



Universidad  
**Norbert Wiener**

Powered by **Arizona State University**

**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE**  
**FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**TESIS**

“Determinación de arsénico, cadmio y plomo en suplementos dietarios de origen vegetal de venta en el mercado mundo natural del distrito de Cercado de Lima durante el periodo Mayo– Agosto 2018”

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

**Presentado por**

**Autora:** Br. Calsina Ramos, Marina Erika


**Autora:** Br. Huamán Cucho, Yvonne Bertha

**Asesor:** Mg. Lizano Gutiérrez, Jesús Víctor

**Código Orcid:** <https://orcid.org/0000-0003-0322-511X>

**Lima – Perú**

**2021**

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

Yo **Calsina Ramos Marina Erika**, egresada de la Facultad de Farmacia y Bioquímica y Escuela Académica Profesional de Farmacia Bioquímica / Escuela de Posgrado de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico "DETERMINACION DE ARSENICO, CADMIO Y PLOMO EN SUPLEMENTOS DIETARIOS DE ORIGEN VEGETAL DE VENTA EN EL MERCADO MUNDO NATURAL DEL DISTRITO DE CERCADO DE LIMA DURANTE EL PERIODO MAYO- AGOSTO 2018" Asesorado por el docente: Mg. Jesus Victor Lizano Gutierrez, DNI 09148490, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0322-511X> tiene un índice de similitud 07 (siete)%, con código oid:14912:297245397verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

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



**Calsina Ramos Marina Erika**  
DNI: 40111091




**Huaman Cucho Yvonne Bertha**  
DNI: 42340993



**Jesús Victor Lizano Gutierrez**  
DNI: 09148490

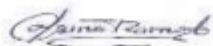
...

	<b>DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</b>	
	<b>CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033</b>	<b>VERSION: 01</b> <small>REVISIÓN: 01</small>

Yo **Huamán Cucho Yvonne Bertha**, egresada de la Facultad de Farmacia y Bioquímica y Escuela Académica Profesional de Farmacia Bioquímica / Escuela de Posgrado de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico "DETERMINACION DE ARSENICO, CADMIO Y PLOMO EN SUPLEMENTOS DIETARIOS DE ORIGEN VEGETAL DE VENTA EN EL MERCADO MUNDO NATURAL DEL DISTRITO DE CERCADO DE LIMA DURANTE EL PERIODO MAYO- AGOSTO 2018" Asesorado por el docente: Mg. Jesus Victor Lizano Gutierrez, DNI 09148490, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0322-511X> tiene un índice de similitud 07 (siete)%, con código oid:14912:297245397verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

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



**Calsina Ramos Marina Erika**  
DNI: 40111091



**Huamán Cucho Yvonne Bertha**  
DNI: 42340993



**Jesús Víctor Lizano Gutiérrez**  
DNI: 09148490

...

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a dios por darme la vida y fuerza para seguir que se cumplan mis sueños, también a mis padres y hermanos por su ejemplo de honestidad y superación hacia un futuro mucho mejor.

### **Br. Marina Erika Calsina Ramos**

A Dios por darme salud y haberme dado la fuerza necesaria para lograr mi objetivo. A mis padres, hermana y sobrinos por su apoyo incondicional en cada paso que doy por sus palabras de aliento para seguir adelante los quiero muchísimo.

A mi esposo por estar motivándome porque este proyecto no fue tan fácil, por brindarme su comprensión y amor.

### **Br. Yvonne Bertha Huamán Cucho**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser la luz incondicional que ha guiado mi camino y así poder concluir con mis objetivos.

A mis maestros de la Universidad Norbert Wiener por su enseñanza para ser un buen profesional.

Al Q.F. Tox. Víctor Lizano Gutiérrez por su asesoramiento durante el desarrollo de nuestro trabajo de investigación. A todas las personas y amistades que colaboraron para que este trabajo de tesis culmine satisfactoriamente.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE GENERAL.....	4
ÍNDICE DE TABLAS .....	7
ÍNDICE DE FIGURAS .....	8
RESUMEN .....	10
ABSTRACT .....	11
INTRODUCCIÓN .....	14
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....	13
1.1 Planteamiento del problema.....	13
1.2 Formulación del problema.....	14
1.2.1 Problema general.....	14
1.2.2 Problema específico.....	14
1.3 Objetivos de la investigación.....	15
1.3.1 Objetivo general.....	15
1.3.2 Objetivos específicos.....	15
1.4 Justificación de la investigación.....	16
1.4.1 Teórica.....	16
1.4.2 Metodológica.....	16
1.4.3 Práctica.....	16
1.5 Delimitaciones de la investigación.....	16
1.5.1 Temporal.....	16
1.5.2 Espacial.....	16
1.5.3 Recursos.....	16
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 Antecedentes de la investigación.....	17
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	17
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	19
2.2 Bases Teóricas.....	20
Suplementos dietéticos.....	20
Reglamentos Internacionales para los suplementos dietéticos.....	21
Reglamentos Nacionales para los suplementos dietéticos.....	23

Metales pesados.....	24
Arsénico(As).....	24
Toxicidad y Efecto sobre la Salud.....	24
Cadmio (Cd).....	25
Toxicidad y Efectos sobre la Salud.....	25
Plomo (Pb).....	26
Toxicidad y Efectos sobre la Salud.....	26
2.3 Formulación de hipótesis.....	27
2.3.1 Hipótesis general.....	27
2.3.2 Hipótesis específico.....	27
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	28
3.1. Método de investigación.....	28
3.2. Enfoque investigativo.....	28
3.3. Tipo de investigación.....	29
3.4. Diseño de la investigación.....	29
3.5. Población, muestra y muestreo.....	29
3.6. Variable y operacionalización.....	30
3.7. Técnicas e instrumentos.....	32
3.7.1 Técnicas.....	32
Instrumentos.....	33
Reactivos.....	33
Materiales.....	33
3.7.2 Descripción.....	34
Digestión Asistida por Microondas.....	34
Espectrofotometría de Absorción Atómica.....	34
Espectroscopia de Absorción atómica asociado a un Horno de Grafito..	35
Espectroscopia de Absorción atómica con Generador de Hidruros.....	36
3.7.3. Confiabilidad.....	36
3.8. Procesamiento y análisis de datos.....	36
3.9. Aspectos éticos.....	37

## CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Resultados.....	37
Parámetros de lectura para arsénico, cadmio y plomo.....	37
Parámetros de lectura para plomo por horno de grafito.....	37
Parámetros de lectura para cadmio por horno de grafito.....	40
Parámetros de lectura para arsénico por generador de hidruro.....	42
4.1.1.Análisis estadístico de los valores arsénico, cadmio y plomo en Muestras de suplementos dietarios.....	45
4.1.2.Discusión de resultados.....	61
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
5.1. Conclusiones.....	64
5.2. Recomendaciones.....	65
CITAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
ANEXOS.....	73



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variable Independiente (X).....	31
Tabla 2. Variable dependiente (Y).....	32
Tabla 3. Parámetros del instrumento – Horno Grafito para plomo .....	37
Tabla 4. Parámetros de calibración para plomo.....	38
Tabla 5. Parámetros de medición de muestras para plomo. ....	38
Tabla 6. Datos curva de calibración lineal a través de cero para plomo. ....	39
Tabla 7. Parámetros del instrumento – Horno Grafito para cadmio .....	40
Tabla 8. Parámetros de calibración para cadmio .....	40
Tabla 9. Parámetros de medición de muestra para cadmio. ....	41
Tabla 10. Datos curva de calibración lineal a través de cero para cadmio. ....	41
Tabla 11. Parámetros del instrumento – Generador de hidruros para arsénico	42
Tabla 12. Parámetros de calibración para arsénico .....	43
Tabla 13. Datos curva de calibración lineal a través de cero para arsénico ..	484
Tabla 14. Resultados de valores de arsénico, cadmio y plomo en muestras de suplementos dietarios comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018.....	45
Tabla 15. Datos estadísticos de los valores de arsénico de las muestras de suplementos dietarios de origen vegetal Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018.....	47
Tabla 16. Datos estadísticos de los valores de cadmio de las muestras de suplementos dietarios de origen vegetal Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018.....	48
Tabla 17. Datos estadísticos de los valores de plomo de las muestras de suplementos dietarios de origen vegetal Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018. ....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva de calibración de plomo.....	38
Figura 2. Curva de calibración de cadmio.....	41
Figura 3. Curva de calibración de Arsénico.....	43
Figura 4. Valores de arsénico, cadmio y plomo en muestras de suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh).....	45
Figura 5. Valores de arsénico en suplementos dietarios (Alcachofas, Camu camu, Linaza y Tocosh) comparados con limite USP 40 (1.5 mg/Kg).....	49
Figura 6. Muestras de suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh) comparado con LMP USP 40 arsénico (1.5 mg/Kg). .....	49
Figura 7. Valores de cadmio en suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh) comparados con limite USP 40 (0.5 mg/Kg). .....	50
Figura 8. Muestras de suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh) comparado con LMP USP 40 cadmio (0.5 mg/Kg). .....	50
Figura 9. Valores de plomo en suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh) comparados con limite USP 40 (1.0 mg/Kg). .....	51
Figura 10. Muestras de suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh) comparado con LMP USP 40 para plomo (1.0 mg/Kg).....	51
Figura 11. Muestras de suplementos dietarios - Alcachofas comparadas con LMP USP 40 para arsénico (1.5 mg/Kg).....	52
Figura 12. Muestras de suplementos dietarios – Camu Camu comparadas con LMP USP 40 para arsénico (1.5 mg/Kg).....	52
Figura 13. Muestras de suplementos dietarios – Linaza comparadas con LMP USP 40 para arsénico (1.5 mg/Kg). .....	53
Figura 14. Muestras de suplementos dietarios - Tocosh comparadas con LMP USP 40 para arsénico (1.5 mg/Kg). .....	53
Figura 15. Muestras de suplementos dietarios - Alcachofas comparadas con LMP USP 40 para cadmio (0.5 mg/Kg).....	54
Figura 16. Muestras de suplementos dietarios – Camu Camu comparadas con LMP USP 40 para cadmio (0.5 mg/Kg).....	54

Figura 17. Muestras de suplementos dietarios – Linaza comparadas con LMP USP 40 para cadmio (0.5 mg/Kg).....	55
Figura 18. Muestras de suplementos dietarios - Tocosh comparadas con LMP USP 40 para cadmio (0.5 mg/Kg).....	55
Figura 19. Muestras de suplementos dietarios – Alcachofas comparadas con LMP USP 40 para plomo (1.0 mg/Kg). ....	56
Figura 20. Muestras de suplementos dietarios – Camu Camu comparadas con LMP USP 40 para plomo (1.0 mg/Kg). ....	56
Figura 21. Muestras de suplementos dietarios - Linaza comparadas con LMP USP 40 para plomo (1.0 mg/Kg).....	57
Figura 22. Muestras de suplementos dietarios – Tocosh comparadas con LMP USP 40 para plomo (1.0 mg/Kg).....	57
Figura 23. Correlación entre los valores de arsénico y cadmio en muestras de suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh).....	58
Figura 24. Correlación entre los valores de cadmio y plomo en muestras de suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh)	58
Figura 25. Correlación entre los valores de plomo y arsénico en muestras de suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh)	59

## RESUMEN

El objetivo general de este estudio fue hallar presencia de metales pesados, mediante el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica con horno de grafito para plomo y cadmio, y Espectrofotometría de Absorción Atómica con generador de hidruros para arsénico en muestras de suplementos dietarios de origen vegetal alcachofa, camu camu, linaza y tocosh, comercializados en el Mercado Mundo natural del Distrito de Cercado de Lima.

Para arsénico se halló un valor mínimo de 0.11 mg/Kg en suplemento de linaza y un valor máximo de 1.68 mg/Kg en suplementos de alcachofas, en el caso de cadmio se halló un valor mínimo de 0.11 mg/Kg en suplemento de linaza y un valor máximo de 0.63 mg/Kg en suplementos de camu camu y para plomo se halló un valor mínimo de 0.18 mg/Kg en suplemento de camu camu y un valor máximo de 1.28 mg/Kg en suplementos de tocosh, asimismo el valor promedio de Arsénico, Cadmio y Plomo fue de 0.68 mg/Kg, 0.32 mg/Kg, 0.57 mg/Kg, respectivamente, en las muestras de suplementos dietarios analizados.

Se considero según la metodología como referencia la USP 40. De acuerdo a los límites permisibles con los resultados obtenidos se concluyó que para el arsénico las muestras superaron un 12.5% el límite de 1.5 mg/Kg, para el cadmio las muestras superaron un 25% el límite de 0.5 mg/Kg y para plomo las muestras superaron un 18.75% el límite de 1.0 mg/Kg.

**Palabras clave:** Arsénico, cadmio, plomo, Farmacopea americana (USP 40), absorción atómica.

## ABSTRACT

The general objective of this study was to find the presence of heavy metals, using the Atomic Absorption Spectrophotometry method with a graphite furnace for lead and cadmium, and Atomic Absorption Spectrophotometry with a hydride generator for arsenic in samples of dietary supplements of vegetable origin artichoke, camu camu, linseed and tocosh, sold in the Natural World Market of the Cercado de Lima District.

For arsenic, a minimum value of 0.11 mg / Kg was found in linseed supplement and a maximum value of 1.68 mg / Kg in artichoke supplements, in the case of cadmium, a minimum value of 0.11 mg / Kg was found in linseed supplement and a maximum value of 0.63 mg / Kg in camu camu supplements and for lead a minimum value of 0.18 mg / Kg was found in camu camu supplement and a maximum value of 1.28 mg / Kg in tocosh supplements, also the average value of Arsenic, Cadmium and Lead were 0.68 mg / Kg, 0.32 mg / Kg, 0.57 mg / Kg, respectively, in the samples of dietary supplements analyzed.

According to the methodology, USP 40 was considered as a reference. According to the permissible limits with the results obtained, it was concluded that for arsenic the samples exceeded the limit of 1.5 mg / Kg by 12.5%, for cadmium the samples exceeded 25% the limit of 0.5 mg / Kg and for lead the samples exceeded the limit of 1.0 mg / Kg by 18.75%.

**Keywords:** Arsenic, cadmium, lead, American Pharmacopoeia (USP 40), atomic absorption.

## INTRODUCCIÓN

Los suplementos dietarios son productos formulados para hacer incorporados a las dietas de las personas, que presentan necesidades las cuales contienen los siguientes nutrientes: proteínas, lípidos, aminoácidos, glúcidos o carbohidratos, vitaminas, minerales, fibra dietaría y hierbas. Es necesario destacar que un suplemento dietario sólo deberá consumirse en determinadas circunstancias: cuando no sea posible llevar a cabo esa dieta “ideal”, o debido a un estado fisiológico particular que requiera un aporte extra de algún nutriente (1).

Existe una amplia oferta de estos productos en el mercado; muchos de ellos provienen de fuentes naturales. La regulación relacionada a estos productos establece, entre otros, la calidad de sus ingredientes, como la concentración, biodisponibilidad y los niveles máximos permisibles de sustancias indeseables; como es el caso de los metales pesados (2).

Dentro de los contaminantes tóxicos prioritarios enumerados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Registro Internacional de Sustancias Tóxicas (IRPTC), se encuentran los metales y de su interés se centra en el Arsénico, Cadmio, Plomo y Mercurio a causa de sus posibles efectos carcinogénicos para los seres humanos (3). En el Perú es la Dirección General de Medicamentos, Insumos y drogas (DIGEMID), el encargado de autorizar el Registro Sanitario la comercialización de este tipo de productos.

Es así como la presente investigación tiene como finalidad comparar las concentraciones de Arsénico, Cadmio, y Plomo en las muestras de suplementos dietarios vegetales comercializados en Lima Metropolitana, con los niveles establecidos por la Farmacopea Americana, con el fin de corroborar si estos productos cumplen con los estándares de calidad autorizados, que aseguren como un producto seguro para el consumidor.

## **CAPITULO I: EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del problema**

Los elementos metálicos potencialmente tóxicos, están contaminando el suelo y el agua, esto se ha convertido en una preocupación ambiental global que podría plantear riesgos potenciales para la salud humana y agricultura.

Las principales fuentes de contaminación antropogénicas de elementos metálicos potencialmente tóxicos, incluye procesos de combustión de carbón, operaciones de curtido de cuero, actividades de minería, fundición y uso de aguas residuales para riego. Los elementos metálicos potencialmente tóxicos incluyen elementos biológicos esenciales elementos como el cobalto (Co), cobre (Cu), manganeso (Mn) y zinc (Zn) y elementos no esenciales (reconocidos como peligrosos) incluyendo cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg), cromo (Cr), y arsénico (As; metaloide). Ambos naturales y fuentes antropogénicas. Han dado lugar a la generalizada Liberación de estos elementos metálicos potencialmente tóxicos al suelo, al agua y al ambiente (4).

De igual manera, se han encontrado metales en diferentes concentraciones en peces, carnes y leche resultado de la bioacumulación y movilidad desde el ambiente a las fuentes hídricas. Algunas especies tales como ostras, mariscos y moluscos acumulan el cadmio proveniente del agua en forma de péptidos ligadores hasta alcanzar valores de concentración entre 100 y 1000 µg/kg. En la

carne, el pescado y frutas se han reportado valores de concentración entre 1 y 50 µg/kg y en algunos granos entre 10 y 150 µg/kg” (5).

Los metales pesados se posicionan en la capa superior del suelo y pueden transferirse del suelo a otros componentes del ecosistema, como aguas subterráneas o cultivos, y pueden afectar la salud humana a través del suministro de agua y la cadena alimentaria. Las altas concentraciones de plomo y cadmio en la dieta están asociadas con el desarrollo de muchas enfermedades, particularmente del tejido cardiovascular, renal, nervioso y óseo. La acumulación de cadmio en el cuerpo humano puede provocar daños renales, óseos y pulmonares, mientras que la acumulación de plomo (Pb) puede dañar el sistema nervioso central, los riñones y el sistema sanguíneo (6).

En la actualidad en las sociedades occidentales, ha aumentado el interés por la relación entre alimentación, nutrición y bienestar, por ello es importante aquellas contribuciones que pueden dar distintos productos enmarcados en lo que se denomina suplemento nutricional o dietario. En los últimos años, la creciente modalidad de oferta de suplementos dietarios por Internet y por correo electrónico preocupa a las autoridades sanitarias debido a que, en estas circunstancias, no puede garantizarse la calidad de los productos que se adquieren(7).

En este contexto, es necesario advertir a la comunidad acerca de que muchos de estos productos no se encuentran debidamente registrados, por lo que no pueden ser identificados en forma fehaciente y clara en lo que respecta a su elaboración, envasado y conservación. Por ello, teniendo en cuenta los riesgos que implica para la salud, no deben consumirse productos de procedencia desconocida que no ofrezcan garantías de inocuidad y aptitud sanitaria.

## **1.2 Formulación del problema**

El problema a investigar se formula de la siguiente forma:

### **1.2.1 Problema general**

¿Los suplementos dietarios de origen vegetal de venta en el Mercado Mundo Natural del Distrito de Cercado de Lima durante el periodo Mayo-Agosto 2018 contienen arsénico, cadmio y plomo?



### **1.2.2 Problema Específico**

¿Cuál es la concentración cuantitativa de Arsénico en suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018 con el valor establecido por la farmacopea USP40(1,5mg/Kg)?

¿Cuál es la concentración cuantitativa de Cadmio en suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018 con el valor establecido por la farmacopea USP40(0,5mg/Kg)?

¿Cuál es la concentración cuantitativa de Plomo en suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018 con el valor establecido por la farmacopea USP40(1,0mg/Kg)?

¿Qué correlación hay entre las concentraciones de Arsénico, Cadmio y Plomo en suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo General**

Determinar la concentración de arsénico, cadmio y plomo en suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Comparar la concentración cuantitativa de arsénico en suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018 con el valor establecido por la Farmacopea USP 40 (1,5 mg/Kg).

