

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Escuela de Posgrado

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE DOS METALES  
PESADOS CADMIO Y PLOMO EN ORÉGANO (*Oreganum  
vulgare*) Y ACEITUNA (*Olea europaea*) COSECHADOS  
EN PAMPA SITANA Y LA YARADA DE LA  
REGIÓN TACNA, 2019

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

M.Sc. LUIS ALBERTO MARÍN ALIAGA

Para optar el Grado Académico de:

DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES

TACNA - PERÚ

2019


**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA**


**Escuela de Posgrado**


**DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES**


**COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE DOS METALES PESADOS  
CADMIO Y PLOMO EN ORÉGANO (*Oreganum vulgare*) Y ACEITUNA  
(*Olea europaea*) COSECHADOS EN PAMPA SITANA  
Y LA YARADA DE LA REGIÓN TACNA, 2019**

Tesis sustentada y aprobada el 12 de setiembre del 2019; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : .....   
Dr. Gregorio Pedro Tejada Monroy

SECRETARIO : .....   
Dr. Carlos Francisco Tito Vargas

MIEMBRO : .....   
Dr. Efrén Eugenio Chaparro Montoya

ASESOR : .....   
Dr. Efrén Eugenio Chaparro Montoya

## **DEDICATORIA**

A Dios.

A la memoria de mis padres: Manuel y  
Manuela.

A mis hermanos: Agustín, Clever, Ana María,  
Enrique y Manuel.

A mi esposa Fresia e hijos: Claudia y José Luis.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Dr. Efrén Eugenio Chaparro Montoya, por sus valiosos aportes y sugerencias.

A los miembros del jurado por sus importantes contribuciones.

Al Alcalde de Pampa Sitana Sr. Félix Gutiérrez y sus colaboradores, por las facilidades brindadas al presente trabajo.

A los docentes del Programa de Doctorado en Ciencias Ambientales de la UNJBG.

A los directivos y personal administrativo de la ESPG- UNJBG.

## CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
RESUMO .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	01
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. Descripción del problema.....	03
1.1.1 Antecedentes del problema.....	03
1.1.2 Problemática de la investigación.....	04
1.2. Formulación del problema.....	06
1.2.1 Problema general.....	06
1.2.2 Problemas específicos .....	06
1.3. Justificación e importancia .....	06
1.4. Alcances y limitaciones .....	07
1.5. Objetivos .....	08
1.5.1 Objetivo general .....	08
1.5.2 Objetivos específicos .....	08
1.6. Hipótesis .....	08
1.6.1 Hipótesis general .....	08
1.6.2 Hipótesis específica .....	08
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes del estudio.....	9
2.2. Bases teóricas.....	12
2.2.1 Generalidades de la toxicidad de los alimentos .....	12
2.2.2 Normativa y legislación alimentaria.....	13
2.2.3 Metales tóxicos en alimentos .....	14
2.2.3.1 Plomo .....	15

2.2.3.2 Cadmio.....	16
2.2.4 Estándares de calidad .....	17
2.2.4.1 Estándares de calidad ambiental (ECA).....	17
2.2.4.2 Límites máximos permisibles .....	20
2.2.4.3 Fiscalización ambiental nacional.....	21
2.2.4.4 Monitoreo de calidad de suelo en la Región Tacna .....	22
2.2.5 Análisis de metales pesados en alimentos .....	25
2.2.6 Alimentos de estudio .....	26
2.3. Definición de términos .....	29
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO</b>	
3.1. Tipo y diseño de la investigación .....	32
3.2. Población y muestra .....	32
3.3. Operacionalización de variables .....	33
3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos .....	33
3.5. Procesamiento y análisis de datos .....	40
<b>CAPÍTULO IV: MARCO FILOSÓFICO</b>	
Marco Filosófico .....	41
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS</b>	
Resultados.....	46
<b>CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN</b>	
Discusión .....	62
CONCLUSIONES .....	66
RECOMENDACIONES .....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
ANEXOS .....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Normas generales de plomo y cadmio contenidos en algunos alimentos.	13
Tabla 2.	Estándares de calidad ambiental para suelo (orgánicos).	18
Tabla 3.	Estándares de calidad ambiental para suelo (inorgánicos).	19
Tabla 4.	Límites Máximos Permisibles en la descarga de efluentes mineros metalúrgicos.	20
Tabla 5.	Resultados de laboratorio.	23
Tabla 6.	Resultados del laboratorio en los puntos muestreados en la cuenca de Locumba.	24
Tabla 7.	Tratamiento y repeticiones para el desarrollo de la investigación.	30
Tabla 8.	Operacionalización de variables.	33
Tabla 9.	Análisis de varianza de la humedad del orégano cosechado en Pampa Sitana y La Yarada.	46
Tabla 10.	Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Humedad del orégano fresco cosechados en Pampa Sitana y La Yarada.	47
Tabla 11.	Análisis de varianza de la humedad de la aceituna cosechado en Pampa Sitana y La Yarada.	48
Tabla 12.	Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Humedad de la aceituna cosechados en Pampa Sitana y La Yarada.	49
Tabla 13.	Análisis de varianza de las cenizas en el orégano cosechado en Pampa Sitana y la Yarada.	50
Tabla 14.	Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Cenizas en el orégano cosechado en Pampa Sitana y La Yarada.	51

