NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código CCFG - 036	Versión: 01
<b>INFORME DE ENSAYO N° 314 - 331</b>		Página: /	

**1. DATOS :**

Solicitante : JERLIANA GRÁNDEZ ALVA

Departamento : AMAZONAS

Provincia : CHACHAPOYAS

Distrito : CHACHAPOYAS

Area : /

N. Parcela : /

Cod. Muestra : /

Fecha : 2020/02/21

**2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO METALES PESADOS**

Lab	Número de Muestra	Muestra			
		As	Cr	Pb	Cd
		ppm	ppm	ppm	ppm
314	C-L-1	0.14	0.01	0.21	0.00
315	C-C-1	0.15	0.00	0.17	0.00
316	T-L-1	0.13	0.00	0.18	0.00
317	T-C-1	0.23	0.00	0.24	0.00
318	A-L-1	0.36	0.03	0.14	0.00
319	A-C-1	0.26	0.03	0.17	0.00
320	C-L-2	0.26	0.01	0.19	0.00
321	C-C-2	0.38	0.00	0.17	0.00
321	T-L-2	0.28	0.00	0.20	0.00
322	T-C-2	0.34	0.00	0.22	0.00
323	A-L-2	0.30	0.03	0.17	0.00
324	A-C-2	0.32	0.01	0.18	0.00
325	C-L-3	0.30	0.02	0.21	0.00
326	C-C-3	0.25	0.00	0.16	0.00
327	T-L-3	0.25	0.00	0.17	0.00
328	T-C-3	0.29	0.00	0.17	0.00
329	A-L-3	0.28	0.02	0.15	0.00
330	A-C-3	0.30	0.06	0.17	0.00

Nota: Este resalte que la muestra tomada en campo, no fue recibida por el personal de LABIAS.  
 Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABIAS.  
 Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o norma certificada del sistema de control de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS



**BI GO JESUS RASCON BARRIOS**  
RESPONSABLE

RESPONSABLE DE LABIAS

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS



**Tereza Vela**  
RESPONSABLE DEL APORTE SUELOS LABIAS

Recibo conforme

Nombre: **Masclito Noriega Sabar**

DNI: **74358323**

Fecha: / /



Fecha de Conformidad

Calle Elpis Cruz N° 343, 280-286 - Calle Calvario N° 286 - Chachapoyas - Amazonas - Perú  
 labias@toribio.edu.pe - labias@toribio.edu.pe