- Comparar la concentración cuantitativa de cadmio en suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018 con el valor establecido por la Farmacopea USP 40 (0,5 mg/Kg).
- Comparar la concentración cuantitativa de plomo en suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018 con el valor establecido por la Farmacopea USP 40 (1,0 mg/Kg).
- Establecer la correlación entre las concentraciones de arsénico, cadmio y plomo en suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018.

## **1.4 Justificación de la investigación**

### **1.4.1 Justificación teórica**

Desde el punto de vista teórico se analizará el contenido del producto envasado ya que estos pueden haber sido contaminados durante el proceso de elaboración el cual pueden afectar la salud de los consumidores.

### **1.4.2 Justificación Metodológica**

Este trabajo contribuirá metodológicamente utilizando recolección de datos, análisis y procesamiento estadístico que permitirán brindar información con respecto a las concentraciones.

### **1.4.3 Justificación práctica**

Desde el punto de vista práctico es importante desarrollar este trabajo para que tengan conocimiento sobre el proceso de elaboración de estos productos ya que su consumo está en aumento por sus propiedades y beneficios en cada caso específico.

## **1.5 Delimitación de la investigación**

### **1.5.1 Delimitación temporal**

En esta investigación los productos obtenidos fueron durante el periodo de Mayo-Agosto 2018 considerando únicamente los suplementos dietarios de origen vegetal obtenidos mediante un análisis que permitirá determinar las concentraciones de metales.

### **1.5.2 Delimitación espacial**

Esta investigación fue realizada en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima y tan solo el estudio fue por 3 meses

### **1.5.3 Delimitación de recursos**

En esta investigación fue accesible los recursos nos permitió culminar.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### Antecedentes Internacionales

(Álvarez A, en el año 2018, realizó la investigación titulada “Acumulación de metales pesados (Pb y Cd) en almendras de cacao durante el proceso de fermentación y secado “. De esta manera surgió como **objetivo** determinar por el **método** de espectrofotometría de emisión atómica con plasma inductivamente acoplado la concentración de Cd y Pb en las almendras de cacao que procesa la asociación de productores de cacao Fortaleza del Valle S. A., en los estados de fresco, fermentado y secado. Se analizaron variables físico-químicas acorde a criterios de atributo de las almendras de cacao para lo cual se utilizó un DCA con cinco repeticiones. Las variables estudiadas se analizaron con un ANOVA al 95 % de nivel de confianza y se obtuvo para la humedad 6,33 %; el pH 6,24; el porcentaje de acidez 1,17 %, la determinación del índice de semilla 1,32; la determinación del índice de mazorca 21,94; la determinación del número de almendras por mazorca 40,43; la determinación del peso de 100 almendras 136,34 y la determinación del porcentaje en testa 19,12 %. Los valores promedio de concentración de Cd en las diferentes fases de postcosecha de cacao fueron 0,89 mg.kg<sup>-1</sup> para el mucílago, 0,73 mg.kg<sup>-1</sup> para el fermentado y 0,95 mg.kg<sup>-1</sup> para la almendra seca; así mismo los valores de concentración de Pb fueron para el mucílago 0,38 mg.kg<sup>-1</sup>; para el

fermentado 0,37 mg.kg-1 y para la almendra seca 0,60 mg.kg-1. Determinándose como **conclusión** que estos valores se ubican por encima de los estipulados por el Reglamento (CE) n° 1881/2006 (8)).

**(Coronel E. ,en el año 2018,** realizo la investigación titulada “Determinación de metales pesados plomo (Pb) y cadmio (Cd) en hortalizas de consumo directo producidas orgánicamente” el **objetivo** fue “Determinar la presencia de metales pesados plomo (Pb) y cadmio (Cd) en hortalizas de consumo directo producidas orgánicamente y comercializadas en dos ferias orgánicas del Distrito Metropolitano de Quito”. Para ello aplico la técnica de espectrofotometría de absorción atómica utilizando el **método** de horno de grafito. **Los resultados** obtenidos de las muestras analizadas de tomate riñón, pimiento, lechuga, brócoli y zanahoria presentaron concentraciones bajas de plomo las cuales no superan los niveles establecidos por el Codex Alimentarius; En la comparación de las concentraciones de cadmio en los productos orgánicos y convencionales se puede observar que en tomate orgánico se encontró una concentración máxima de 14,61 mg/Kg y 0,004 mg/Kg en tomate convencional, en el caso del pimiento orgánico se obtuvo 0,023 mg/Kg y 0,017 mg/Kg en convencional, en lechuga orgánica se determinó un valor de 18,77 mg/Kg y 0,005 para la lechuga convencional y la concentración máxima de cadmio para brócoli orgánico es de 0,05 mg/Kg y convencional de 0,056 mg/Kg. En **conclusión** las concentraciones de este metal en los productos orgánicos son superiores a los límites establecidos por el Codex Alimentarius (9)).

**(Pinzón C, en el año 2015,** realizó la investigación titulada “Determinación de los niveles de plomo y cadmio en leche procesada en la ciudad de Bogotá D.C.” en la Universidad Nacional de Colombia Facultad de Medicina, Departamento de Toxicología, el **objetivo** fue determinar los niveles de los metales Cd y Pb en leches comercializadas en la ciudad de Bogotá D.C., discriminando su productora o su marca, en esta investigación se desarrolló el **método** de extracción (digestión) asistida por microondas para la determinación posterior de los niveles de cadmio (Cd) y plomo (Pb) en leche líquida por

espectrofotometría de absorción atómica (AAE) con horno de grafito, los **resultados** fueron con respecto al nivel máximo de Pb (0,020 mg/Kg), debido a que se encontraron dentro del rango de 6,08 a 17,09 µg/Kg (0,006 a 0,017 mg/Kg). Los niveles encontrados de cadmio estuvieron en el rango de 13,86 a 19,90 mg/Kg (0,014 a 0,019 mg/Kg). En **conclusión**, los niveles de Pb en leche procesada no excedieron los niveles normados por ingesta de leche con contaminantes de Pb y Cd fue mínimo (10)).

### **Antecedentes Nacionales**

(Luna R, Rodríguez V, en el año 2016, realizaron la investigación titulada “Determinación de las concentraciones de cadmio y plomo en papas (*Solanum tuberosum*) cosechada en las cuencas de los ríos Mashcon y Chonta – Cajamarca” de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para obtener el título de Químico Farmacéutico, cuyo **objetivo** fue evaluar presencia de cadmio y plomo en papa. En las 40 muestras recolectadas utilizaron el **método** de Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito, los **resultados** que fueron encontrados cadmio en las muestras de papa para la cuenca del río Mashcon fue de 0.3095 ppm ± 0.0078 ppm y para la cuenca del río Chonta fue de 0.3078 ppm ± 0.0223 ppm, resultando el 100% de las muestras de papa para ambas cuencas presentan concentraciones de cadmio que superan el límite máximo permisible (0.1 ppm, según lo indicado en el CODEX STAN 193-1995 Revisión 2009 Mod.2015 dado por el Codex Alimentarius), en **conclusión** se detectó la presencia de cadmio pero no de plomo(11)).

(Panduro J, Soria B, en el año 2015, realizaron la investigación titulada “Metales Pesados en Hojas de *Myrciaria dubia* (kunth) Mc. vaugh. “**Camu Camu**” y *Cajanus cajan* (L) Huth. “**Puspo Poroto**” que se expenden en el centro herbolario “Pasaje Paquito” de la ciudad de Iquitos en la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana cuyo **objetivo** fue Determinar y Cuantificar el contenido de metales (plomo, cadmio) en las hojas de las especies *Myrciaria dubia* (kunth) Mc.vaugh y *Cajanus cajan* (L) Huth comercializados ambos en la ciudad de Iquitos por su uso medicinal utilizando el **método** de absorción

atómica de flama los **resultados** fueron los límites permisibles de plomo es de 10µg/g para hierbas medicinales sugerida por la OMS. En las tres muestras de **Myrciaria dubia** (Kunth) Mc. Vaugh, presento una de concentración < 0,05 ug/g y **Cajanus cajan** (L) Huth se encontró una concentración de 0,310 µg/g. En el caso de los límites permisibles de cadmio para hierbas medicinales es de 0,30 µg/g sugeridas por la OMS se observó: la concentración de cadmio en **Myrciaria dubia** (Kunth) Mc. Vaugh, se encontró una concentración < 0,001 µg/g; sin embargo, los resultados de la especie **Cajanus cajan** (L) Huth se encontró la concentración de 0,156 µg/g. En **conclusión**, las muestras analizadas no excedieron los límites máximos permisibles para productos herbales según la OMS (12)).

(**Chata A, en el año 2015**, realizo la investigación titulada “Presencia de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche en la Cuenca del Rio Coata 2015” en la Universidad Nacional del Altiplano cuyo **objetivo** fue determinar la relación de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche de la cuenca del rio Coata 2015 utilizando el **método** por espectrofotometría de absorción atómica-llama los **resultados** en agua fue la concentración en Hg inferior a 0.00020mg/L, en As fue 0.048mg/L, Pb fue de 0.014mg/L y Cd los resultados fueron inferiores a 0.00050mg/L y los **resultados** en leche su concentración de Hg fue de 0.0028mg/L, As se obtuvo un promedio de 0.43mg/L, Pb con concentraciones promedio de 0.21mg/L y Cd con promedio de 0.0037 mg/L, en **conclusión** ninguno de los metales pesados analizadas en muestras de agua superan los estándares nacionales de calidad ambiental para bebida de animales y riego de vegetales de consumo crudo establecidos por el ministerio del ambiente peruano. En el análisis de la leche el valor promedio de Hg no supera el límite máximo permisible (0.005mg/kg fijado por la norma técnica Ecuatoriana), As supera el límite máximo permisible (0.015mg/kg fijado por la norma técnica Ecuatoriana), Pb supera el límite máximo permisible (0.020mg/kg, fijado por Codex alimentarius y la Unión Europea) y Cd no supera el límite máximo permisible (0.010mg/kg fijado por la Norma Técnica de Rumanía) (13)).

## 2.2 BASES TEORICAS

### Suplementos dietéticos

Un suplemento dietético se define como un producto que tiene la intención de complementar la dieta, que contiene (vitaminas, minerales, hierbas u otros productos botánicos, aminoácidos o cualquier combinación de los ingredientes anteriores). El uso humano de estos ingredientes dietéticos tiene la intención de aumentar la ingesta diaria total, por lo tanto, es esencial garantizar la calidad de los suplementos dietéticos y detectar la presencia de contaminantes. Las industrias de suplementos dietéticos se han incrementado en todo el mundo porque el crecimiento en su consumo es cada vez más por ser una medicina alternativa. Este aumento se debe a las creencias de los consumidores de que estos productos son naturales, seguros y sin efectos adversos. Sin embargo, las agencias reguladoras destacaron los problemas de estos suplementos dietéticos en términos de calidad, efectividad y de seguridad para su consumo humano (14).

Se consideraban suplementos dietéticos:

(a) Aquellos productos dietéticos que contienen fuentes concentradas de nutrientes y/o otras sustancias, aislados o en combinación, con dosificación, con un objetivo nutricional sobre las funciones fisiológicas y cuyo propósito es simplemente la ingesta de estos nutrientes en la dieta).

(b) Nutrientes para incluir en los alimentos: Vitaminas y minerales (15)).

### Clasificación de los suplementos dietéticos

(Los alimentos dietéticos destinados a usos médicos especiales se clasifican en las siguientes categorías:

**a) Alimentos completos** con una formulación equilibrada en nutrientes, que, si se consumen de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes, pueden constituir la única fuente de alimento para las personas.

**b) Alimentos completos con una formulación en nutrientes específica**, adaptada para determinadas enfermedades, trastornos o afecciones, que, si se consumen de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes, pueden constituir la única fuente de alimento para las personas a las que van destinados).



**c) Alimentos incompletos** con una formulación de nutrientes específicos, adaptada para determinadas enfermedades, trastornos o afecciones, que no son adecuados para servir de alimento exclusivo (16).

### **Reglamentaciones federales internacionales para los suplementos dietéticos**

(El gobierno federal reglamenta el uso de los suplementos dietéticos por intermedio de la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés). Las reglamentaciones federales sobre suplementos dietéticos son distintas de las que se aplican a los medicamentos de venta con o sin receta. Los fabricantes de los suplementos dietéticos son responsables de garantizar la inocuidad de sus productos, la autenticidad de la información incluida en las etiquetas, y además, de que dicha información no sea engañosa. Sin embargo, el fabricante de un suplemento dietético no necesita presentar datos a la FDA que demuestren la inocuidad del producto antes de su comercialización. Esta es una diferencia con respecto a los fabricantes de medicamentos, que deben presentar pruebas a la FDA que demuestren que sus productos son inocuos y eficaces antes de que puedan ser vendidos. Los fabricantes de suplementos dietéticos pueden hacer tres afirmaciones con respecto a los mismos en los siguientes aspectos: salud, estructura/función, y contenido nutritivo. Algunas de estas declaraciones describen el vínculo entre una sustancia alimenticia y una enfermedad o trastorno relacionados con la salud; los beneficios intencionales del producto; o la cantidad de nutriente o sustancia alimenticia del producto. Los requisitos varían según el tipo de declaración. Si el fabricante de un suplemento dietético emite declaraciones sobre los efectos del producto. Las declaraciones sobre la forma en que un suplemento afecta la estructura o función del cuerpo deben estar acompañadas de palabras sobre Administración de Alimentos y Medicamentos).

“Este producto no está destinado a diagnosticar, tratar, curar ni prevenir ninguna enfermedad” (17).

Los fabricantes deben seguir “buenas prácticas de manufactura” para asegurar que los suplementos dietéticos sean procesados, etiquetados y envasados siempre de la misma manera y que cumplan con las normas de calidad. Una vez

que el suplemento dietético entra al mercado, la FDA evalúa la inocuidad mediante investigación y seguimiento de los efectos secundarios que notifican los consumidores, los profesionales de la salud y las empresas de suplementos.

Si la FDA determina que un producto es peligroso, puede tomar medidas contra el fabricante y/o distribuidor y emitir una advertencia o exigir que el producto sea retirado del mercado (18).

### **Reglamentos nacionales para los suplementos dietéticos**

(En el Perú se encuentra inmerso, la comercialización de los productos naturales que se viene dando a gran escala. Estos productos son elaborados en laboratorios de fitofármacos, apoyados por distribuidoras nacionales o internacionales. Actualmente son en promedio de 285 empresas (nacionales y extranjeros) que elaboran y expenden productos naturales, algunos registrados en la Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID) como “productos naturales” o en la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) como “complementos o suplementos nutritivos”; otros sin ningún tipo de permiso, usando muchas veces como materia prima. Recursos naturales que tienen poca garantía y a cargo de personas con poca preparación en el área; estos hechos ponen en duda la calidad del producto pudiendo repercutir negativamente en la salud de la población(19).

Los productos naturales que no cuentan con registro sanitario de la DIGEMID o la DIGESA, y que se inventan son elaborados en forma rústica y en inadecuadas condiciones por lo que su uso puede causar ronchas, infecciones a la piel y otros daños a la salud. Además, muchos de ellos pueden causar un efecto engañoso (placebo) en la población, es decir, las personas pueden sugestionarse y creer que están mejores, cuando en realidad la enfermedad se está agravando dentro de su organismo pudiendo llegar a ser mortal. Por otro lado, los expertos de la Digemid recordaron que en el ámbito público existen números de centros de salud y hospitales donde se ofrecen una atención médica a bajos precios, “donde el médico les orientará sobre qué medicamentos son adecuadas para su afección o enfermedad” agregaron. “Y en el caso de que el paciente desee adquirir cualquier producto natural debe consultarlo antes con su médico para que le oriente y aclare sobre los riesgos o beneficios en su caso específico, y si puede interferir con el

tratamiento prescrito o si existen otras alternativas”, informaron. La Ley N° 29459 Ley de los Productos Farmacéuticos, Dispositivos Médicos y Productos Sanitarios establece las bases para una reglamentación adecuada de estos productos teniendo como base las recomendaciones de la Organización Mundial de la salud y a la legislación Internacional, incluyendo términos como “medicamentos herbarios” para referirse a aquellos productos elaborados a base de plantas medicinales que ya cuentan con estudios que sustentan su seguridad y eficacia y “plantas medicinales de uso tradicional” para referirse a aquellas que se utilizan sustentadas en el conocimiento popular o tradicional(20)).

### **Metales pesados**

(Los metales pesados de mayor riesgo para la salud son el cadmio, mercurio, plomo, arsénico. El aire, el agua y el suelo constituyen las principales vías de entrada de metales a los vegetales. La importancia de estas vías de distribución de metales depende del elemento en cuestión, de la localización y tipo de suelo, de la especie vegetal y de las prácticas agrícolas aplicadas.

La absorción de metales por los vegetales es el primer paso para la entrada de éstos en la cadena alimentaria y es debida principalmente al movimiento desde el suelo a las raíces de las mismas (21)).

### **Arsénico (As)**

(Metaloides no metálicos, comúnmente encontrados tanto en su forma orgánica como en su forma inorgánica. Ubicados en el periodo cuatro y grupo VA).

### **Toxicidad y Efecto sobre la Salud**

(El arsénico afecta a prácticamente todos los aparatos y sistemas del cuerpo, puesto que interfiere con reacciones enzimáticas de amplia distribución. Las manifestaciones a la exposición al arsénico se observan en la piel (ATSDR 2007). Algunos estudios identifican otros lugares como resultado de exposiciones similares al arsénico a las que producen lesiones cutáneas. Los datos sobre estas lesiones son más sólidos que para otras partes del cuerpo (ATSDR 2007). Algunos de los efectos fisiológicos de la exposición al arsénico que se abordarán más adelante de manera detallada. Hiperpigmentación cutánea en parches, queratosis focal pequeña, y otras lesiones dérmicas que aparecen posteriormente a una exposición alta y crónica al arsénico. El arsénico puede provocar cáncer en

pulmón y piel, e inclusive puede causar otros tipos de cánceres. Se observa una mayor fuerza de asociación entre la exposición crónica al arsénico y los cánceres de piel, pulmón y vejiga. Por otra parte, se observa una menor fuerza de asociación entre la exposición al arsénico y los cánceres de hígado (angiosarcoma), riñón, y otros tipos de cáncer (22).

El arsénico ejerce efectos adversos debido a una afinidad pronunciada para estructuras de la piel y queratinizada incluyendo el pelo y las uñas. Por lo tanto, los síntomas de la sobreexposición aguda incluyen una variedad de erupciones cutáneas, alopecia y estrías característica de los clavos (23).

El arsénico no actúa como sensibilizador, debido a la escasa penetración de la piel la capacidad de sus compuestos naturales. Los efectos en la salud de arsénico en humanos varían dependiendo del compuesto y forma. Arsénico metálico no es absorbido por el tracto gastrointestinal y no tiene ningún efecto de salud adversos conocidos (24).

Compuestos de arsénico inorgánico son más agudamente tóxicos que se producen con el medio ambiente arsénico orgánico (por ejemplo, dimetilarsinato). Se espera que la absorción dérmica a ser muy limitada. Un estudio predice que la exposición dérmica al arsénico puede contribuir menos del 1% de la exposición de la ingestión (25).

### **Cadmio (Cd)**

(Elemento metálico que se encuentra generalmente unido al zinc y plomo. Ubicado en el periodo cinco y grupo IIB).

### **Toxicidad y Efectos sobre la Salud**

(Padilla (Padilla, 2007) señala que “Este elemento cadmio, tiene como órganos y tejido diana a los riñones, los huesos y los pulmones, sobre los que se manifiestan los efectos clínicos” (p13).