Tabla 15. Análisis de varianza de la ceniza en la aceituna cosechado en Pampa Sitana y La Yarada.	52
Tabla 16. Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Cenizas de aceitunas cosechados en Pampa Sitana y La Yarada.	53
Tabla 17. Análisis de varianza del lugar, producto y lugar x producto de la concentración de cadmio.	54
Tabla 18. Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05) de la concentración de cadmio (mg/kg) en el producto: Orégano y aceituna.	55
Tabla 19. Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05) de la concentración de cadmio (mg/kg) en el lugar: Pampa Sitana y La Yarada.	56
Tabla 20. Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05) de la concentración de cadmio (mg/kg) en el producto y lugar: Orégano, aceituna, Pampa Sitana y La Yarada.	57
Tabla 21. Análisis de varianza del lugar, producto y lugar x producto de la concentración de plomo.	58
Tabla 22. Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05) de la concentración de plomo (mg/kg) en el lugar: Pampa Sitana y La Yarada.	59
Tabla 23. Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05) de la concentración de plomo (mg/kg) en el producto: Orégano y aceituna.	60
Tabla 24. Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05) de la concentración de plomo (mg/kg) en el lugar y producto: Orégano, aceituna, Pampa Sitana La Yarada.	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Puntos de muestreo de la cuenca Locumba .....	22
Figura 2.	Hojas de orégano ( <i>Oreganum vulgare</i> ).....	27
Figura 3.	Flujograma para la determinación humedad, cenizas, Pb y Cd en aceituna y orégano en Pampa Sitana y La Yarada .....	37
Figura 4.	Procedimiento para la determinación de Pb y Cd en aceituna y orégano.....	39

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue comparar la concentración de dos metales pesados en orégano (*Oreganum vulgare*) y aceituna (*Olea europaea*) cosechados en Pampa Sitana y La Yarada de la región Tacna, 2019. Metodología: la extracción de muestras se realizó de manera aleatoria, se utilizó un diseño completo al azar con arreglo factorial, factor A = Lugar con dos niveles (Pampa Sitana y La Yarada) y factor B = Producto con dos niveles (orégano y aceituna) y tres repeticiones, el análisis estadístico se realizó con el programa estadístico Infostat. Resultados: mostraron que el orégano cosechado en Pampa Sitana y La Yarada tuvieron un promedio entre 0,0113 a 0,0173 mg de cadmio/kg de muestra y en la aceituna 0,0133 a 0,0126 mg de cadmio/kg de muestra. El contenido de plomo en las muestras en Pampa Sitana y La Yarada, referente al orégano fue de 0,0033 a 0,0047 mg/kg; y en la aceituna en ambos lugares tuvieron la misma concentración con 0,0040 mg de plomo/kg de muestra. Conclusión: La comparación de la concentración de los metales pesados cadmio y plomo en orégano y aceitunas cosechados en Pampa Sitana y La Yarada de la región Tacna, permitió determinar que existen diferencias significativas ( $P=0,01$ ) en el contenido de cadmio y plomo, encontrando diferencia ( $P=0,05$ ) en el lugar de procedencia.

**Palabras clave:** Orégano, aceituna, metales pesados, cadmio y plomo.

## ABSTRACT

The objective of the research was to compare the concentration of two heavy metals in oregano (*Oreganum vulgare*) and olive (*Olea europaea*) harvested in Pampa Sitana and La Yarada in the Tacna region, 2019. Methodology: for the extraction of samples was carried out in a randomized manner, a complete randomized design with factorial arrangement was used, factor A = Place with two levels (Pampa Sitana and La Yarada) and factor B = Product with two levels (oregano and olive) and three repetitions, the statistical analysis was performed with the statistical program Infostat. Results: The results showed that the oregano harvested in Pampa Sitana and La Yarada had an average between 0,0113 to 0,0173 mg of cadmium / kg of sample and in the olive 0,0133 to 0,0126 mg of cadmium / kg of sample. The content of lead in oregano was between 0,0033 to 0,0047 mg / kg of sample in Pampa Sitana and La Yarada and in the olive in both places they had the same concentration with 0,0040 mg of lead / kg of sample. Conclusion: The comparison of the concentration of heavy metals cadmium and lead in oregano and olives harvested in Pampa Sitana and La Yarada of the Tacna region, allowed to determine that there are significant differences ( $P = 0,01$ ) in the content of cadmium and lead, finding difference ( $P = 0,05$ ) in the place of origin.