“Se tiene conocimiento que además se manifiestan los efectos neurotóxicos, teratogénicos o alteradores del sistema endocrino a menor escala. Uno de los indicadores más típicos y tempranos de la larga exposición al cadmio es el daño que sufre la función renal. Con él, la reabsorción en los túbulos renales proximales está afectada y se manifiesta con una intensa proteinuria tubular, que puede

resultar en una excreción de proteínas 10 veces por encima de lo normal de proteínas totales, y hasta 1,000 veces de las proteínas de bajo peso molecular, como la beta-2 microglobulina. Los pulmones también se consideran órganos críticos en la exposición al polvo de cadmio. Se han publicado casos de neumonitis química con disnea, tos, expectoración, molestias torácicas y disfunción pulmonar. La exposición más alta podría causar edema pulmonar, lo que constituye una urgencia médica” (20 p13)).

“En cuanto a las manifestaciones gastrointestinales, la administración oral de 10 mg de cadmio puede originar trastornos gastroduodenales con náusea y vómito como respuesta inmediata, aunque la dosis oral aguda con efectos mortales para un adulto es superior a 350 mg. Además, se han descrito alteraciones en las actividades enzimáticas del hígado. Aparentemente, el cadmio no ejerce ninguna acción directa sobre la hematopoyesis; más bien parece tener efecto de interferencia en la absorción del hierro de los alimentos. Estos efectos se manifiestan principalmente por una disminución en la concentración de hemoglobina; sin embargo, estos efectos son reversibles. En un número limitado de estudios epidemiológicos, se han examinado las asociaciones entre el cadmio y la aparición de otros cánceres dependientes de hormonas, como los de mama y endometrio” (26).

La ingestión y la inhalación aguda pueden conducir irritación a la piel y la irritación ocular. El cadmio también ha sido demostrado que "ejerce efectos significativos sobre la morfología del tracto ovárico y reproductivo", incluso con dosis extremadamente bajas. La exposición durante el embarazo se asocia con disminución de peso y el nacimiento prematuro (27).

### **Plomo (Pb)**

(Elemento químico metálico de la tabla periódica, ubicado en el periodo VA y periodo seis. Plomo (Pb; No. CAS 7439- 92-1): peso atómico, 207.19 (1 µg = 0.004826 µmol; 1 µmol/L = 207.19 µg/L). La abundancia de sus cuatro isótopos estables (<sup>204</sup>Pb, <sup>206</sup>Pb, <sup>207</sup>Pb, y <sup>208</sup>Pb) varía entre las muestras de plomo. La mayoría de sales de plomo (II) difícilmente solubles (como el sulfuro y óxido de plomo), pero se encuentran excepciones, por ejemplo, nitrato de plomo, clorato de plomo y en cierta medida el sulfato y cloruro de plomo (28)).

### **Toxicidad y efecto sobre la salud**

A la intoxicación por plomo se le llamó saturnismo porque la alquimia consideraba al plomo como el origen de los demás metales, y por ello fue dedicado al dios Saturno, considerado en la mitología como el primero de los dioses. Los principales efectos tóxicos del plomo originan daños sobre el tracto gastrointestinal (“Cólico Saturnino”), nefropatías y daños sobre el SNC y periférico, así como interferencias con sistemas enzimáticos implicados en la síntesis del grupo HEM (29).

El plomo puede ser inhalado y absorbido a través del sistema respiratorio o ingerido y absorbido por el tracto gastrointestinal; la absorción percutánea del plomo inorgánico es mínima, pero el orgánico sí se absorbe bien por esta vía. Una vez absorbido se une a los eritrocitos en un 90% y presenta modelo farmacocinético tricompartmental, en el compartimiento central se halla el 2% del contenido total, con un tiempo de vida media de 5 semanas, en el segundo compartimento (tejidos blandos) se concentra el 8%, con una vida media de 6-8 semanas y en el tercer compartimento (huesos) se concentra el 90%, con tiempo de vida media de 10 a 28 años (30).

Este metal, no tiene importancia fisiológica; por lo que, en el plasma, normalmente, no debería encontrarse. Según la OMS, para considerar una plumbinemia, los valores de plomo deben superar los 15 $\mu$ g/100ml; mientras que para el Center of Disease Control (CDC) el nivel de intoxicación es mayor o igual a 10 $\mu$ g/100ml (31).

La eliminación del plomo ingerido se realiza fundamentalmente por las heces, y por la orina (75%). Cuando es absorbido por otras vías; faneras (cabello, uñas y sudor) se elimina el 8%. Se elimina por la leche y la saliva, por lo que puede llegar a pigmentar el borde marginal de las encías (32).

## **2.3 FORMULACIÓN DE HIPOTESIS**

### **2.3.1 Hipótesis general**

➤ Los suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018 presentan niveles de arsénico, cadmio y plomo.

### **2.3.2 Hipótesis específicas**

➤ La concentración de arsénico en las muestras de suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018 superan el límite establecido por la Farmacopea USP 40 (1,5 mg/Kg).

➤ La concentración de cadmio en las muestras de suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018 superan el límite establecido por la Farmacopea USP 40 (0,5 mg/Kg).

➤ La concentración de plomo en las muestras de suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018 superan el límite establecido por la Farmacopea USP 40 (1,0 mg/Kg).

➤ Existe correlación entre los valores de arsénico, cadmio y plomo en las muestras de suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018.

## CAPITULO III: METODOLOGÍA

### 3.1 Método de investigación

**Método Analítico** Este método permitió descomponer el tema de estudio para su respectivo análisis e interpretación de las variables, dimensiones e indicadores, llegando a conclusiones válidas en función del problema planteado, los objetivos y la hipótesis de investigación(33).

### 3.2 Enfoque de la investigación

(El **enfoque de la investigación de tipo cuantitativo**, porque es secuencial y probatorio, pues cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones) (34).

### 3.3 Tipo de investigación

Esta investigación según su función es de tipo básica porque el estudio realizado de acuerdo al problema específico se obtuvo resultados con la finalidad de incrementar conocimiento que son un beneficiosos para la sociedad (35).



### 3.4 Diseño de la investigación

(El diseño de esta investigación es no experimental u observacional de alcance **Descriptiva**: La investigación descriptiva es la que se utiliza, tal como el nombre lo dice, para describir la realidad de situaciones, eventos, personas, grupos o comunidades que se estén abordando y que se pretenda analizar. En este tipo de investigación la cuestión no va mucho más allá del nivel descriptivo; ya que consiste en plantear lo más relevante de un hecho o situación concreta. De todas formas, la investigación descriptiva no consiste únicamente en acumular y procesar datos. El investigador debe definir su análisis y los procesos que se involucrará. A grandes rasgos, las principales etapas a seguir en una investigación descriptiva son: examinar las características del tema a investigar, definirlo y formular hipótesis, seleccionar la técnica para la recolección de datos y las fuentes a consultar) (36).

**Transversal**: El estudio se realizará en un solo momento.

**Prospectivo**: Es un estudio longitudinal en el tiempo que se diseña y comienza a realizarse en el presente, pero los datos se analizan transcurrido un determinado tiempo (37).

### 3.5 Población, muestra y muestreo

La investigación será comparativa, pues se va comparar los resultados obtenidos de las variables. De acuerdo a los límites permisibles de toxicidad de los elementos contaminantes con la norma de la Farmacopea USP 40 y se mide el grado de relación existente entre dos o más conceptos o variables, pues se medirá la relación existente entre los valores hallados de arsénico, cadmio y plomo en suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima (38)

#### 3.5.1 Población

La población estará conformada por suplementos dietarios de origen vegetal Harina de Alcachofa, Harina de Linaza, Camú Camú en polvo y Harina de Tocoosh basados en la concentración de  $w$  mg/Kg.

### 3.5.2 Muestra

Las muestras estarán conformadas por suplementos dietarios de origen vegetal Harina de Alcachofa, Harina de Linaza, Camu Camu en polvo y Harina de Tocosh comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima.

### 3.5.3 Muestreo

Se muestreará 4 muestras de Harina de Alcachofa, 4 muestras de Harina de Linaza, 4 muestras de Camu Camu en polvo y 4 muestras de Harina de Tocosh, comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima, siendo un total de 16 muestras, 500 g por cada muestra.

## 3.6 Variables y operacionalización

### Variable Independiente.

- Harina de Alcachofa
- Harina de Linaza
- Camu Camu en polvo
- Harina de Tocosh

Tabla 11. Variable Independiente (X)

VARIABLE (X)	DIMENSIONES	INDICADORES
Alcachofas	4 muestras de suplementos provenientes del Mercado Mundo Natural	Concentracion en mg/Kg
Linaza	4 muestras de suplementos provenientes del Mercado Mundo Natural	Concentracion en mg/Kg
Camu Camu	4 muestras de suplementos provenientes del Mercado Mundo Natural	Concentracion en mg/Kg
Tocosh	4 muestras de suplementos provenientes del Mercado Mundo Natural	Concentracion en mg/Kg

Fuente: Elaboración propia 2019

### Variable dependiente

- Los valores de arsénico según Farmacopea USP 40 (1,5 mg/Kg).
- Los valores de cadmio según Farmacopea USP 40 (0,5 mg/Kg).
- Los valores de plomo según Farmacopea USP 40 (1,0 mg/Kg).

Tabla 22. Variable dependiente (Y)

VARIABLE (Y)	DIMENSIONES	INDICADORES
		Arsénico: 1,5 mg/Kg
Concentración de Arsénico, Cadmio y Plomo	Limites Maximos Permisibles según La Farmacopea USP 40	Cadmio: 0,5 mg/Kg  Plomo: 1,0 mg/Kg

Fuente: Elaboración propia 2019

## 3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 3.7.1 Técnica analítica para la cuantificación de arsénico, cadmio y plomo

#### Preparación de la muestra

(Se homogenizaron 100g de cada muestra por separado y se tomó 0,5g de cada variedad de papa por separado y luego se trasvasó a un tubo de teflón para luego ser sometido a la acción del microondas para la destrucción de la materia orgánica y su posterior cuantificación de los elementos metálicos.

Todo el material de vidrio se limpió y acondicionó, después de su lavado con detergente Extran acido fue remojado en ácido Nítrico al 5% por 24 horas y posteriormente enjuagada con agua ultra pura y finalmente secado en estufa.

- Se pesó en la balanza analítica 0,5 g de cada muestra, bien homogenizada en tubo de teflón.
- Luego se le adicionó 6mL de Ácido Nítrico 65% Ultra puro más 1mL Ácido Clorhídrico Ultra puro 37% y 0,5mL de Agua oxigenada Ultrapura al 30%, se selló y se llevó al Digestor de Microondas a una potencia de 1600w, a un tiempo de 30 minutos y de 15 minutos de enfriamiento.

- Luego fueron transvasados a fioles de 25mL y enrasados con agua ultrapura tipo I quedando listos para su correspondiente lectura al Espectrofotómetro de Absorción Atómica.)

## **Instrumentos**

### **Equipos**

- Espectrofotómetro de absorción atómica con sistema de doble Haz - modelo ANALYST 600 Perkin Elmer acoplado a Horno de Grafito
- Campana extractora Labconco.
- Balanza eléctrica Sartorius de sensibilidad 0,0001g.
- Equipo nano puré para agua ultra pura.
- Digestor Asistido Microondas Mars 6.
- Lámpara de Cátodo para Arsénico
- Lámpara de Cátodo para Cadmio
- Lámpara de Cátodo para Plomo

### **Reactivos**

- Agua ultra pura Tipo I
- Ácido nítrico ultra puro 65%
- Ácido clorhídrico ultra puro 37%.
- Peróxido de hidrogeno 30%. Ultra puro.
- Solución estándar de Arsénico 1000ug/mL en HNO<sub>3</sub> 1%
- Solución estándar de Cadmio 1000ug/mL en HNO<sub>3</sub> 1%
- Solución estándar de Plomo 1000ug/mL en HNO<sub>3</sub> 1%
- Extrán ácido.

### **Materiales**

- Beaker vidrio Borosilicato clase A de 1000mL y 500 mL.
- Fiola vidrio Borosilicato clase A de 25mL y 100 mL.
- Papel Whatman 0,45u.
- Matraz vidrio Borosilicato clase A aforado de 100 mL.

- Matraz vidrio Borosilicato clase A de 100mL.
- Pipetas automáticas de 100uL – 1000uL.
- Pipetas automáticas de 500uL – 5000uL.
- Tips de 100uL – 1000uL.
- Tips de 500uL – 5000uL.

## 3.7.2 Descripción

### 3.7.2.1 Digestión Asistida por Microondas

(Para el presente proceso se empleó un sistema de digestión asistida por microondas. Este tiene un fundamento que reside en que el agua contenida en cualquier sustancia orgánica o inorgánica absorbe con rapidez energía de las ondas. Las frecuencias de las microondas abarcan desde  $10^9$  hasta  $10^{12}$  Hz. El campo eléctrico de una microonda puede hacer girar una molécula de agua en virtud de la carga eléctrica en su interior. Los electrones, de carga negativa, asociados a los átomos de hidrógeno, se desplazan hacia el átomo de oxígeno instados por la fuerte atracción que sienten hacia los ocho protones, cargados positivamente, que tiene el oxígeno. Este desplazamiento hace negativo el lado de la molécula correspondiente al oxígeno y positivo el del hidrógeno. Una carga así distribuida constituye un dipolo eléctrico. Usualmente, los momentos dipolares del agua están orientados al azar. No obstante, si aparece un campo eléctrico se crea un momento de giro en cada molécula, obligándola a rotar para que coloque su momento dipolar paralelamente al campo. Constantemente, cada molécula de agua se ve agitada por el movimiento térmico aleatorio de las circundantes. Dicho movimiento estocástico, llamado a veces movimiento browniano, está relacionado con la temperatura del agua. El calor comunica a las moléculas más energía cinética, de tal suerte que, en su movimiento aleatorio, colisionan con mayor violencia unas con otras produciéndose así un aumento de la temperatura. Sin duda posee dos grandes ventajas: de una parte, su rapidez (se digieren 8 muestras en 30 minutos) y, por otra parte, al ser un sistema cerrado, evita la pérdida de elementos volátiles) (39).

### **3.7.2.2 Espectrofotometría de Absorción Atómica**

(La determinación de los niveles de concentración de Cadmio y Plomo fue mediante el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de grafito, mientras que, para el Arsénico se usó el Generador de Hidruros, lo cual nos permite una determinación cuantitativa de los metales mencionados. En la espectroscopia de absorción atómica (AAS en sus siglas en inglés), los elementos como el analito se transforman en el estado libre atómico en un dispositivo de atomización con la adición de energía térmica. Estos átomos son capaces de absorber radiación específica según el elemento. Para ello, una lámpara específica del elemento con un cátodo hueco hecho con el elemento que se va a investigar se introduce en la trayectoria del haz de luz de un espectrómetro de absorción atómica con el atomizador y un detector. Dependiendo de la concentración del elemento investigado en la muestra, parte de la intensidad de radiación de la lámpara de cátodo hueco es absorbida por los átomos formados. Dos fotomultiplicadores miden la intensidad de la radiación no atenuada y de la radiación después de salir del dispositivo de atomización durante el suministro de una solución de muestra. La concentración del elemento en la muestra puede calcularse a partir de la diferencia entre las dos intensidades) (40).

### **3.7.2.3. Espectroscopia de Absorción atómica asociado a un Horno de Grafito (Cadmio y Plomo)**

(Es una de las formas de EAA de mayor sensibilidad (permite detectar concentraciones hasta 1000 inferiores que las detectables con llama), siendo por tanto muy útil en el análisis de ultra trazas. Otra gran ventaja es que se requiere muy poca cantidad de muestra (pocos microlitros, normalmente). La energía requerida para la atomización es obtenida mediante la diferencia de potencial eléctrico a través de un tubo de grafito dentro del cual ha sido depositada la muestra. El tubo está alineado con la luz procedente de la lámpara espectral. Así, el vapor atómico generado por la muestra cuando el horno está encendido, absorberá luz proveniente de la lámpara del elemento a determinar. En este caso, la señal de absorción es transitoria, en forma de pico, de tal modo que se eleva la concentración y

posteriormente cae a medida que los átomos difunden fuera del horno). Existen 4 pasos fundamentales en la atomización:

**Secado:** El disolvente es eliminado

**Mineralización o Calcinación:** destruye la matriz orgánica

**Atomización:** Aquí los átomos se llevan al estado fundamental

**Barrido o limpieza:** elimina los restos que puedan quedar en el tubo) (41).

#### **3.7.2.4. Espectroscopia de Absorción atómica con Generador de hidruros (Arsénico)**

Los hidruros gaseosos de los metaloides son producidos en un frasco de reacción por la adición de un agente reductor como el borohidruro sódico, el cual genera hidrógeno nascente en contacto con ácidos. Los hidruros gaseosos e hidrógeno producidos, son llevados por un gas inerte como el argón hacia una celda de cuarzo, alineada en el paso óptico del espectrofotómetro de absorción atómica. La celda debe ser calentada para algunos elementos (por ejemplo, el arsénico) aproximadamente a 800°C, sin embargo, no precisa dicho calentamiento para otros (por ejemplo, el mercurio). En este último caso se habla de Técnica de Vapor Frío. El vapor de la muestra es atomizado y llevada por un gas inerte de arrastre hacia la celda de cuarzo, se genera una señal en forma gaussiana, cuya altura es proporcional a la cantidad del analito en la muestra problema. Actualmente existen sistemas automatizados de inyección en flujo continuos (FIAS) (42).

#### **3.7.3. Confiabilidad**

La confiabilidad de esta investigación está relacionada con el análisis de cuantificación de arsénico, cadmio y plomo mediante el método de espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito para Arsénico y Espectrofotometría de Absorción Atómica con Generador de hidruros para cadmio y plomo en el cual los resultados obtenidos se interpretó en gráficos estadístico de diagrama de barras, sectores circulares, diagrama de dispersión

### **3.8 Procesamiento y análisis de datos**

### **Procesamiento**

Los programas usados en la investigación: Excel o SPSS. Finalmente se procederá a la interpretación de los datos para plasmarlos en el Informe de la Tesis como resultado de la investigación.

### **Análisis de datos**

Los datos obtenidos fueron comparados con los límites máximos permitidos por la Farmacopea USP 40, obteniéndose porcentajes de los que superaron o no superaron usando la estimación del parámetro de interés(media)mediante el intervalo de confianza y correlacin de Pearson.

### **3.9 Aspectos éticos**

En esta investigación prevaleció el respeto y la unión para poder culminar y sobre todo la información fue recopilada de sitios de credibilidad.



## CAPITULO IV: PRESENTACION Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

### 4.1 Resultados

#### 4.1.1. Parámetros de lectura para arsénico, cadmio y plomo

##### 4.1.1.1. Parámetros de lectura para plomo por horno de grafito

Tabla 33. Parámetros del instrumento – Horno Grafito para plomo

<b>Parámetros de Instrumento</b>	
Tipo de Sistema	Horno
Elemento	Pb
Matriz	Ácido Fosfórico 0,1%.
Corriente de Lámpara	5.00mA
Longitud de Onda	283.30nm
Ancho de corte	0.50nm
Tamaño de Apertura	Reducido
Modo de Instrumento	Encender Abs. BC

Fuente: Elaboración propia 2019

Tabla 44. Parámetros de calibración para plomo

<b>Modo de Calibración</b>	<b>LS Lineal a través de Cero</b>
Muestra fuera de rango de acción	No
Unidades de Concentración	Ppb
Punto decimal de Concentración	2
Falla de Calibración	No
Acción de fallo de calibración	Continuar
Medir muestra en blanco después de calibración	No
Autoguardar método después de calibración	No

Fuente: Elaboración propia 2019

Tabla 55. Parámetros de medición de muestras para plomo.

<b>Modo de Medición</b>	<b>Área máxima</b>
Introducción de Muestras	Automático
Constante de Tiempo	0.00
Replicas	3

Fuente: Elaboración propia 2019

Tabla 66. Datos curva de calibración lineal a través de cero para plomo.

Muestra Etiquetada	Concentración Pb (ppb)	Media Absorbancia
Cal Blanco	-----	0.0000
Estándar 1	25.00	0.0551
Estándar 2	50.00	0.1110
Estándar 3	75.00	0.1689
Estándar 4	100.00	0.2230

Fuente: Elaboración propia 2019

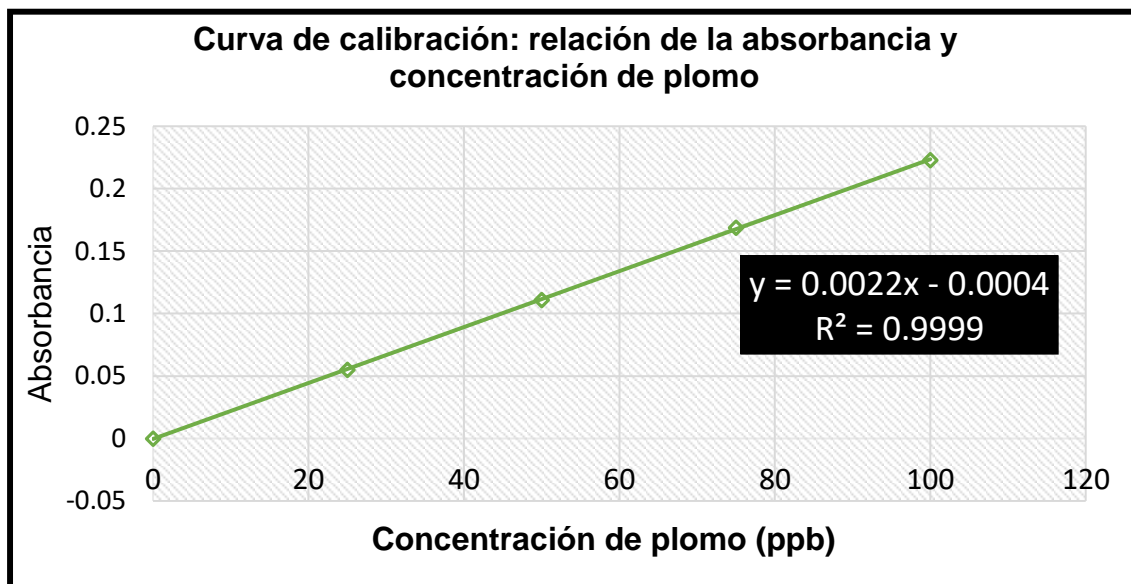


Figura 1 1. Curva de calibración de plomo

#### 4.1.1.2. Parámetros de lectura para cadmio por horno de grafito

Tabla 77. Parámetros del instrumento – Horno Grafito para cadmio

<b>Parámetros de instrumento</b>	
Tipo de Sistema	Horno
Elemento	Cd
Matriz	Ácido Fosfórico 0,1%.
Corriente de Lámpara	3.00mA
Longitud de Onda	228.80nm
Ancho de corte	2.00 nm
Tamaño de Apertura	Reducido
Modo de Instrumento	Encender Abs. BC

Fuente: Elaboración propia 2019

Tabla 88. Parámetros de calibración para cadmio

<b>Parámetros de calibración</b>	
Modo de Calibración	LS Lineal a través de Cero
Muestra fuera de rango de acción	No
Unidades de Concentración	Ppb
Punto decimal de Concentración	2
Falla de Calibración	No
Acción de fallo de calibración	Continuar.
Medir muestra en Blanco después de calibración.	No
Autoguardar método después de calibración	Si

Fuente: Elaboración propia 2019

Tabla 99. Parámetros de medición de muestra para cadmio.

<b>Parámetros de medición de muestra</b>	
Modo de Medición	Área máxima.
Introducción de Muestras	Automático
Constante de Tiempo	0.00
Replicas	3

Fuente: Elaboración propia 2019

Tabla 1010. Datos curva de calibración linear a través de cero para cadmio.

<b>Muestra Etiquetada</b>	<b>Concentración Cd (ppb)</b>	<b>Media Absorbancia</b>
Cal. Blanco	-----	0.0000
Estándar 1	0.25	0.0438
Estándar 2	0.50	0.0897
Estándar 3	0.75	0.1333
Estándar 4	1.00	0.1802

Fuente: Elaboración propia 2019

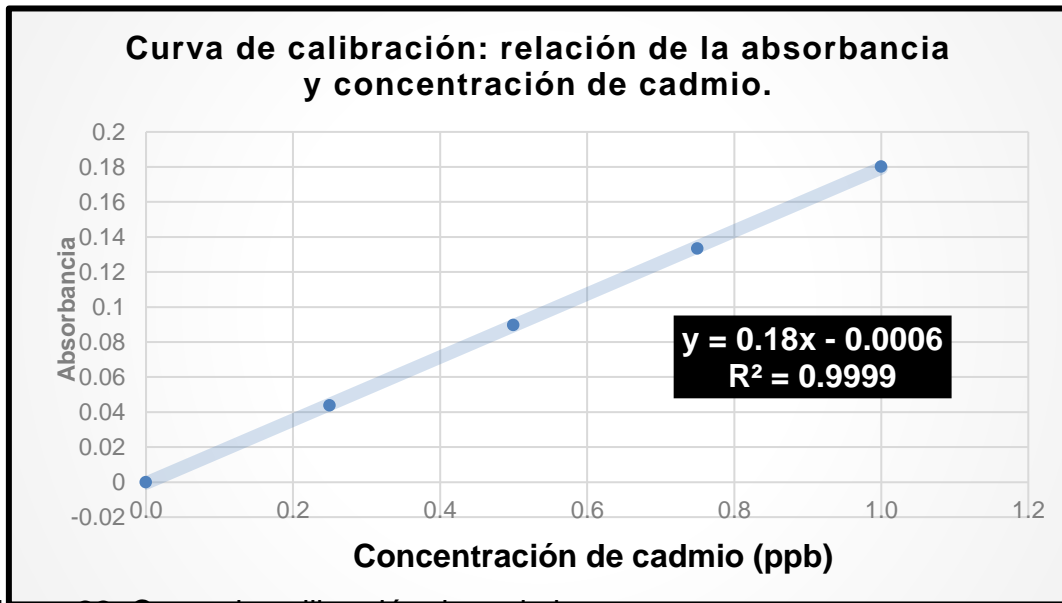


Figura 22. Curva de calibración de cadmio

#### 4.1.1.3. Parámetros de lectura para arsénico por generador de hidruro

Tabla 1111. Parámetros del instrumento – Generador de hidruros para arsénico

<b>Parámetros de instrumento</b>	
Tipo de Sistema	Generación de Hidruros (FIAS).
Elemento	As
Matriz	HCl 30%
Corriente de Lámpara	8.00mA
Longitud de Onda	193.70nm
Ancho de corte	2.00 nm
Tamaño de Apertura	Reducido
Modo de Instrumento	Encender Abs. BC

Fuente: Elaboración propia 2019

Tabla 1212. Parámetros de calibración para arsénico

<b>Parámetros de calibración</b>	
Modo de Calibración	LS Lineal a través de Cero
Muestra fuera de rango de acción	No
Unidades de Concentración	Ppb
Punto decimal de Concentración	2
Falla de Calibración	No
Acción de fallo de calibración	Parar
Medir muestra en Blanco después de calibración	No
Autoguardar método después de calibración	Si
Modo de Medición	Integración
Introducción de Muestras	Manual.
Constante de Tiempo	0.00 s
Replicas	3
Tipo de Flama	Aire- Acetileno
Combustible	1.100 l/min
Flujo de Aire	11.10
Angulo de Quemador	0.00 °

Fuente: Elaboración propia 2019

Tabla 1313. Datos curva de calibración linear a través de cero para arsénico

Muestra Etiquetada	Concentración As (ppb)	Media Absorbancia
Cal. Blanco	-----	0.0000
Estándar 1	2.50	0.142
Estándar 2	5.00	0.284
Estándar 3	7.50	0.424
Estándar 4	10.00	0.567

Fuente: Elaboración propia 2019

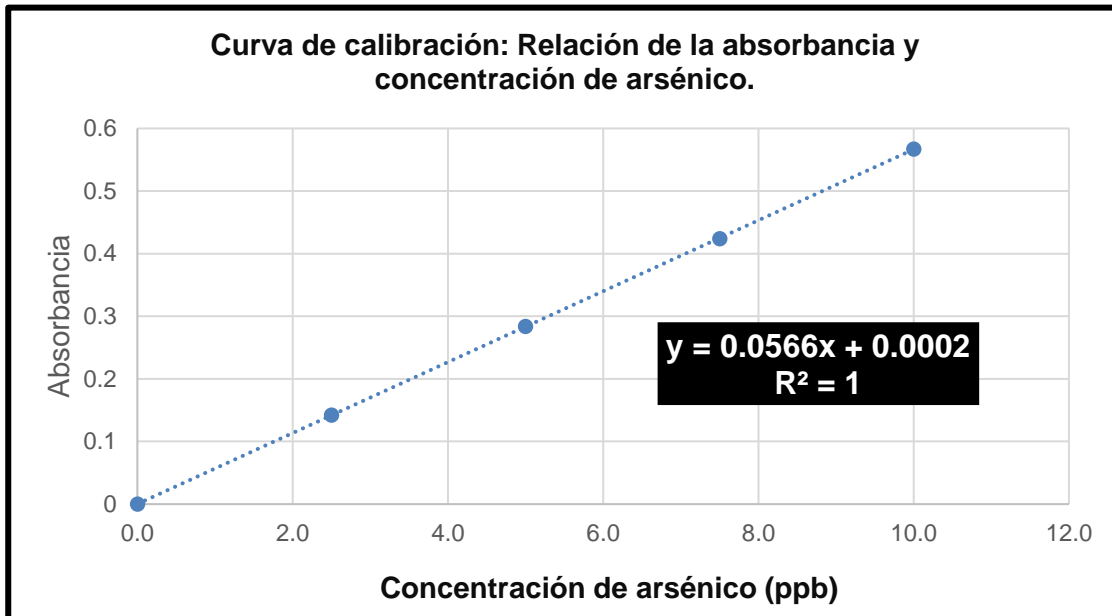


Figura 33. Curva de calibración de Arsénico



#### 4.2 Análisis estadístico de los valores arsénico, cadmio y plomo en muestras de suplementos dietarios

Tabla 1414. Resultados de valores de arsénico, cadmio y plomo en muestras de suplementos dietarios comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018.

NUMERO	SUPLEMENTOS DIETARIOS	CODIGO	ARSENICO (mg/Kg)	CADMIO (mg/Kg)	PLOMO (mg/Kg)
1		ALC - 01	0.66	0.23	0.35
2	ALCACHOFA	ALC - 02	1.24	0.52	0.62
3		ALC - 03	0.51	0.31	0.19
4		ALC - 04	1.68	0.18	0.58
5		CAM - 01	0.29	0.63	0.26
6	CAMU CAMU	CAM - 02	0.35	0.41	0.18
7		CAM - 03	0.47	0.26	0.48
8		CAM - 04	0.18	0.52	0.55
9		LIN-01	0.94	0.25	1.16
10	LINAZA	LIN-02	0.33	0.31	0.95
11		LIN-03	0.18	0.18	0.32
12		LIN-04	0.11	0.11	0.47
13		TOC - 01	1.62	0.61	1.28
14	TOCOSH	TOC - 02	0.82	0.32	1.11
15		TOC - 03	0.67	0.17	0.69
16		TOC - 04	0.85	0.18	0.84

Fuente: Elaboración propia 2019

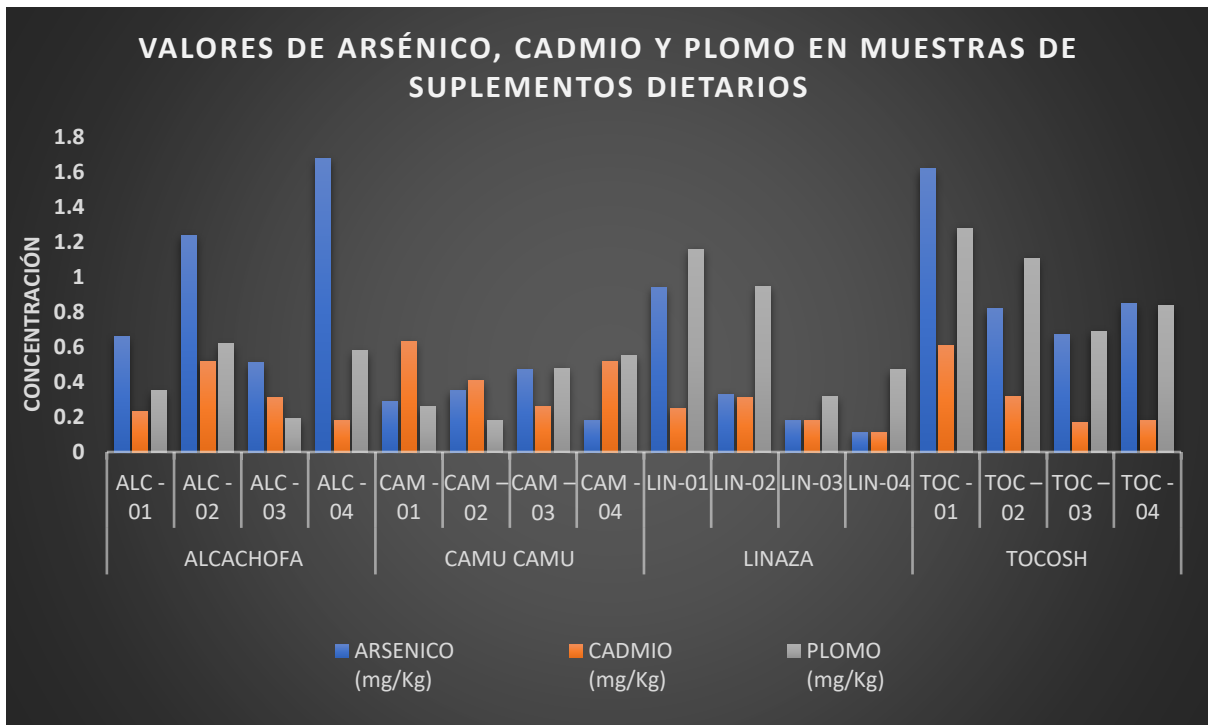


Figura 44. Valores de arsénico, cadmio y plomo en muestras de suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh).

**Interpretación:** Acá observamos los valores de arsénico, cadmio y plomo de las muestras de suplementos dietarios de origen vegetal Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018.

Tabla 1515. Datos estadísticos de los valores de arsénico de las muestras de suplementos dietarios de origen vegetal Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018.

<b>SUPLEMENTOS DIETARIOS</b>			<b>Estadístico</b>	<b>Error estándar</b>	
<b>NIVEL ARSÉNICO</b>	<b>ALCACHOFA</b>	Media	1,022	0,269	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,163	
			Límite superior	1,881	
		Mediana	0,950		
		Varianza	0,291		
		Desviación estándar	0,539		
		Mínimo	0,510		
		Máximo	1,680		
	<b>CAMU CAMU</b>	Media	0,322	0,061	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,130	
			Límite superior	0,514	
		Mediana	0,320		
		Varianza	0,015		
		Desviación estándar	0,120		
Mínimo		0,180			
Máximo		0,470			
<b>LINAZA</b>	Media	0,390	0,188		
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-0,214		
		Límite superior	0,991		
	Mediana	0,255			
	Varianza	0,143			
	Desviación estándar	0,377			
	Mínimo	0,110			
	Máximo	0,940			
	<b>TOCOSH</b>	Media	0,990	0,213	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,310	
Límite superior			1,670		
Mediana		0,835			
Varianza		0,183			
Desviación estándar		0,427			
Mínimo		0,670			
Máximo	1,620				

Fuente: Elaboración propia 2019

Tabla 1616. Datos estadísticos de los valores de cadmio de las muestras de suplementos dietarios de origen vegetal Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018.

		SUPLEMENTOS DIETARIOS		Estadístico	Error estándar
<b>NIVEL CADMIO</b>	<b>ALCACHOFA</b>		Media	0,310	0,074
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,071	
			Límite superior	0,548	
			Mediana	0,270	
			Varianza	0,022	
			Desviación estándar	0,149	
			Mínimo	0,180	
		Máximo	0,520		
	<b>CAMU CAMU</b>		Media	0,455	0,079
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,203	
			Límite superior	0,706	
			Mediana	0,465	
			Varianza	0,025	
			Desviación estándar	0,158	
			Mínimo	0,260	
		Máximo	0,630		
	<b>LINAZA</b>		Media	0,212	0,043
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,074	
			Límite superior	0,350	
			Mediana	0,215	
		Varianza	0,007		
		Desviación estándar	0,086		
		Mínimo	0,110		
	Máximo	0,310			
<b>TOCOSH</b>		Media	0,320	0,102	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-0,006		
		Límite superior	0,646		
		Mediana	0,250		
		Varianza	0,042		
		Desviación estándar	0,205		
		Mínimo	0,170		
	Máximo	0,610			

Fuente: Elaboración propia 2019

Tabla 1717. Datos estadísticos de los valores de plomo de las muestras de suplementos dietarios de origen vegetal Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018.

SUPLEMENTOS DIETARIOS			Estadístico	Error estándar	
NIVEL PLOMO	ALCACHOFA	Media	0,435	0,101	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior		0,113
			Límite superior		0,756
		Mediana	0,465		
		Varianza	0,041		
		Desviación estándar	0,202		
		Mínimo	0,190		
	Máximo	0,620			
	CAMU CAMU	Media	0,367	0,087	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior		0,087
			Límite superior		0,647
		Mediana	0,370		
		Varianza	0,031		
		Desviación estándar	0,175		
		Mínimo	0,180		
	Máximo	0,550			
	LINAZA	Media	0,725	0,197	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior		0,095
			Límite superior		1,354
		Mediana	0,710		
		Varianza	0,156		
Desviación estándar		0,395			
Mínimo		0,320			
Máximo	1,160				
TOCOSH	Media	0,980	0,132		
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior		0,558	
		Límite superior		1,401	
	Mediana	0,975			
	Varianza	0,070			
	Desviación estándar	0,264			
	Mínimo	0,690			
Máximo	1,280				

Fuente: Elaboración propia 2019

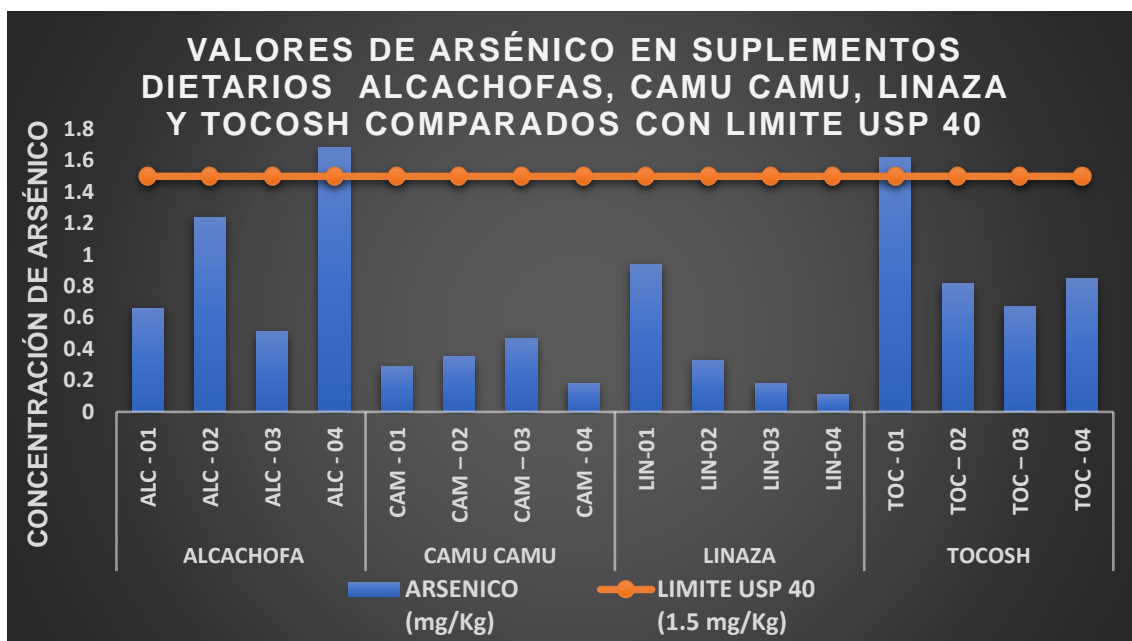


Figura 55. Valores de arsénico en suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camú, Linaza y Tocosh) comparados con límite USP 40 (1.5 mg/Kg).