**Key words:** Oregano, olive, heavy metals, cadmium and lead.

## RESUMO

O objectivo do estudo foi comparar a concentração de metais pesados em dois orégão (*Oreganum vulgare*) e oliveira (*Olea europaea*), colhidas pampa Sitana e a região Yarada de Tacna, foi realizada 2019. Metodologia para a extracção de amostras aleatoriamente, foi utilizado um arranjo completo de design factorial randomizado, um factor de = Local dois níveis (pampa Sitana e La Yarada) e o factor B = produto com dois níveis (orégão e azeite) e três repetições, a análise estatística foi realizada com o programa estatístico Infostat. Resultados: Os resultados mostraram que orégão e colhidas em pampa Sitana O Yarada média entre 0,0113-0,0173 mg de cádmio amostra / kg e azeitona 0,0133-0,0126 mg de cádmio / kg shows O teor de chumbo de orégão foi entre 0,0033-0,0047 mg / kg e mostrado na pampa Sitana O Yarada e azeitona em ambos os locais tinham a mesma concentração com 0,0040 mg de chumbo / kg de amostra. Conclusão: A comparação da concentração de metais pesados cádmio e chumbo em orégano e azeitonas colhidas em Pampa Sitana e La Yarada da região de Tacna, permitiu determinar que existem diferenças significativas ( $P = 0,01$ ) no teor de cádmio e chumbo, encontrando diferença ( $P = 0,05$ ) no local de origem.

**Palavras-chave:** orégano, oliva, metais pesados, cádmio e chumbo.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial existe el interés de conocer la presencia de contaminantes en el agua de mar, agua superficial, agua subterránea, en los suelos y en los productos cultivados, debido a que los procesos geológicos y actividades antropogénicas origina la presencia de metales pesados en el medio ambiente, los cuales, bajo determinados contenidos genera efectos nocivos en los seres vivos y el medio ambiente.

El Perú es un país de ingentes recursos mineros por excelencia y que por centurias los viene explotando, lo que origina pasivos ambientales que podrían llegar a contaminar el suelo, agua, aire, así como los productos agrícolas que se cultivan en lugares próximos a ellos. En la región Tacna, se desarrollan empresas mineras que generan riqueza pero que subsecuentemente producen relaves en los cuales normalmente se encuentran contaminantes cuyos metales pesados llegan al suelo, agua, plantas y alimentos. Los metales pesados son términos que se aplica a los elementos químicos que presentan múltiples efectos tóxicos en los seres vivos, influyendo para ello su especie química, entre estos se tiene As, Pb, Cd, Zn, Be, Hg, entre otros.

Lo que motiva el presente trabajo es que, por más de treinta años los relaves de la empresa minera Southern Perú, fueron emitidas directamente al mar, alrededor de 1996 la minera construyó un reservorio en la zona denominada Quebrada Honda donde fueron acumulando los residuos líquidos que la empresa minera emitía; con el transcurso de los años, esos grandes volúmenes de material originaron filtraciones con escurrimiento del agua contenida en él.

Esas filtraciones de relaves fueron humedeciendo los terrenos, en un principio desérticos, en una cota inferior al embalse de relaves en el lugar denominado Pampa Sitana, originando que agricultores lo utilicen para

desarrollar cultivos de tara, aceituna, orégano, maíz chala entre otros, empleados en la alimentación humana y de animales, lo cual origina riesgo de contaminación por metales pesados, el presente trabajo comparó la concentración de dos metales pesados de alimentos que se producen en Pampa Sitana y La Yarada, encontrando resultados por debajo de los niveles máximo permisibles de concentración plomo y cadmio en aceituna y el orégano, establecidos según las normas del *Codex Alimentarius*.

En el Marco Teórico se desarrollan temas relacionados a metales pesados, vinculados de manera coherente a los estudios que fueron convenientemente realizados y consultados; en el Marco Metodológico se define las variables y el diseño de la investigación, así como una descripción de la metodología de análisis de los metales pesados. En Resultados y Discusiones se presenta y efectúa el análisis e interpretación de los resultados obtenidos de manera objetiva y concisa apoyados en tablas y figuras representativas. Finalmente se dan a conocer las conclusiones a las que llega el estudio que son las respuestas a las interrogantes expuestas en el trabajo.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción del problema**

##### **1.1.1. Antecedentes del problema**

Los metales pesados son elementos químicos no degradables que al ser ingeridos por el hombre puede originar diferentes patologías, tales como hiperqueratosis, lesiones hepáticas, carcinomas, anomalías en la formación de glóbulos rojos, entre otros, según la dosis y el tipo de elemento, es por ello que en muchas regiones del mundo y América Latina existe interés en cuantificar la presencia de contenido de metales pesados en el agua de mar, agua subterránea y superficial, ya que debido a una combinación de procesos geológicos y/o actividades antropogénicas, esta presencia en el ambiente genera un efecto negativo sobre los seres vivos. El Perú es un país que tiene regiones con recursos mineros importantes, que por décadas se vienen explotando y que originan a la vez pasivos ambientales mineros que pueden llevar a contaminar el suelo, agua, aire y alimentos.

En la Región Tacna se desarrollan empresas mineras, que generan riquezas las que pueden propiciar la formación de contaminantes ambientales tales como metales pesados y otros que llegan al suelo, a las plantas y los alimentos. Se conoce que las aguas procedentes de la filtración de la represa de Quebrada Honda que recibe relaves mineros, origina afloramientos de agua en áreas que en un principio fueron desérticas, y con el transcurso del tiempo desarrolló vegetación, lo cual motivó a pobladores procedentes de diferentes lugares a cultivar los suelos en dicha zona, aparentemente fértiles; posteriormente se inicia el cultivo de diferentes productos. Actualmente se produce orégano, tara, maíz chala, olivo, entre otros.

### 1.1.2. Problemática de la investigación

Actualmente, así como hace muchos miles de años, el uso de plantas medicinales o herbales (v.g. orégano, canela, etc.), así como el fruto del olivo (planta procedente de Asia Menor y Grecia) (Reboredo, 2015) es muy popular. Sin embargo, debido a la naturaleza o a la acción antrópica, se produce una dispersión de metales pesados en el medio, que provoca la contaminación de las plantas con metales pesados tóxicos, que plantean riesgos para la salud de las personas y animales (Mousavi, Ziarati, Dehaghy, Qomi, 2014). Por tanto, la contaminación por plomo y cadmio en el suelo, el agua y los alimentos se ha convertido en un problema global desde la revolución industrial y agrícola del siglo pasado. En el caso del cadmio, es un metal altamente tóxico con consecuencias letales para la salud humana y animal, es un metal que persiste en el suelo durante varios años. Diferentes fuentes naturales y antropogénicas son responsables de la liberación de Cd en el suelo, que conduce a la cadena alimentaria (Hamida, Tanga, Irfan, Cao, Hussain et al, 2019).

En este sentido, no es inusual la contaminación por metales pesados de los suelos resultantes de las actividades antrópicas, como la minería, lo que provoca preocupación debido al riesgo potencial que implica para la salud el consumo de productos alimenticios contaminados, v.g. en China, las concentraciones de Cd, Pb y Zn en los vegetales superaron la concentración máxima admisible en cuatro lugares del sur, en arroz varió de 0,66 a 0,89 para el Cu; 0,48-0,60 para el Zn; 1,43 a 1,99 para Pb y 2,61 a 6,25 para el Cd expresados en mg/kg, la ingesta diaria estimada para Cd y Pb de arroz y verduras excedieron el límite máximo permisible según la OMS y FAO, la contaminación por metales pesados de los cultivos alimenticios cultivados alrededor de la mina planteó un gran riesgo para la salud de la población local a través del consumo de arroz y verduras (Zhuang, McBride, Xia, Li, & Li, 2009). En Irán, Mousavi, Ziarati, Dehaghy, Qomi (2014) hallaron en las hojas y las preparaciones herbarias de plantas como el *Allium sativum*, *Apium graveolens*,

*Cuminum cyminum*, entre otras, encontraron presencia de cadmio y plomo con niveles que excedieron el límite máximo recomendado de 10 µg Pb/g (Who, 1999).

De igual forma, Onakpa, Njan, y Kalu (2018) reportaron que en Nigeria, el país más poblado de África, muchos cultivos alimentarios, presentan acumulación de metales pesados de plomo (Pb), arsénico (As), cromo (Cr), plata (Ag), cobre (Cu), hierro (Fe) y platino (Pt), con densidades atómicas superiores a 4 g/cm<sup>3</sup>, siendo la causa de origen natural y de actividades antrópicas (pesticidas, herbicidas, fertilizantes, eliminación de aguas residuales y desechos, etcétera). En lo concerniente a la producción del olivo y sus derivados, se sabe que la producción de aceite de oliva aumentó aproximadamente un millón de toneladas en 1958/1959 a 3,4 millones de toneladas para el 2011/2012, siendo la aceituna y sus derivados uno de los productos más consumidos en el mundo (Ziarati y Mir, 2017). También, en muestras italianas e iraquíes de aceite de olivo, se halló una cantidad de plomo y cadmio superiores a 0,1 mg/kg para plomo y 0,05 mg/kg para cadmio, según lo establecido por la Comisión del Codex Alimentarius (Ziarati y Mir, 2017),

La situación es similar en el ámbito local de Pampa Sitana en el departamento de Tacna, en el que se utilizan aguas de filtraciones de relaves mineros para fines agrícolas, por lo que se presume, que especies vegetales como el orégano y frutícolas como el olivo, estarían contaminados con plomo y cadmio, por lo que se desea determinar los contenidos de plomo (Pb) y cadmio (Cd) en estos alimentos, con la finalidad de prevenir posibles riesgos en la salud de los consumidores y que los agricultores de ese sector tengan la seguridad de la comercialización de sus productos.