**Interpretación:** Las muestras de suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camú, Linaza y Tocosh) comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima comparados con límite de arsénico de USP 40 (1.5 mg/Kg).

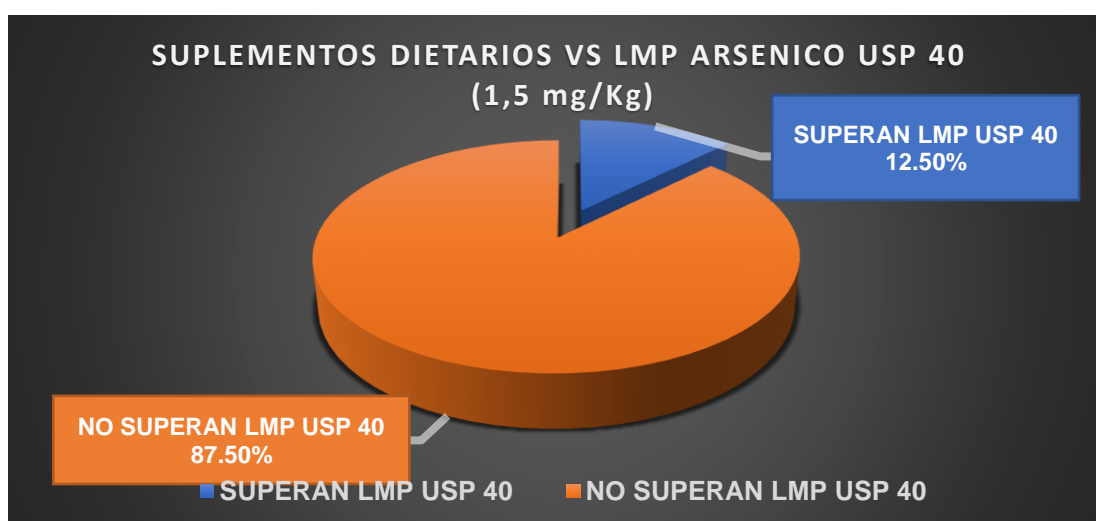


Figura 66. Muestras de suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh) comparado con LMP USP 40 arsénico (1.5 mg/Kg).

**Interpretación:** Las muestras de suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh) obtenidas del Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima superan en un 12,50% el límite de arsénico establecido por la USP 40 (1.5 mg/Kg).

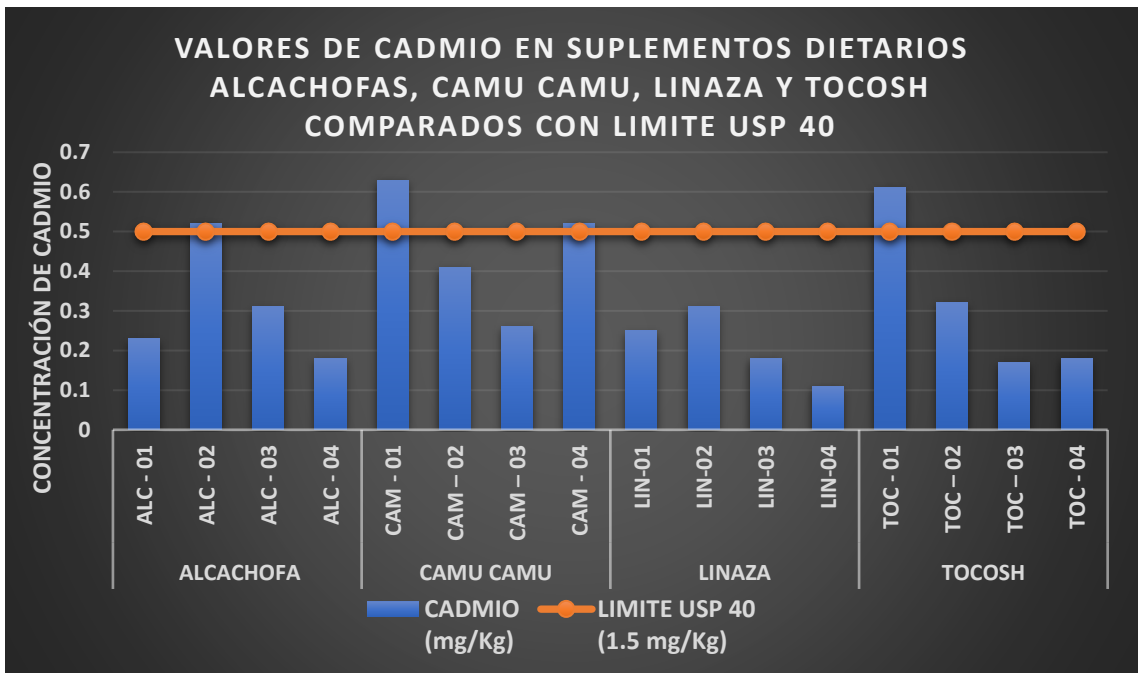


Figura 77. Valores de cadmio en suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh) comparados con límite USP 40 (0.5 mg/Kg).

**Interpretación:** Las muestras de suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh) comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima comparados con límite de cadmio USP 40 (0.5 mg/Kg).

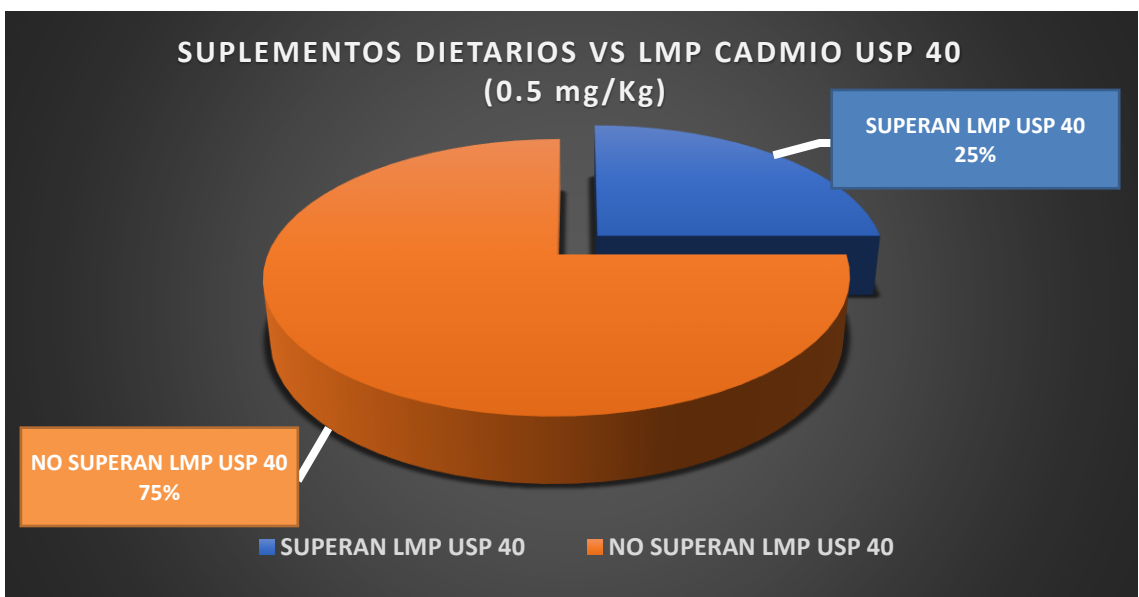


Figura 88. Muestras de suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh) comparado con LMP USP 40 cadmio (0.5 mg/Kg).

**Interpretación:** Las muestras de suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh) obtenidas del Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima superan en un 25% el límite de cadmio establecido por la USP 40 (0.5 mg/Kg).

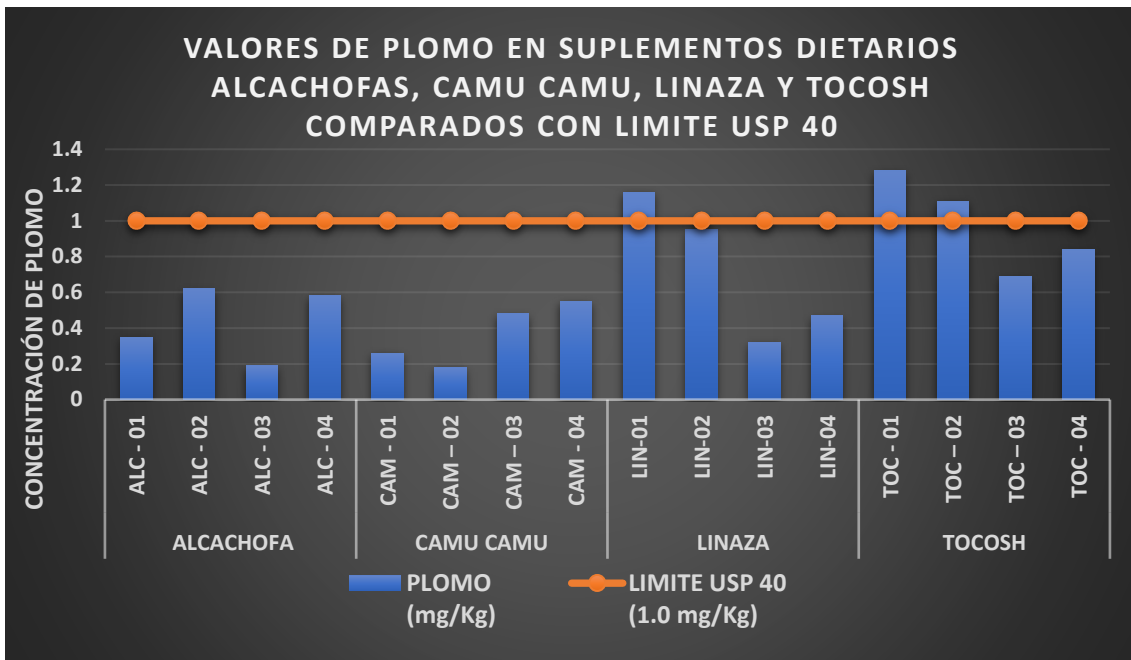


Figura 99. Valores de plomo en suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh) comparados con limite USP 40 (1.0 mg/Kg).

**Interpretación:** Las muestras de suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza Y Tocosh) comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima comparados con límite de plomo USP 40 (1.0 mg/Kg).

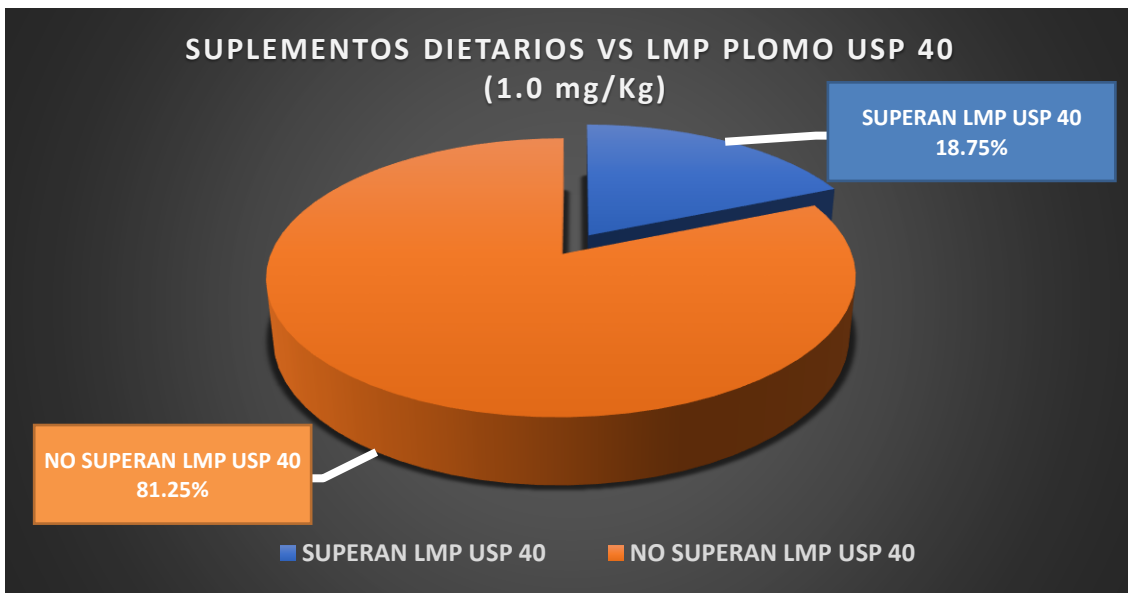


Figura 1010. Muestras de suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh) comparado con LMP USP 40 para plomo (1.0 mg/Kg).

**Interpretación:** Las muestras de suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camú, Linaza Y Tocosh) obtenidas del Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima superan en un 18.75% el límite de plomo establecido por la USP 40 (1.0 mg/Kg).



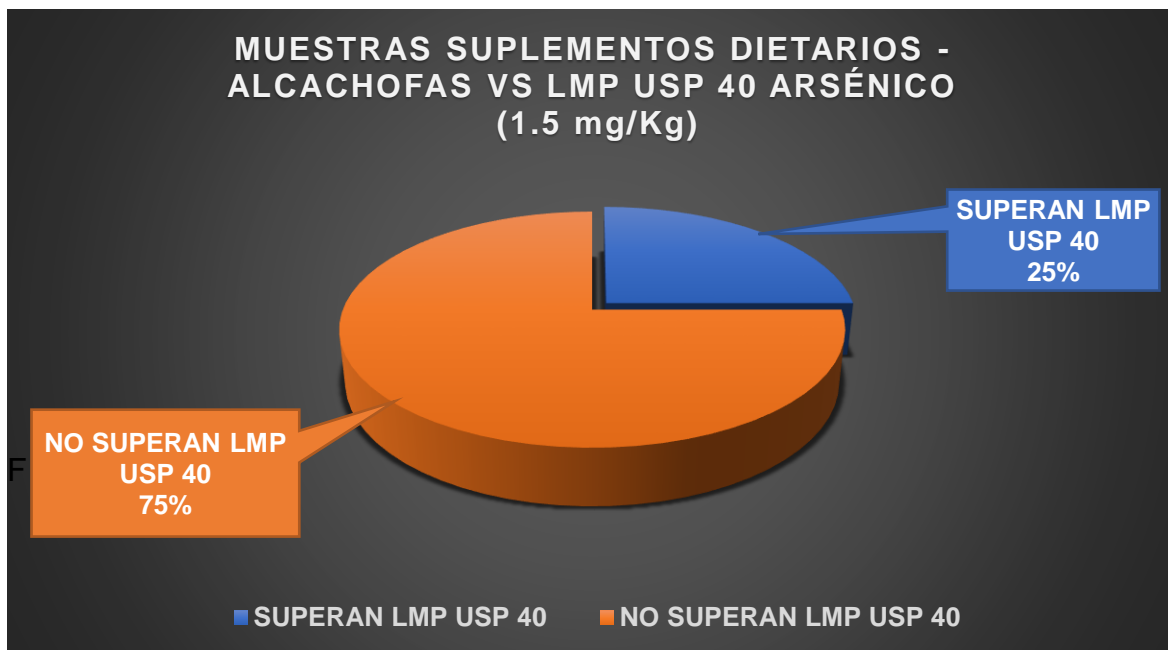


Figura 1111. Muestras de suplementos dietarios - Alcachofas comparadas con LMP USP 40 para arsénico (1.5 mg/Kg).

**Interpretación:** Las muestras de suplementos dietarios - Alcachofas obtenidas del Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima superan 25% el límite de arsénico establecido por USP 40 (1.5 mg/Kg).

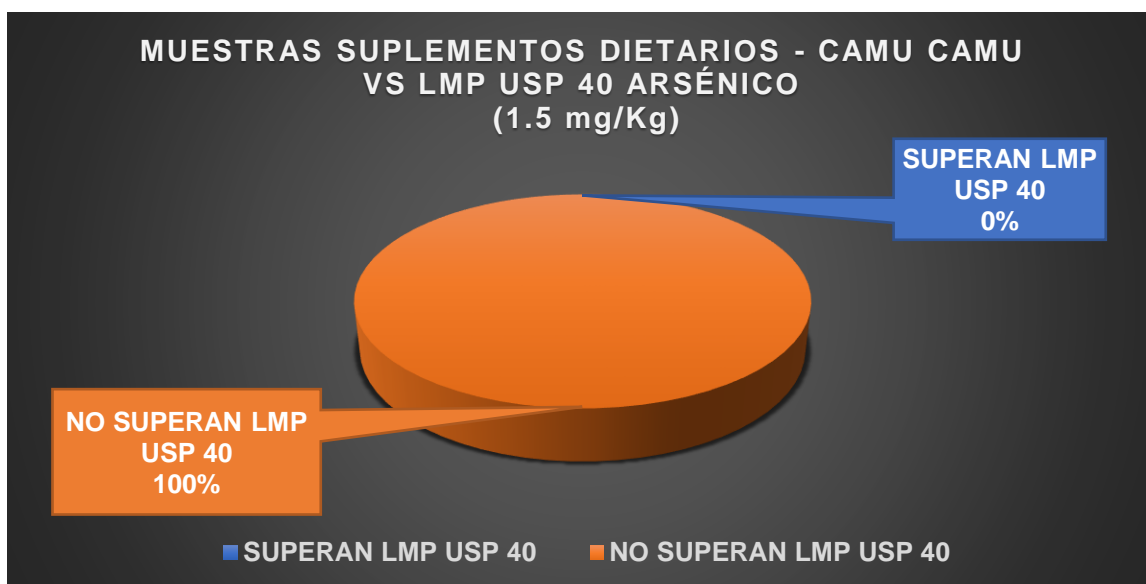


Figura 1212. Muestras de suplementos dietarios – Camu Camu comparadas con LMP USP 40 para arsénico (1.5 mg/Kg).

**Interpretación:** Las muestras de suplementos dietarios – Camu Camu obtenidas del Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima no superan el límite de arsénico establecido por USP 40 (1.5 mg/Kg).