En la actualidad se tiene conocimiento que se está comercializando la producción agrícola: tara, orégano de Pampa Sitana en algunos casos a los mercados de Tacna, así mismo significativas cantidades de orégano se expende a la ciudad de Lima y se desconoce el real contenido de posibles metales

pesados en dichos alimentos, por lo que el presente trabajo permitió determinar los contenidos de estos elementos en orégano y aceituna. Así mismo, los resultados obtenidos de esta zona permitieron comparar los contenidos de plomo y cadmio en aceituna y orégano con similares alimentos procedentes del distrito de La Yarada.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es la concentración de dos metales pesados cadmio y plomo en orégano y aceituna cosechados en Pampa Sitana y La Yarada de la Región Tacna?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cuál es la concentración de cadmio en orégano y aceituna cosechados en Pampa Sitana y La Yarada?
- b) ¿Cuál es la concentración de plomo en orégano y aceituna cosechados en Pampa Sitana y La Yarada?
- c) ¿Cuál es el contenido de humedad y cenizas en orégano y aceituna cosechados en Pampa Sitana y La Yarada?

## **1.3. Justificación e importancia**

Tacna es una región que tiene recursos agrícolas, pecuarios, pesqueros y también productos de minería, los que vienen siendo explotados desde hace décadas con la consiguiente generación de efluentes, que inicialmente se vertía directamente hacia el mar, lo cual fue superado con la construcción de una laguna de almacenamiento de sus residuos en el lugar denominado Quebrada Honda. Sin embargo, con el transcurso de los años se viene presentando filtraciones de esos relaves, originando escurrimiento de aguas aparentemente

limpias en las partes bajas transformando en fértiles terrenos antes improductivos.

Se conoce que actualmente se cultivan en esos lugares desde hace alrededor de 15 años plantas como ají pprika, aceituna, orégano, maíz chala entre otros, por lo que pueden estos productos alimenticios contener metales pesados como el plomo, cadmio, arsénico y cobre entre otros, originados por los relaves precisados; es por ello que con el presente trabajo se determinó en forma cuantitativa el plomo y cadmio y se informará a los productores y consumidores de la presencia de dichos metales, que cuando exceden valores no permitidos pueden causar efectos nocivos en la salud de la población.

#### **1.4. Alcances y limitaciones**

No existe información referente al contenido de metales pesados cadmio y plomo en los alimentos que produce la zona de Pampa Sitana y La Yarada, por ello se desarrolló la investigación de estos componentes en dos alimentos: orégano y aceituna.

Según la legislación alimentaria, concentraciones elevadas de sustancias químicas y biológicas en el ambiente significan un riesgo para la salud (Chung, 2008). Por lo que, es necesario que existan metodologías y técnicas analíticas, que permitan obtener resultados de investigaciones que muestren contenidos de metales pesados en los productos orégano y aceituna de La Yarada y de Pampa Sitana y tomar medidas necesarias para salvaguardar la salud de la población y que no afecten la economía de los productores de esas zonas.

Existieron limitaciones tales como: dificultad de acceso a los lugares de toma de muestras, estacionalidad de la producción de las materias primas, especialmente de la aceituna, que son los meses de mayo a julio; y los costos para el análisis de las muestras.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Comparar la concentración de dos metales pesados cadmio y plomo, contenido de humedad y cenizas en orégano y aceituna cosechados en Pampa Sitana y La Yarada de la Región Tacna.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar el contenido de humedad y cenizas en orégano y aceituna cosechados en Pampa Sitana y La Yarada.
- b) Determinar la concentración de cadmio en orégano y aceituna cosechados en Pampa Sitana y La Yarada.
- c) Determinar la concentración de plomo en orégano y aceituna cosechados en Pampa Sitana y La Yarada.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general**

La comparación de dos metales pesados cadmio y plomo en orégano y aceituna cosechados en Pampa Sitana y La Yarada de la Región Tacna permite determinar su concentración.

### **1.6.2. Hipótesis específica**

- a) La concentración de cadmio es similar en orégano y aceituna cosechados en Pampa Sitana y La Yarada.
- b) La concentración de plomo es similar en orégano y aceituna cosechados en Pampa Sitana y La Yarada.
- c) El contenido humedad y cenizas es similar en el orégano y aceituna cosechados en Pampa Sitana y La Yarada.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del estudio

Szczygłowska, Bodnar, Namieśnik, & Konieczka (2013), realizaron el estudio denominado *The Use of Vegetables in the Biomonitoring of Cadmium and Lead Pollution in the Environment. Critical Reviews in Analytical Chemistry*. El propósito fue analizar verduras el ingreso de plomo y cadmio en el cuerpo y los efectos tóxicos de estos elementos, encontrando valores de plomo en hojas de col 10,1 y cadmio 0,1; en zanahoria, plomo 0,18 y cadmio 0,01; en espinaca, plomo 1,44 y cadmio 1,96; en tomate, plomo 0,26; cadmio 0,01 y en coliflor, plomo 1,56 y cadmio 2,57; expresados en mg/kg en cada uno de ellos.