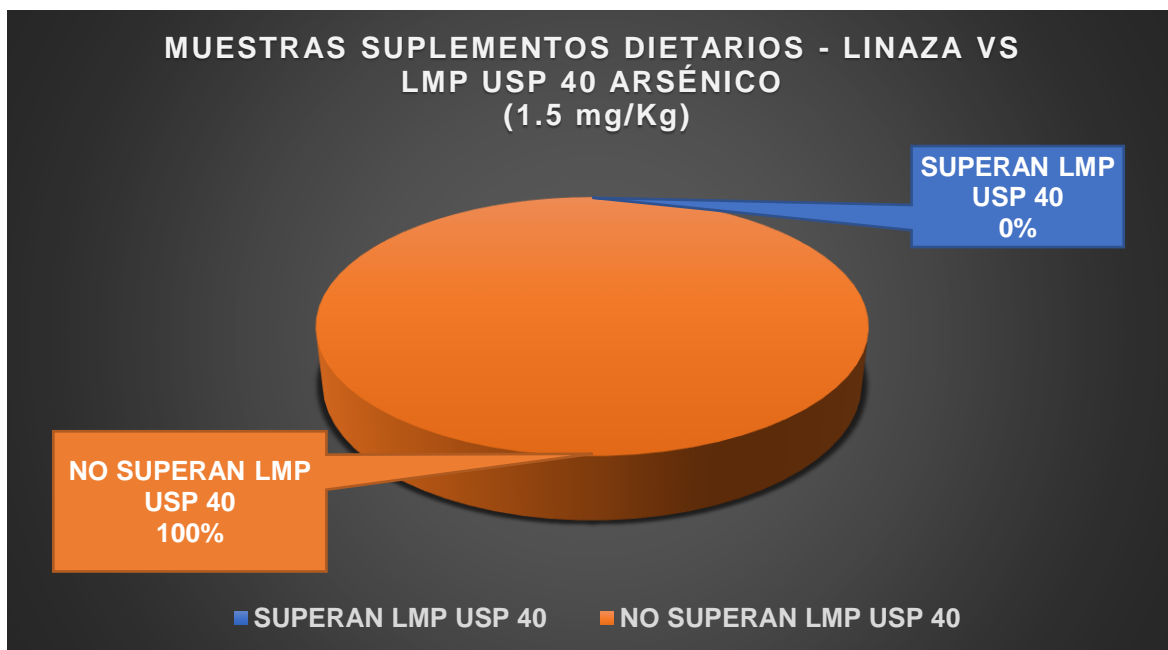


Figura 1313. Muestras de suplementos dietarios – Linaza comparadas con LMP USP 40 para arsénico (1.5 mg/Kg).

**Interpretación:** Las muestras de suplementos dietarios – Linaza obtenidas del Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima no superan el límite de arsénico establecido por USP 40 (1.5 mg/Kg).

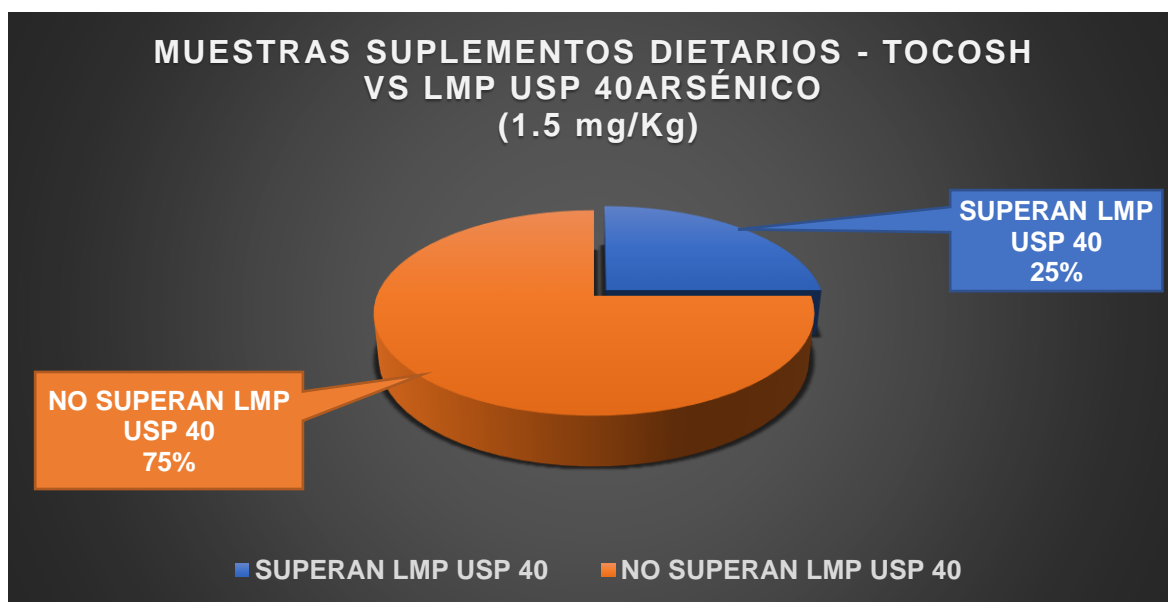


Figura 1414. Muestras de suplementos dietarios - Tocosh comparadas con LMP USP 40 para arsénico (1.5 mg/Kg).

**Interpretación:** Las muestras de suplementos dietarios - Tocosh obtenidas del Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima superan 25% el límite de arsénico establecido por USP 40 (1.5 mg/Kg).

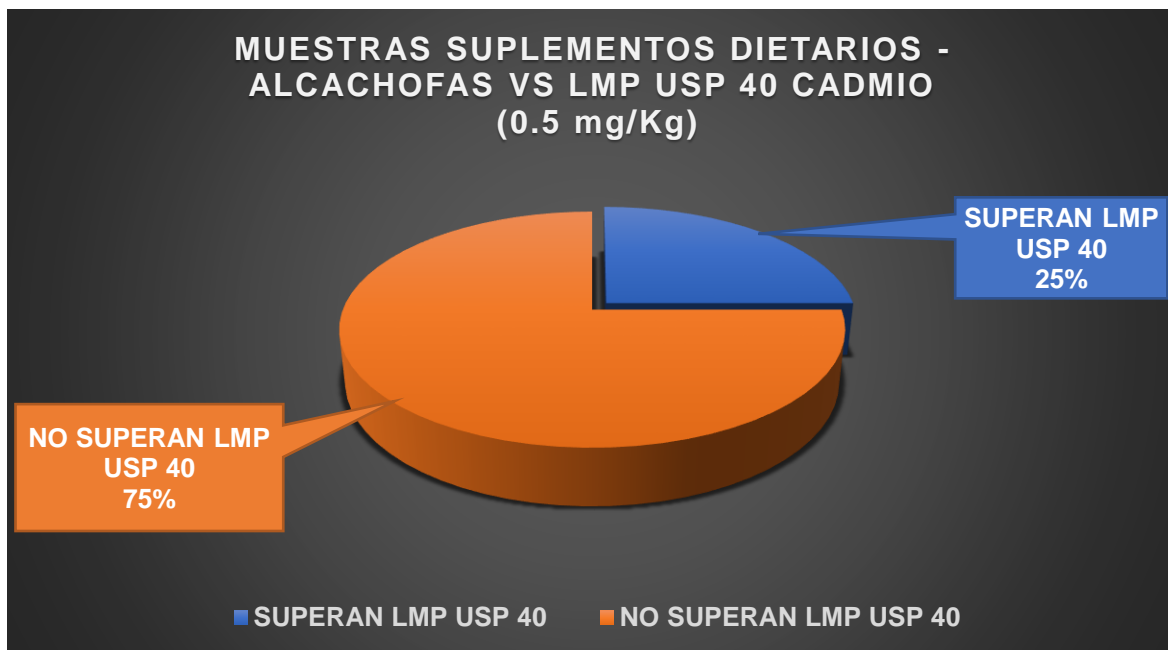


Figura 1515. Muestras de suplementos dietarios - Alcachofas comparadas con LMP USP 40 para cadmio (0.5 mg/Kg).

**Interpretación:** Las muestras de suplementos dietarios - Alcachofas obtenidas del Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima superan 25% el límite de cadmio establecido por USP 40 (0.5 mg/Kg).

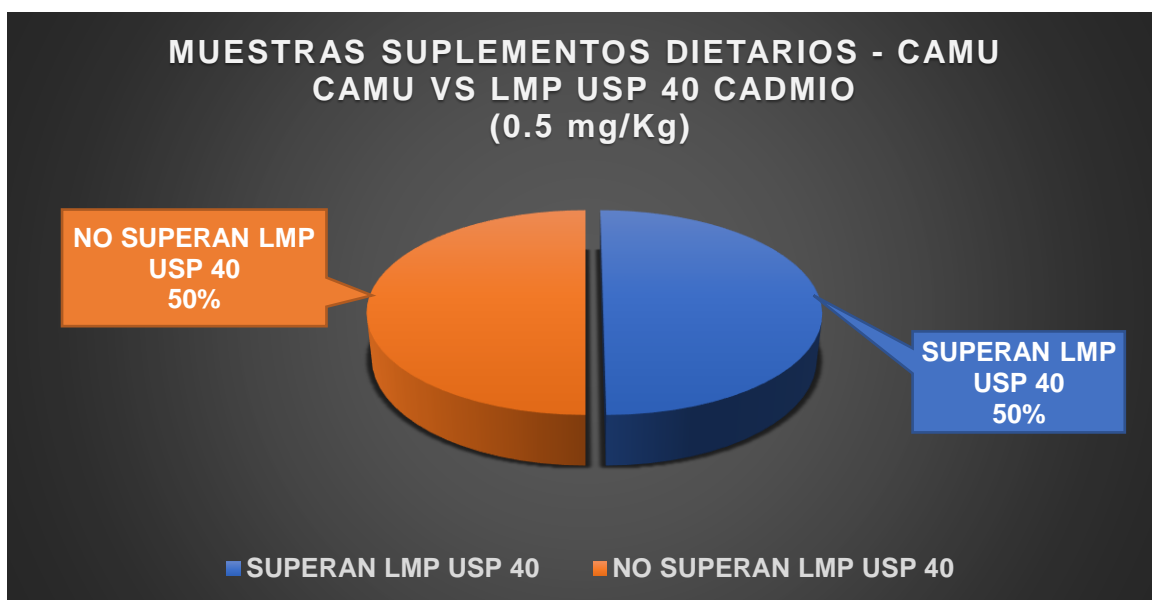


Figura 1616. Muestras de suplementos dietarios – Camu Camu comparadas con LMP USP 40 para cadmio (0.5 mg/Kg).

**Interpretación:** Las muestras de suplementos dietarios - Camu Camu obtenidas del Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima superan 50% el límite de cadmio establecido por USP 40 (0.5 mg/Kg).

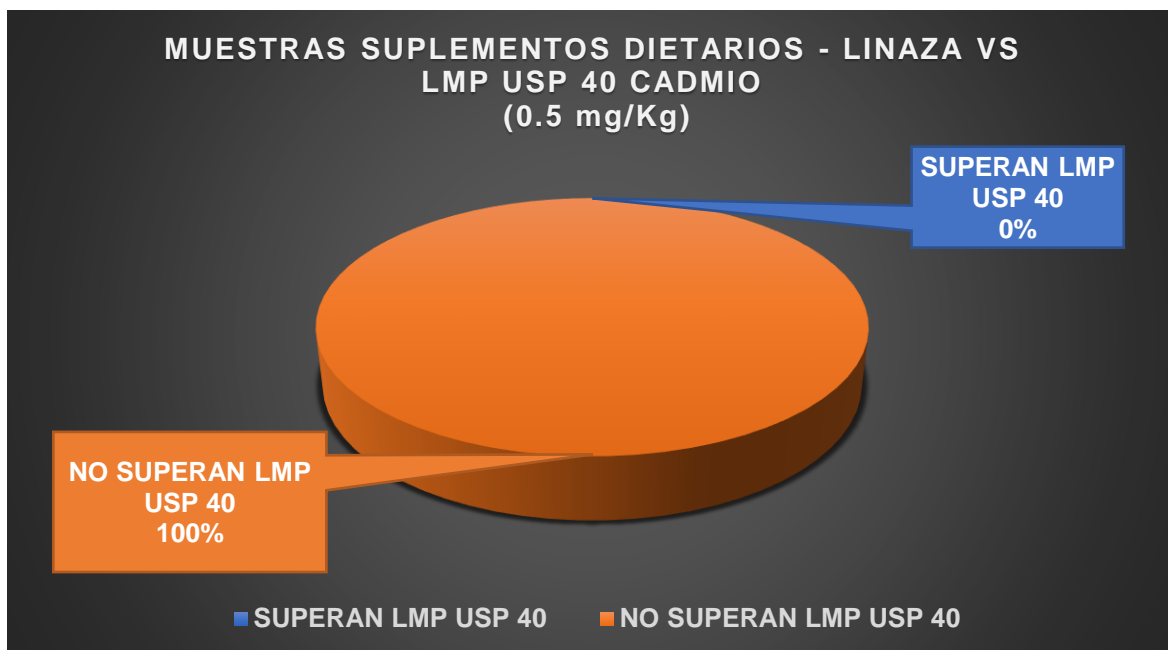


Figura 1717. Muestras de suplementos dietarios – Linaza comparadas con LMP USP 40 para cadmio (0.5 mg/Kg).

**Interpretación:** Las muestras de suplementos dietarios – Linaza obtenidas del Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima no superan el límite de cadmio establecido por USP 40 (0.5 mg/Kg).

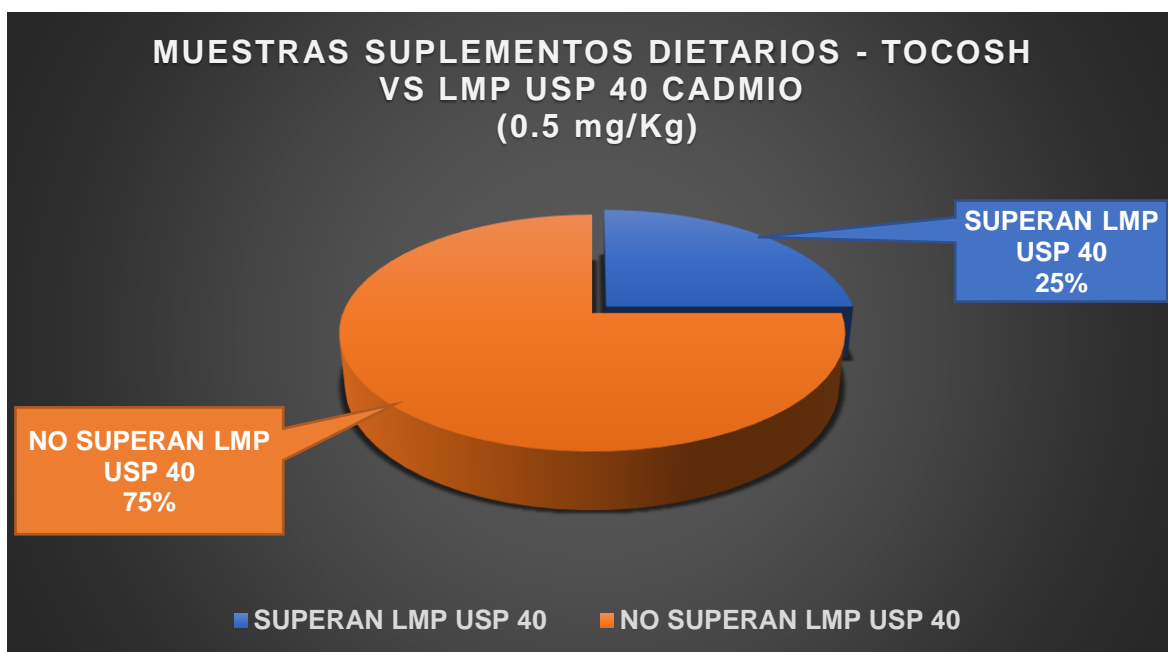


Figura 1818. Muestras de suplementos dietarios - Tocosh comparadas con LMP USP 40 para cadmio (0.5 mg/Kg).

**Interpretación:** Las muestras de suplementos dietarios - Tocosh obtenidas del Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima superan 25% el límite de cadmio establecido por USP 40 (0.5 mg/Kg).

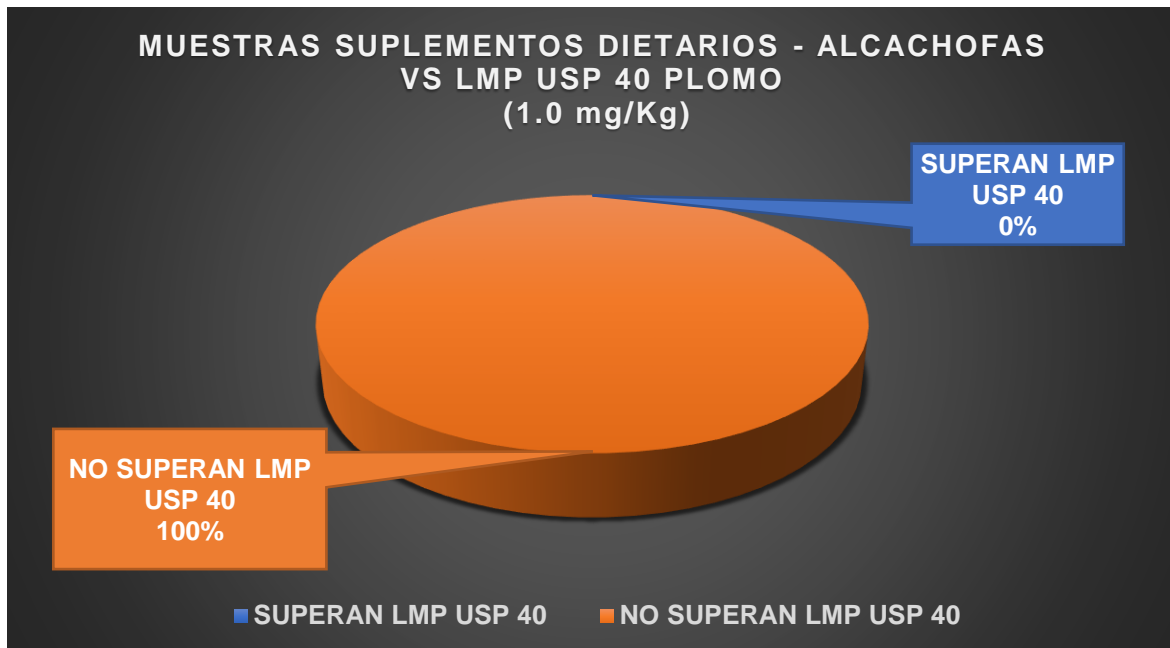


Figura 1919. Muestras de suplementos dietarios – Alcachofas comparadas con LMP USP 40 para plomo (1.0 mg/Kg).

**Interpretación:** Las muestras de suplementos dietarios – Alcachofas obtenidas del Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima no superan el límite de plomo establecido por USP 40 (1.0 mg/Kg).

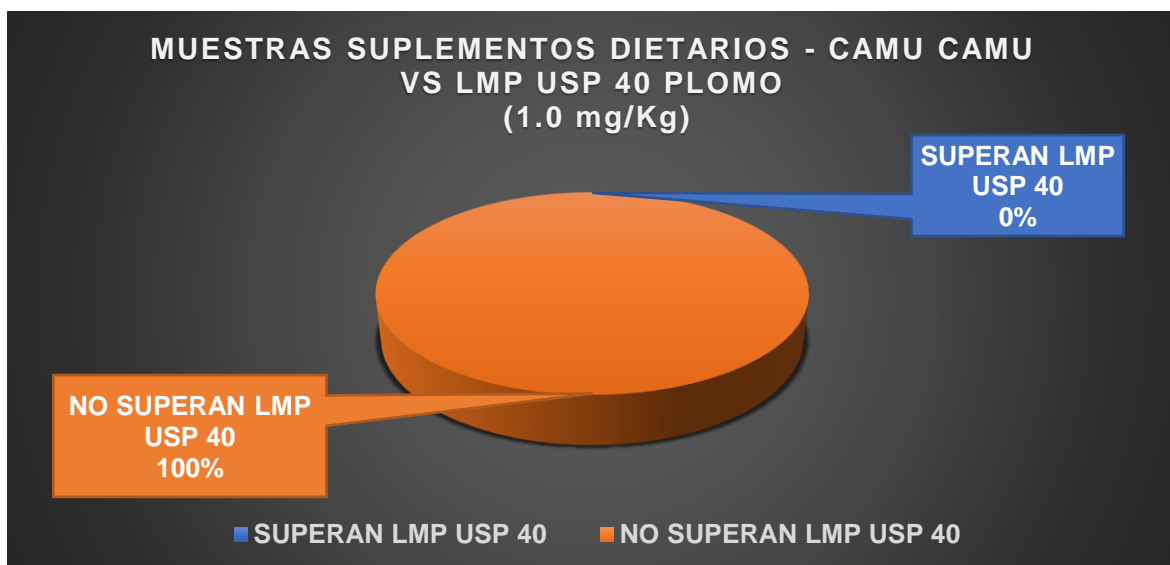


Figura 2020. Muestras de suplementos dietarios – Camu Camu comparadas con LMP USP 40 para plomo (1.0 mg/Kg).