González, Ramírez, & Ablanado (1991) investigaron sobre *Heavy metals in fish (Micropogonias furnieri) from Cienfuegos Bay, Cuba*, mediante espectrometría de absorción atómica con atomización electrotérmica encontraron en pescado la concentración de plomo de 10-25 mg/kg; cadmio 2,5 mg/kg.

Khan et. al., (2015) en el estudio denominado *Determination of toxic heavy metals and speciation of arsenic in seaweeds from South Korea*, reportan que los niveles de metales pesados tóxicos como As, Pb, Ca, Al en algas marinas en Corea, encontrando As 2,07 mg/kg, Pb 0,063 mg/kg, Cd 0,109 mg/kg y Al 15,5 mg/kg; siendo las concentraciones en general muy bajas en comparación con los ingesta diaria tolerable provisional (PTWI) especificados por el Comité Mixto FAO/OMS de expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) y la Comisión de Enzimas (CE), lo que no representaría una amenaza para los consumidores.

Por otro lado Bajpai y Upreti (2012) realizaron el estudio *Accumulation and toxic effect of arsenic and other heavy metals in a contaminated area of West Bengal, India, in the lichen Pyxine cocoas (Sw.) Nyl.*, a fin de analizar el crecimiento natural de líquenes para evaluar la acumulación de metales pesados en zonas contaminadas, encontrando valores significativamente altos para Al, Cr, Fe, Pb y Zn ( $p < 0,01$ ) y Cd y Cu ( $p < 0,05$ ).

Ahmed & Bouhadjera, (2010) realizaron el estudio *Assessment of metals accumulated in Durum wheat (Triticum durum Desf.), pepper (Capsicum annum) and agricultural soils*, quienes cuantificaron químicamente los contenidos de metales pesados en la semilla de trigo en lugares próximos a centros mineros, obteniendo un contenido de cadmio de 3,1 mg/kg y plomo 16,89 mg/kg, en el caso de pimientos obtuvieron un contenido de Cd de 1,61 mg/kg y plomo 11,96 mg/kg utilizando el método del espectrómetro de absorción atómica; así mismo Boussen *et. al.*, (2013) determinaron que las concentraciones de metales pasados en trigo cultivados en suelos contaminados fueron altos: plomo 54 mg/kg; zinc 636 mg/kg por otro lado, Cheng *et. al.*, (2015), utilizaron la variedad de maíz Jean N°7, para disminuir el contenido de plomo en zonas de alto contenido de este metal, retirando 7,2 kg por hectárea, su contenido en el grano fue menor al estándar de la UE para el consumo animal; además Szymczak (1993) determinó el contenido de plomo en cereales cultivados en suelos contaminados obteniendo valores de 760 ug/g y cadmio de 200 ug/g.

Gebrekidan, Weldegebriel, Hadera, & Van der Bruggen (2013) realizaron el estudio *Toxicological assessment of heavy metals accumulated in vegetables and fruits grown in Ginfel river near Sheba Tannery, Tigray, Northern Ethiopia*, en el que reportan la acumulación de metales pesados en tomates regados con aguas contaminadas como el hierro, plomo y cadmio con valores de 42,89 0,84 y 0,37 mg/kg respectivamente; mientras que Rashed, (2010) en similares suelos, en plantas de *Acia radiena* y *Aerva javanica* encontró cadmio en rangos de 0,03 a 0,23 ug/g; plomo 0,03 a 0,23 ug/g.

Iwegbue, Ojelum y Bassey (2014) en su estudio *A survey of metal profiles in some traditional alcoholic beverages in Nigeria*, reportan la presencia de plomo en aceite de palma y vino de palma en los rangos de 0,01 a 0,19 mg/l y cadmio de 0,02 a 0,06 mg/l en los mismos productos, producidos en suelos contaminados.

Kuma, Agrawal y Marshall (2007) indagaron sobre *Heavy metal contamination of soil and vegetables in suburban areas of Varanasi, India* en el que encontraron contenidos de metales pesados en *Beta vulgaris* producidos en suelos regados con agua de desperdicios mineros, en mg/kg peso seco en rangos de 0,5 a 4,36 para cadmio; 2,22 a 41,51 para el zinc; 5,37 a 27,83 para cromo; 3,09 a 15,74 para plomo y 1,81 a 7,57 para níquel; por otro lado, Clemente *et. al.*, (2007), cultivaron *Beta vulgaris* en suelos de alta contaminación de metales pesados, encontrando altas concentraciones de plomo: de 5,1 a 16,8 veces el límite de la UE para productos alimenticios, revelando riesgo para la salud.

Baroni Boscaglio, Di Lella, Protano y Riccobono (2004) hallaron en el estudio que realizaron denominado *Arsenic in soil and vegetation of contaminated areas in southern Tuscany (Italy)* encontraron en suelos de minas abandonadas, en hojas y raíces de *Mentha acuática* y *Phragmites australis*, valores de 540 y 216 mg/kg de arsénico respectivamente.

Bech, Durán, Roca, Poma, Sánchez, Barceló y Poschenrieder (2012) estudiaron *Shoot accumulation of several trace elements in native plant species from contaminated soils in the Peruvian Andes*. Encontraron en suelos cercanos a una mina de los andes peruanos, en brotes de llantén *Plantago orbygniana* contenidos de plomo en rangos de 6 770 a 8 240 mg/kg; contenido de zinc de 4 610 a 5 370 mg/kg.

Clemente, Walker y Bernal (2005) realizaron el estudio *Uptake of heavy metals and As by Brassica juncea grown in a contaminated soil in Aznalcóllar (Spain): The effect of soil amendments*. En este experimento, la especie *Brassica juncea* fue cultivada en una zona afectada por el vertido tóxico de residuos de metales encontrando concentraciones tisulares de Zn, Cu y Pb de 2 029, 71 y 55 mg/g respectivamente.

Del mismo modo, Conesa, Faz y Arnaldos (2006) investigaron *Heavy metal accumulation and tolerance in plants from mine tailings of the semiarid Cartagena–La Unión mining district (SE Spain)*. Resultados: hallaron en suelos contaminados por relaves mineros de zonas semiáridas, plomo en *Helichrysum decumbens* en cantidades de 390 mg/kg y Zn en *Zygophyllum fabago* 530 mg/kg.

Ibárcena (2013) determinó en el estudio *Contaminación por metales ecotóxicos en sedimentos marinos en la bahía de Ite, provincia de Jorge Basadre Grohmann de Tacna: Incidencia en la fauna marina bentónica*, la presencia en mg/kg de: Cu 608,063; Zn 39,923; Cd 0,41; Pb 8,472; As 8,66; Fe 33 078,63 en el suelo de la bahía de Ite provincia de Jorge Basadre Grohmann de Tacna, y su efecto sobre la fauna bentónica.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Generalidades de la toxicidad de los alimentos**

Un aspecto importante en la calidad de vida de las personas es la ingestión de alimentos variados como carnes, cereales, frutas, verduras y agua que proveen de calorías y reparación de los tejidos, y hay ocasiones en que en los alimentos se encuentran sustancias que por diferentes motivos se les debe prestar atención especial debido a su toxicidad (Belitz & Grosch, 1997).

## 2.2.2. Normativa y legislación alimentaria

Hoy se tiene un sinnúmero de sustancias químicas y biológicas en el ambiente que significan un riesgo para la salud porque se encuentran en altas concentraciones o debido a su naturaleza tóxica, para tener referencia y conocimiento del nivel de contaminación que existe en cada lugar, es necesario que existan metodologías y técnicas analíticas, así como normas técnicas referidas al control de contaminantes en el ambiente, es decir en el agua, aire, suelo y alimentos; actualmente en el país, se tiene reglamentación referidas al agua y aire; las normas para agua incluyen parámetros físicos, químicos, elementos y sustancias orgánicas e inorgánicas, las normas para aire están referidas a los contaminantes primarios, mientras que para suelos se consultan las normas internacionales y para alimentos las normas de la FDA y del CODEX Chung, (2008). En la tabla 1, se presentan las normas para el contenido de plomo y cadmio en algunas hortalizas y frutos.

**Tabla 1**

*Normas generales de plomo y cadmio contenidos en algunos alimentos.*

Contaminante	Código de alimento	Producto	Nivel máximo (mg/kg)
Pb	VC 0050	Hortaliza de fruto excepto cucurbitácea	0,1
Pb	VC 0053	Hortaliza de hoja	0,3
Cd	VC 0050	Hortaliza de fruta excepto cucurbitácea	0,05
Cd	VC 0053	Hortaliza de hoja	0,2

Fuente: *Codex Alimentarius* 1995.

### **2.2.3. Metales tóxicos en alimentos**

Un metal tóxico es aquel que pertenece al grupo de elementos capaces de causar daño y se encuentran en los alimentos, deben su presencia a diferentes causas, que van desde su cultivo hasta su industrialización y distribución (Valle, 2000).

En general los alimentos vegetales que crecen en las regiones industrializadas contienen concentraciones significativamente mayores de metales pesados que los que se desarrollan en regiones remotas. La cantidad de plomo absorbido por el tracto digestivo intestinal depende de varios factores como el estado químico de ese metal, los componentes orgánicos de plomo como el tetraetilo se absorbe rápidamente concentrándose en el hígado, riñón musculatura y el sistema nervioso central, el plomo acorta el ciclo vital de los eritrocitos y la síntesis de la hemoglobina (Shibamoto, 2014). Asimismo, Moreno (2003) coincide indicando que este elemento posee múltiples efectos hematológicos, reduce la filtración glomerular, se ha asociado a la esterilidad y muerte neonatal en personas, así como efectos teratógenos que se manifiesta en el sistema nervioso central; Ali et. al., (2013) corrobora lo anterior, precisando que algunos metales pesados son carcinógenos, mutagénicos y teratógenos afectando el sistema endocrino, mientras otros causan cambios neurológicos y de comportamiento, especialmente en niños.