**Interpretación:** Las muestras de suplementos dietarios – Camu Camu obtenidas del Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima no superan el límite de plomo establecido por USP 40 (1.0 mg/Kg).

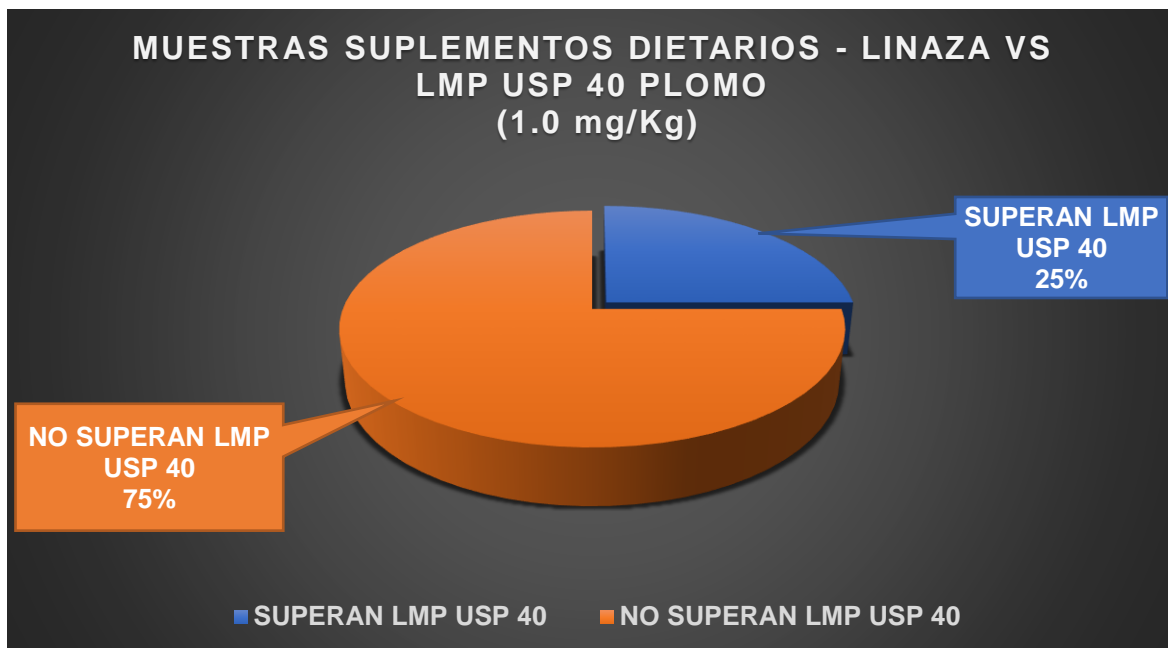


Figura 2121. Muestras de suplementos dietarios - Linaza comparadas con LMP USP 40 para plomo (1.0 mg/Kg).

**Interpretación:** Las muestras de suplementos dietarios - Linaza obtenidas del Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima superan 25% el límite de plomo establecido por USP 40 (1.0 mg/Kg).

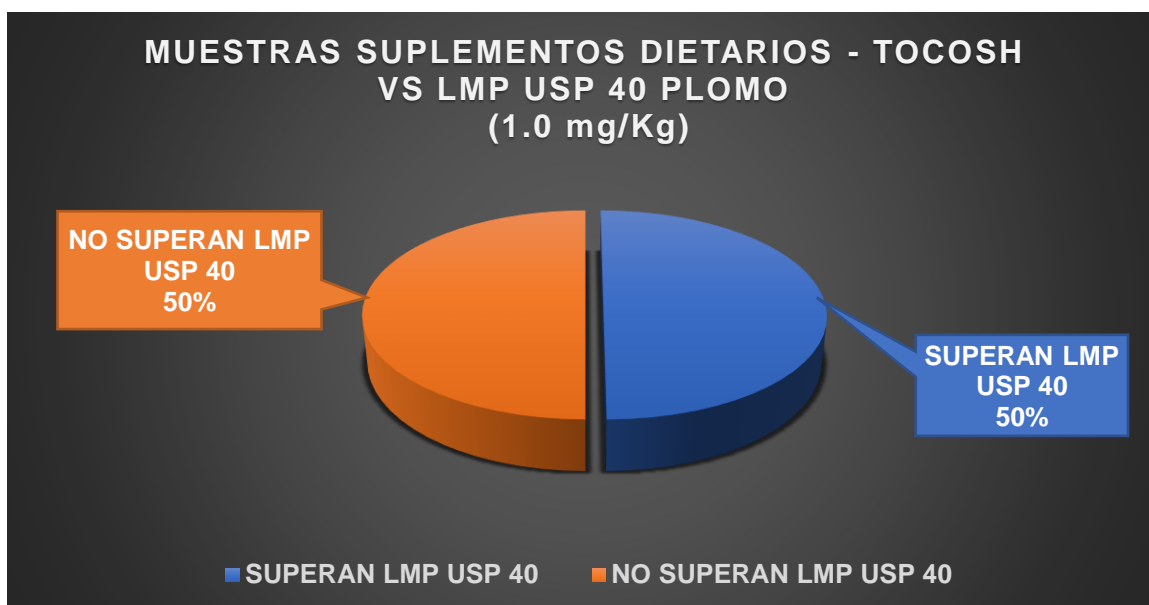


Figura 2222. Muestras de suplementos dietarios – Tocosh comparadas con LMP USP 40 para plomo (1.0 mg/Kg).

**Interpretación:** Las muestras de suplementos dietarios - Tocosh obtenidas del Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima superan 50% el límite de plomo establecido por USP 40 (1.0 mg/Kg).

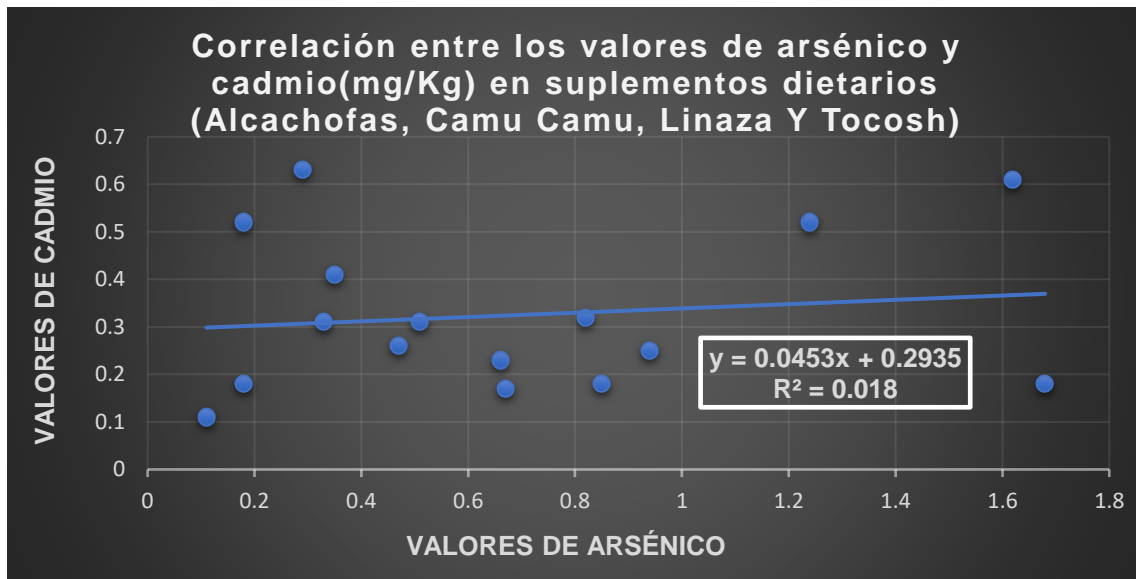


Figura 2323. Correlación entre los valores de arsénico y cadmio en muestras de suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh)

**Coefficiente de correlación de Pearson: 0.13**

**Interpretación:** La correlación de Pearson de 0.13 es una correlación escasa directamente proporcional, por lo que no se acepta visto que este valor tendría que ser igual a 1.

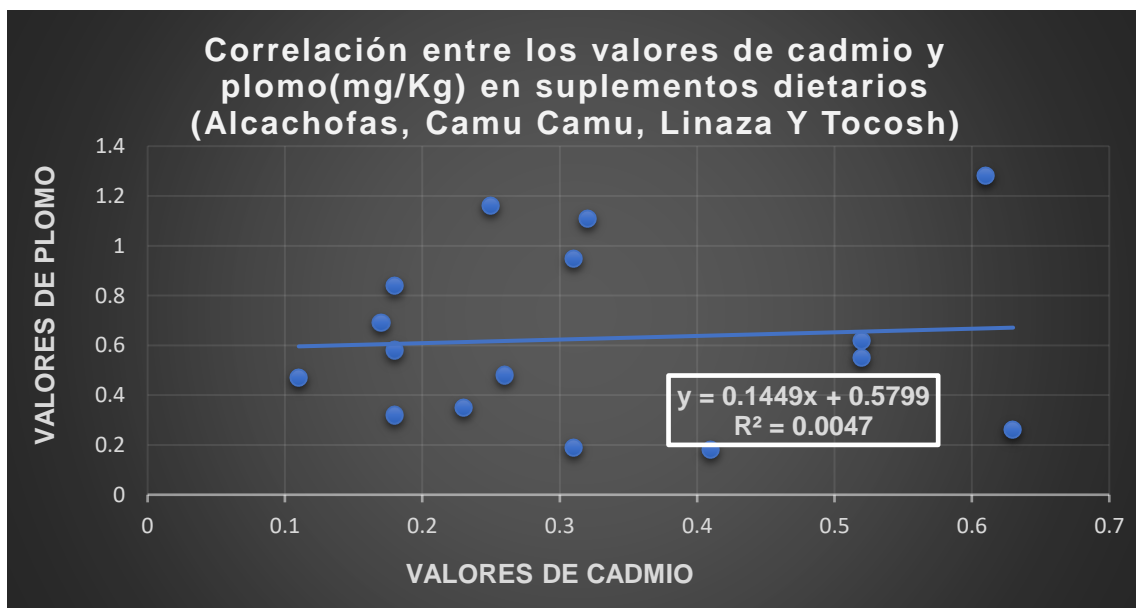


Figura 2424. Correlación entre los valores de cadmio y plomo en muestras de suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh)

**Coefficiente de correlación de Pearson: 0.068**

**Interpretación:** La correlación de Pearson de 0.068 es una correlación escasa directamente proporcional, por lo que no se acepta visto que este valor tendría que ser igual a 1.

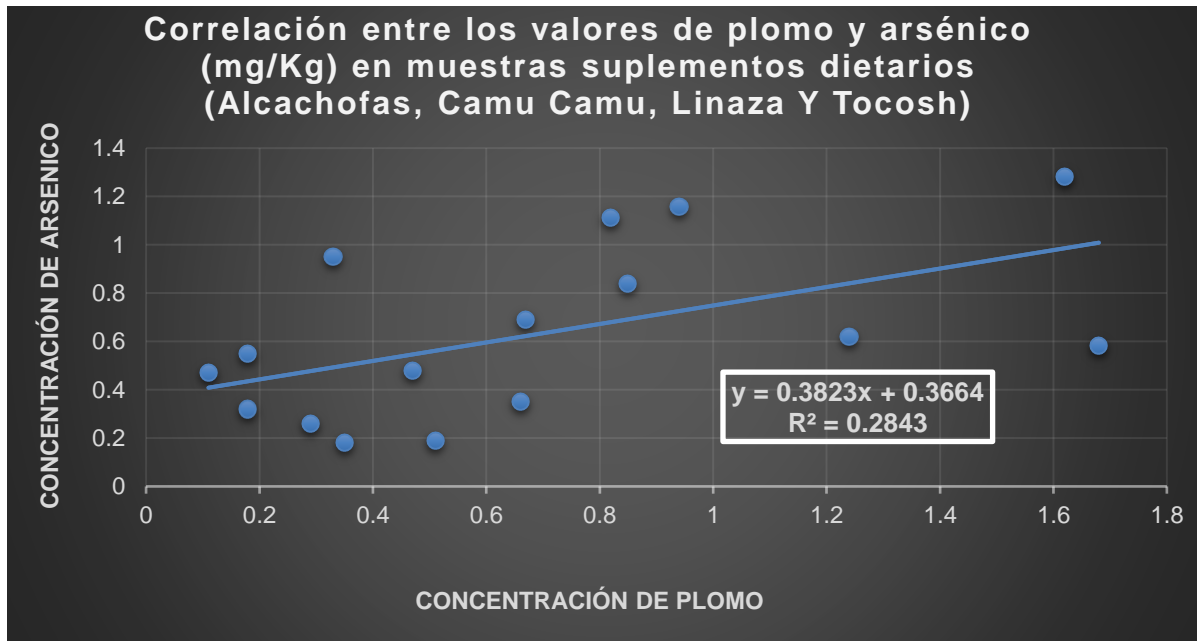


Figura 2525. Correlación entre los valores de plomo y arsénico en muestras de suplementos dietarios (Alcachofas, Camu Camu, Linaza y Tocosh)

**Coefficiente de correlación de Pearson: 0.533**

**Interpretación:** La correlación de Pearson de 0.533 es una correlación moderada directamente proporcional, por lo que no se acepta visto que este valor tendría que ser igual a 1.



## Discusión de resultados

- **(Para el Arsénico)** según la tabla N°5 se determinó que en las 16 muestras de suplementos dietarios de origen vegetal hay presencia de este metal, se halló valor mínimo de 0.11 mg/kg en suplemento linaza y valor máximo 1.68 mg/kg en suplemento alcachofa y un valor promedio de Arsénico es de 0.68 mg/kg. los resultados evidencian que el promedio de la concentración de arsénico se encuentra por debajo de límite máximo 1.5mg/kg de peso establecido según el USP40. Este resultado coincide con la investigación efectuada por Chata A. et al (2015), los resultados en los niveles de arsénico en agua fue de 0.048mg/L lo cual no supera los estándares nacionales de calidad ambiental para bebida de animales y riesgo de consumo crudo establecido por el ministerio del ambiente Peruano, mientras que en el caso del arsénico en leche se obtuvo un promedio de 0.43mg/l supera el límite máximo permisible (0.015mg/kg fijado por la norma técnica Ecuatoriana)).
- **(Para el Cadmio)** según la tabla N°6 se determinó que en las 16 muestras de suplementos dietarios de origen vegetal hay presencia de este metal, se halló valor mínimo de 0.11 mg/kg en suplemento linaza y valor máximo 0.63 mg/kg en suplemento camu camu y un valor promedio de Arsénico es de 0.32 mg/kg. Resultados similares a la investigación obtenida por Chata A. et al (2015), en análisis de cadmio en agua los resultados fueron inferiores a 0.00050mg/l y en leche con promedio de 0.0037 mg/l el cual no supera el límite máximo permisible (0.010mg/kg fijado por la norma técnica de Rumana). Los resultados obtenidos indican que no existe contaminación por cadmio)
- **(Para el Plomo)** según la tabla N°7 se determinó que en las 16 muestras de suplementos dietarios de origen vegetal hay presencia de este metal, se halló valor mínimo de 0.18 mg/kg en suplemento camu camu y valor máximo 1.28 mg/kg en suplemento tocosh y un valor promedio de Arsénico es de 0.57 mg/kg. Resultados obtenidos por Condori S. (2020), en las muestras de betarraga y estas presentaron concentraciones de plomo con promedio de 4,45 µg/kg, en muestras cocida, en caso de las muestras crudas el promedio fue 10,32 µg/kg. Y con respecto a cadmio

la concentración promedio fue de 2,67  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , en betarraga cocida y en crudas el promedio fue 2,62  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ; y todas por debajo de los límites permitidos).

- **(Luna R, Rodríguez V, en el año 2016**, obtuvo como resultado de su investigación en muestras de papa procedentes de la cuenca del río Mashcon un valor promedio de cadmio de 0.3095 mg/Kg y para la cuenca del río Chonta de 0.3078 mg/Kg, , se evidencio que las concentraciones de cadmio en papa para ambas cuencas presenta valores superiores a los límites máximos permisible(0.1 ppm, según lo indicado en el CODEX STAN 193-1995 Revisión 2009 Mod.2015 dado por el Codex Alimentarius), sin embargo no se detectó presencia de plomo en muestras de papa, (Límite de detección para el plomo: 0.5 ppb); por lo tanto, al carecer de un valor no fue posible realizar la comparación con el límite máximo permisible (0.1 ppm) establecido para el plomo según lo indicado en el CODEX STAN 193-1995 Revisión 2009 Mod.2015 dado por el Codex Alimentarius. Resultados distintos en comparación con nuestra investigación en muestras de suplementos dietarios de origen vegetal valores promedio para cadmio 0.32 mg/kg esto nos indica que está por debajo de los límites máximos permisible (0.5mg/kg) y para el metal plomo el valor promedio es de 0.57 mg/kg respectivamente).
  
- **(Coronel E, en el año 2018**, obtuvo como resultado de su investigación concentraciones de cadmio encontradas en muestras de zanahoria existe un máximo de 18,87 mg/Kg de concentración para la zanahoria de la feria orgánica A, mientras para la zanahoria de la feria orgánica B se presenta un máximo de 19,90 mg/Kg, los cuales fueron comparados con las concentraciones permitidas por el Codex Alimentarius, siendo para el metal cadmio un valor máximo de concentración de 0,1 mg/Kg para las dos ferias orgánicas, los datos obtenidos indican que existe una elevada contaminación por cadmio en la zanahoria tanto de la feria orgánica A y feria orgánica B ya que sobrepasan el nivel establecido por el Codex Alimentarius. En el análisis de las concentraciones de plomo encontradas en muestras de zanahoria, existe un máximo de 0,0011 mg/Kg de concentración para la zanahoria de la feria orgánica A, mientras para la zanahoria de la feria orgánica B se presenta un máximo de 0,0010mg/Kg, los cuales fueron comparados con las concentraciones permitidas por el Codex Alimentarius, siendo para el metal plomo un valor máximo de concentración de 0,10mg/Kg para las dos

ferias orgánicas, los datos obtenidos indican que no existe una elevada contaminación por plomo en la zanahoria. En comparación con los resultado nuestra investigación analizada se evidencian cadmio un valor mínimo de 0.11 mg/Kg en suplemento de linaza y un valor máximo de 0.63 mg/Kg en suplementos de camu camu lo que indica que dichos valores están por debajo de los indicadores de dichos suplementos y para plomo se halló un valor mínimo de 0.18 mg/Kg en suplemento de camu camu y un valor máximo de 1.28 mg/Kg en suplementos de tocosh).

- **(Chata A, en el año 2015,** realizo un estudio en muestras de leche obteniéndose como resultado concentración promedio de mercurio de 0.003 mg/L, para arsénico una concentración promedio de 0.43mg/L, para plomo concentración promedio de 0.21mg/L y para cadmio concentración promedio de 0.005 mg/L, y en el análisis de leche los valores promedio de mercurio fue de 0.0028mg/l el cual no supera el límite máximo permisible (0.005mg/kg fijado por la norma técnica Ecuatoriana) mientras que en el caso del arsénico se obtuvo un promedio de 0.43mg/l supera el límite máximo permisible (0.015mg/kg fijado por la norma técnica Ecuatoriana) y Plomo con concentraciones promedio de 0.21mg/l supera el límite máximo permisible (0.020mg/kg, fijado por Codex Alimentarius y la Unión Europea) y cadmio con promedio de 0.0037 mg/l el cual no supera el límite máximo permisible (0.010mg/kg fijado por la norma técnica de Rumana), este resultado es diferente con nuestra investigación de suplementos para arsénico de 0.68 mg/kg, plomo 0.57 mg/kg cadmio 0.32 mg/kg respectivamente).

## CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- **Para el Arsénico** se concluye que según figura N° 6 un 12.5% de las muestras de suplementos en general supera el valor límite máximo establecido por USP 40 de 1.5 mg/kg, para este metal.
- **Para el Cadmio** se concluye que según figura N° 8 un 25% de las muestras de suplementos en general supera el valor límite máximo establecido por USP 40 de 0.5 mg/kg, para este metal.
- **Para el Plomo** se concluye que según figura N° 10 un 18.75% de las muestras de suplementos en general supera el valor límite máximo establecido por USP 40 de 1.0 mg/kg, para este metal.
- En cuanto a la correlación de Pearson para los valores de arsénico y cadmio en las muestras de suplementos, el valor obtenido de la correlación es positivo de 0.13, y para los valores de cadmio y plomo en las muestras de suplementos, el valor obtenido de la correlación es positivo de 0.068, es una correlación muy escasa, por lo que la correlación de Pearson no se acepta ya que esta debe ser cercana a 1. Finalmente para los valores de plomo y arsénico en las muestras de suplementos, el valor obtenido de la correlación es positivo de 0.53, es una correlación moderada, por lo que la correlación de Pearson no se acepta ya que esta debe ser cercana a 1.

## 5.2. Recomendaciones

- Los resultados obtenidos demuestran que los valores de metales pesados cumplen con los límites establecidos, hallándose hasta un 25 % que supera en el caso del cadmio en todas las muestras de suplementos, pero es necesario que continúen investigaciones adicionales en otros lugares de distribución de estos.
  
- Dar a conocer estos resultados, para futuros estudios que puedan realizarse en otros alimentos del consumo humano y pueda ser controlado el consumo de los alimentos
  
- Se debería implementar una Norma Técnica en el Perú, que fiscalice los productos de consumo humano, con la finalidad de reducir el riesgo de acumulación de metales pesados en los seres humanos.

## CITAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Administración Nacional de Medicamentos, alimentos y Tecnología médica. Ministerio de Salud. ¿Qué son los suplementos dietarios?  
[Internet];actualizado 2019. Acceso 03 de Enero del 2019.Disponible en:  
[http://www.anmat.gov.ar/alimentos/suplementos\\_dietarios\\_prensa.pdf](http://www.anmat.gov.ar/alimentos/suplementos_dietarios_prensa.pdf).
2. Sánchez M, Begoña A. Suplementación Nutricional[Internet]. Madrid: Agrícola Española S.A.; 2011;consultado 2021.Disponible en:  
<https://www.sennutricion.org/es/2011/03/01/suplementacin-nutricional>
3. Luna Rodríguez A, Quevedo O, Cabrera Determinación de metales pesados En un Suplemento nutricional de origen natural con propiedades antioxidantes. Latin American Journal of Pharmacy.2017; 26(05):p.760-764.
4. Purushotham D, Mehnaz R, Mahjoor A, Narsing A, Shakeel A, Agaiah E, et al.Environmental impact assessment of air and heavy metal concentration in groundwater of Maheshwaram watershed, ranga reddy district, Andhra Pradesh.Journal of the Geological Society of India.2013; 81(13):p.385-396.
5. Singh A, Kumar R R, Agrawal M, Maeshal F.Risk assessment of heavy metal toxicity through contaminated vegetables from waste wáter irrigated área of Varanasi, India. Tropical Ecology. 2013; 51(28):p.375-387.
6. Musilova J, Bystricka J, Vollmannova A, Volnova B, Hegedusova A.Factors affecting heavy metals accumulation in potato tubers. Environmental Protection and Natural Resources.2015; 26(3):p.54-59.
7. Ángeles A. Manual de Nutrición y Dietética.Universidad Complutense de Madrid. Madrid: Universidad Complutense de Madrid;2013.367 p.
8. Alvarez Andrade JR. Acumulación de metales pesados (Pb y Cd) en almendras de cacao durante el proceso de fermentación y secado [tesis doctora].Leiria(Portugal): instituto politecnico de leiria; 2018.Disponible en:  
[https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/3478/1/TESE-%20Ricardo\\_final%2029-06-2018\\_ENTREGAR.pdf](https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/3478/1/TESE-%20Ricardo_final%2029-06-2018_ENTREGAR.pdf)

9. Coronel Acosta E. Determinación de metales pesados plomo (Pb) y cadmio (Cd) en hortalizas de consumo directo producidas orgánicamente [Tesis para optar el Título de Ingeniera Agrónoma]. Quito: Universidad Central del Ecuador;2018. Disponible en:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/14566/1/T-UCE-0004-A61-2018.pdf>

10. Pinzón C. Determinación de los niveles de plomo y cadmio en leche procesada en la ciudad de Bogotá D.C.[Tesis de Maestría]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2015.Disponible en:

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/53244/599661.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

11. Luna R, Rodríguez Determinación de las concentraciones de cadmio y plomo en papa (*Solanum tuberosum*) cosechada en las cuencas de los ríos Mashcón y Chonta-Cajamarca. [Tesis para optar al Título Profesional de Químico Farmacéutico].Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos;2016.Disponible en:

[https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/4678/Luna\\_ar.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/4678/Luna_ar.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

12. Panduro J, Soria B. Metales pesados en hojas de *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc.Vaugh."Camu Camu"y *Cajanus Cajan* (L) Huth. "Puspó Poroto", que se expenden en el centro herbolario "Pasaje Paquito" de la ciudad de Iquitos.[ Tesis para optar al Título Profesional de Químico Farmacéutico]. Iquitos : Universidad Nacional de la Amazonia Peruana; 2015.Disponible en :

[https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/10/916179/metales-pesados-en-hojas-de-myrciaria-dubia-kunth-mc-vaugh-camu\\_s5Ee1PG.pdf](https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/10/916179/metales-pesados-en-hojas-de-myrciaria-dubia-kunth-mc-vaugh-camu_s5Ee1PG.pdf)

13. Chata A. Presencia de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche en la cuenca del río Coata. [ Tesis para optar el título profesional de licenciada en nutrición humana ]. Puno : Universidad Nacional del Altiplano;2015. Disponible en:

[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1930/Chata\\_Quenta\\_Ayde.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1930/Chata_Quenta_Ayde.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

14. Institute of Medicine (US) Panel on Micronutrients. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron,

Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc Washington (DC): National Academies Press (US); 2011. Disponible en :

[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK222310/pdf/Bookshelf\\_NBK222310.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK222310/pdf/Bookshelf_NBK222310.pdf)

15. Consejo de la Unión Europea. Expediente 2000/0080(CODC) Bruselas.[Internet] .Public Health Committee 5th meeting.2011. Disponible en :

[https://ec.europa.eu/health/documents/pharmaceutical-committee/human-meeting\\_en](https://ec.europa.eu/health/documents/pharmaceutical-committee/human-meeting_en)

16. Cervera P, Clapes J, Rigolfas R. Alimentación y dietoterapia.[Internet]. En.Madrid: McGRAW- HILL-INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U.; 2014.p.778. Disponible en:

<https://docplayer.es/23367380-Alimentacion-y-dietoterapia.html>

17. Administración de Medicamentos y Alimentos de los Estados Unidos (FDA). Uso adecuado de los suplementos dietéticos. [Online]; 2012. Acceso 11 de Febrero de 2019. Disponible en:

<https://www.nccih.nih.gov/health/español/uso-adecuado-de-los-suplementos-dieteticos>.

18. Gahche J, Bailey R, Burt V. Dietary Supplement Use Among U.S. Adults Has Increased Since NHANES III. Centers for Disease Control and Prevention. NCHS Data Brief.[Internet]2016;201(61). Disponible en:

<https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2565748>

19. Valenzuela F. Comercialización de los productos naturales en lima metropolitana. Centro Nacional de Salud Intercultural [ Internet ]2005 ;(10). Disponible en :

[https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/censi/Comercializacion\\_productos\\_naturales.pdf](https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/censi/Comercializacion_productos_naturales.pdf)

20. Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas. Notas de prensa. [Online].;2012. Acceso 15 de Enero de 2019. Disponible en:

<http://www.digemid.minsa.gob.pe/Main.asp?Seccion=3&IdItem=49>.



21. Nordberg M. Handbook on the toxicology of metals [Internet]. En. Oxford: Elsevier; 2015. Disponible en :
- [https://booksite.elsevier.com/samplechapters/9780123694133/Sample\\_Chapters/01~Front\\_Matter.pdf](https://booksite.elsevier.com/samplechapters/9780123694133/Sample_Chapters/01~Front_Matter.pdf).
22. Agencia para Sustancia Toxica y el Registro de Enfermedades (ATSDR). La toxicidad del arsénico. [Internet]. 2012 [Consultado 17 de febrero de 2016]; Disponible en:
- <http://medbox.iab.me/modules/en-cdc/www.atsdr.cdc.gov/es/training/arsenico/index.html>
23. Guy R, Hostynek J, Hinz R. Metales y la piel: Efectos tópicos y absorción sistémica. Nueva York ; 2012.
24. Health Canada. Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Guideline Technical Document B Arsenic. [Internet]. [Consultado 5 junio 2011]. Disponible en:
- [https://www.fraserhealth.ca/-/media/Project/FraserHealth/FraserHealth/HealthTopics/Drinking-water/201106\\_Arsenic\\_Guidelines.pdf?rev=7a6675a56b23409ba6323ed4dcb12a](https://www.fraserhealth.ca/-/media/Project/FraserHealth/FraserHealth/HealthTopics/Drinking-water/201106_Arsenic_Guidelines.pdf?rev=7a6675a56b23409ba6323ed4dcb12a)
25. United States Food and Drug Administration. Environmental Assessment and Risk Analysis Element. [Internet]. [Consultado enero 2003]. Disponible en :
- <https://www.state.nj.us/dep/dsr/research/dermal-arsenic-whitepaper.pdf>
26. Padilla D. Estudio de la contaminación por metales pesados de la cuenca de Rio Santa Eulalia: tramos quebrada Paccha y Llancash. [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2019.
27. Tchounwou P, Yedjou C, Patlolla A, Sutton D. Heavy Metal Toxicity and the Environment. Clinical and Environmental Toxicology [Internet]. 2012; p.133-164. Disponible en :
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4144270/>

28. Henson M, Chedrese P. Endocrine disruption by cadmium, a common environmental toxicant with paradoxical effects on reproduction. *Experimental Biology and Medicine*. 2015; 226(5):p.383-392.
29. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). La toxicidad del plomo [Internet] . [ Consultado 07 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://wwwn.cdc.gov/TSP/ToxFAQs/ToxFAQsDetails.aspx?faqid=93&toxid=22>
30. Londoño L, Londoño P, Muñoz F. Los riesgos de los metales pesados en la salud humana. *Biología en el sector agropecuario y agroindustrial*[Internet] 2016;14(2):145-153. Disponible en:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a17.pdf>
31. Valdivia M. Intoxicación por plomo. *Revista Sociedad Peruana Medicina Interna* [Internet] 2005;18(1):22-27. Disponible en:  
<http://revistamedicinainterna.net/index.php/spmi/article/view/248>
32. Delgado G, Alvarado D. *Métodos de investigación*[Internet]. Mexico: Pearson Educación; 2010. Disponible en :  
<https://mitrabajodegrado.files.wordpress.com/2014/11/moran-y-alvaradometodos-de-investigacion-1ra.pdf>
33. Ascione I. Intoxicación por plomo en pediatría. *Arch Pediatr Urug* [ Internet ]. 2001;72 (2):133-138. Disponible en :  
<http://www.scielo.edu.uy/pdf/adp/v72n2/v72n2a09.pdf>
34. Muñoz C. *Métodología de la investigación*[Internet]. Mexico D,F: Editorial Progreso S.A de C.V; 2015. Disponible en:  
<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2019/08/56-Metodologia-de-la-investigacion-Carlos-I.-Munoz-Rocha.pdf>
35. López J. Intoxicación por plomo en Niños Menores de Seis Años en un Asentamiento Humano del Callao. *Anales de la Facultad de Medicina UNMSM*[Internet] 2000; 61(1):37-45. Disponible en :  
[https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/anales/v61\\_n1/pdf/a06v61n1.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/anales/v61_n1/pdf/a06v61n1.pdf)

36. Hernández R, Fernández C, Baptista M. Metodología de la Investigación[Internet]. Mexico D,F: Mc Graw Hill; 2014. Disponible en :  
<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
37. Universia. Tipos de investigación[Internet];2019.[Acceso 27 de Octubre de 2020]. Disponible en:  
<https://www.universia.net/ar/actualidad/orientacion-academica/cuales-son-diversos-tipos-investigacion-cientifica-sus-caracteristicas-1167437.html>
38. Enciclopedia Libre Universal en Español. Epidemiología [Internet];2014. Acceso 22 de octubre 2020. Disponible en:  
<http://enciclopedia.us.es/index.php/Epidemiolog%C3%ADa>
39. OAS. [Internet];2017. Acceso 22 de octubre 2020. Disponible en:  
<http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea35s/ch39.htm>.
40. Universidad de Granada. Departamento de medicina legal, Toxicología y psiquiatría. [Internet];2014 .Disponible en:  
<https://www.ugr.es/~legaltoxicoaf/>
41. Skoog D, Holler J. Principios de análisis instrumental[Internet]. Madrid: Mc Graw Hill;2012.p.219-239. Disponible en:  
<https://es.scribd.com/doc/63892151/Principios-de-Analisis-Instrumental-Skoog-Holler-Nieman-5ta-Edicion>
42. Rocha E. Principios básicos de espectroscopia[Internet]. Mexico: Editorial UACH; 2000.p.123-203. Disponible en :  
<https://1library.co/document/y913e2rq-espectrometria-de-absorcion-atmica.html>

## ANEXO



### CENTRO TOXICOLÓGICO S.A.C. - CETOX

SENASA - Ministerio de Agricultura - SENAVE - Dirección General de Agroquímicos /  
Dirección de Control de Insumos Agrícolas. LR N° 00146  
MNSA - Ministerio de Salud. Resolución N° 211-18-DESP-DISA-ILSB/MNSA

Jr. Pisac 192 - Oficina 102 - Urb. Residencial Higuiereta - Santiago de Surco  
Teléfono: (511) 275-2318 www.cetox.com.pe servicios@cetox.com.pe

### INFORME DE ENSAYO

TIT - 18 - 0160

1. Solicitante : Srta. Marina Erika Calsina Ramos  
Srta. Yvonne Bertha Huamán Cudcho  
2. Análisis solicitado : Cuantificación de arsénico, cadmio y plomo  
3. Muestra : Harinas (muestras proporcionadas por el solicitante)  
4. Código interno : 14419  
5. Fecha de Recepción : 08/08/2018  
6. Fecha de Emisión : 17/08/2018

### RESULTADOS

N°	Código*	Arsénico (mg/Kg)	Cadmio (mg/Kg)	Plomo (mg/Kg)
01	ALC-01	0.95	0.23	0.35
02	ALC-02	1.24	0.52	0.62
03	ALC-03	0.51	0.31	0.19
04	ALC-04	1.68	0.18	0.55
05	CAM-01	0.29	0.63	0.25
06	CAM-02	0.35	0.41	0.18
07	CAM-03	0.47	0.25	0.48
08	CAM-04	0.18	0.52	0.55
09	LIN-01	0.94	0.25	1.15
10	LIN-02	0.33	0.31	0.095
11	LIN-03	0.18	0.18	0.32
12	LIN-04	0.11	0.11	0.47
13	TOC-01	1.62	0.61	1.28
14	TOC-02	0.82	0.32	1.11
15	TOC-03	0.67	0.17	0.69
16	TOC-04	0.85	0.18	0.84

\* Indicado por el solicitante

### MÉTODO:

- Plomo y Cadmio: Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito
- Arsénico: Espectrofotometría de Absorción Atómica con Generador de Hidruros

*Rosalia Anaya Pajuelo*  
Dra. Rosalia Anaya Pajuelo  
Gerente Técnico



## ANEXO MATRIZ DE CONSISTENCIA

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Diseño metodológico
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Los suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima contendrán arsénico, cadmio y plomo en concentraciones que superarán el límite máximo permisible dado por la Farmacopea americana (USP 40)?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>¿Cuál es la concentración cuantitativa de Arsénico en suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018 con el valor establecido por la farmacopea USP40(1,5mg/Kg)?</p> <p>¿Cuál es la concentración cuantitativa de Cadmio en suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018 con el valor establecido por la farmacopea USP40(0,5mg/Kg)?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar la concentración de arsénico, cadmio y plomo en suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Comparar la concentración cuantitativa de arsénico en suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018 con el valor establecido por la Farmacopea USP 40 (1,5 mg/Kg).</p> <p>Comparar la concentración cuantitativa de cadmio en suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018 con el valor establecido por la Farmacopea USP 40 (0,5 mg/Kg).</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>Los suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018 presentan niveles de arsénico, cadmio y plomo.</p> <p><b>Hipótesis Específica</b></p> <p>La concentración de arsénico en las muestras de suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018 superan el límite establecido por la Farmacopea USP 40 (1,5 mg/Kg).</p> <p>La concentración de cadmio en las muestras de suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018 superan el límite establecido por la Farmacopea USP 40 (0,5 mg/Kg).</p> <p>La concentración de plomo en las muestras de suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018 superan el límite establecido por la Farmacopea USP 40 (1,0 mg/Kg).</p> <p>Existe correlación entre los valores de arsénico, cadmio y plomo en las muestras de suplementos dietarios de origen vegetal comercializados en el Mercado Mundo Natural del Distrito del Cercado de Lima de Mayo a Agosto 2018.</p>	<p><b>Variable independiente</b></p> <p>Suplementos dietarios de origen vegetal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Harina de Alcachofa</li> <li>➤ Harina de Linaza</li> <li>➤ Camu Camu en polvo</li> <li>➤ Harina de Tocosh</li> </ul> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Concentración de arsénico, Cadmio y plomo.</p>	<p><b>Tipo de Investigación</b></p> <p>Descriptiva</p> <p>Transversal.</p> <p>Prospectivo</p> <p><b>Método y diseño de la investigación</b></p> <p>Comparativa y correlacional.</p> <p><b>Población:</b></p> <p>Suplementos dietarios de origen vegetal Harina de Alcachofa, Harina de Linaza, Camu Camu en polvo y Harina de Tocosh.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>Estarán conformadas por 16 muestras.</p>

## Reporte de similitud TURNITIN

### ● 7% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 7% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

#### FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	<b>Andrade, Jose Ricardo alvarez. "Acumulacion de Metales Pesados (Pb ...</b>	2%
	Publication	
2	<b>Martinez Tadeo, Juan Antonio. "Aspectos epidemiologicos de la alergi...</b>	<1%
	Publication	
3	<b>Francisco De la Cueva, Alexandra Naranjo, Byron Humberto Puga Torre...</b>	<1%
	Crossref	
4	<b>Contreras, Antonio Eduardo Barreto. "La Memoria Operativa y los Proc...</b>	<1%
	Publication	
5	<b>Jhon Wilmar Toro Zapata. "Del dicho al hecho: ocupaciones pedagógic...</b>	<1%
	Crossref	
6	<b>Yulieth C. Reyes, Inés Vergara, Omar E. Torres, Mercedes Díaz, Edgar E...</b>	<1%
	Crossref	
7	<b>"El rol de la investigación en la formación inicial de profesores y profes...</b>	<1%
	Crossref posted content	
8	<b>Rubio Armendariz, Maria del Carmen. "Ingesta dietetica de Contamina...</b>	<1%
	Publication	
9	<b>Doris Maritza Chirinos-Peinado, Jorge Isaac Castro-Bedriñana. "Lead a...</b>	<1%
	Crossref	