Numerosos estudios demuestran que existe acumulación de metales pesados en plantas comestibles y los cultivos están asociados a la presencia de altos niveles al igual que los suelos y aguas de riego, áreas con altas concentraciones de metales pesados en aguas superficiales y subterráneas, muestran acumulación en plantas, peces, carne de ganado, leche y queso, lo cual da origen a riesgo generalizado para la salud de la población local, hay estudios que indican que estos metales pueden ser transferidos del agua a la dieta humana (Bundschuh et. al., 2012) .

Existen reportes sobre la patología de metales pesados tales como hiperqueratosis, cambios de pigmentación, la enfermedad de Bowen, el carcinoma de células escamosas y carcinomas basales, lesiones hepáticas se asocia además el carcinoma hepato celular, angiosarcoma, cirrosis y la esclerosis hepatoportal Centeno et. al., (2002). La ingestión de metales tóxicos en los alimentos es una importante ruta de exposición para la población, la globalización de las fuentes de los alimentos, junto con las fuentes de agua de riego y la aplicación de contaminantes tóxicos se ha incrementado, la exposición al plomo y al cadmio es un problema de salud pública debido a la exposición de estos tóxicos en la población general (Fowler, 2014).

Rashed (2010) monitoreó en Egipto, el contenido de metales pesados en suelos cercanos a minas, precisa que la distribución a partir de los relaves de los suelos circundantes y flora silvestre, revelan el contenido de cromo, cobre, manganeso, arsénico y plomo, en el suelo disminuye a medida que se alejan de la fuente, los resultados de este estudio muestran que el suelo y las plantas cerca de la mina fueron altamente tóxicos y las plantas en el suelo no deben ser usados para el pastoreo y la agricultura.

### **2.2.3.1. Plomo**

El plomo es un metal pesado, al ser depositado en el suelo queda retenido en la capa superficial a 2,5 cm de profundidad, no se lixivia fácilmente hacia las capas profundas del subsuelo, excepto en medios muy ácidos; pueden bioconcentrar en plantas y animales, su absorción, contenido en el agua de bebida es más alta que la del plomo presente en alimentos, una vez alcanzado el torrente sanguíneo se asocia a los hematíes en los que se concentra, alcanzando la máxima concentración en los huesos los que actúan como lugares de almacenamiento (Moreno, 2003).

Carrington & Bolger (2014) indican que en niños y bebés su absorción en el tracto gastrointestinal es cuatro veces mayor que los adultos y hay asociación

negativa entre el cociente de desarrollo intelectual y los niveles de plomo en la sangre.

Córdova (2000) reporta que la intoxicación por plomo se denomina saturnismo, la combustión de motores y la utilización de gasolina adicionada con plomo hace que la concentración de este metal sea alta en los humanos y vegetales que pueblan las cercanías de las vías. La absorción y distribución es diferente según se trate de distintos compuestos como sales, óxidos o compuestos alquílicos como el tetraetil y tetrametil plomo; las principales vías de contaminación son aérea y oral, siendo los niños la población más afectada, ya que impide el desarrollo neurológico provocando trastornos cerebrales graves.

#### **2.2.3.2. Cadmio**

Das et. al., (1997) destacan la toxicidad del cadmio en las plantas con respecto a aspectos ecológicos, fisiológicos y bioquímicos, y discuten la tolerancia y el rendimiento ecológico, los autores compararon la sensibilidad relativa de los diversos grupos de plantas incluyendo micro y macro flora, esta revisión puede ayudar en estudios interdisciplinarios para evaluar la importancia ecológica de este metal.

El cadmio presenta una movilidad ambiental más elevada que la mayoría de los metales pesados debido a su relativa solubilidad, lo que lo convierte en un contaminante cosmopolita, las plantas absorben eficientemente el cadmio y es una importante ruta de exposición para animales y personas, los organismos terrestres y acuáticos bioacumulan este elemento; la fuente de exposición ambiental más importante lo constituye el humo del tabaco y el consumo de productos vegetales cultivados en terrenos contaminados por cadmio el cual produce deformaciones óseas muy dolorosas, osteoporosis, lesiones renales crónicas enfermedades pulmonares e hipertensión (Moreno 2013).

#### **2.2.4. Estándares de calidad**

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) y el Límite Máximo Permisible (LMP) son instrumentos de gestión ambiental que consisten en parámetros y obligaciones que buscan regular y proteger la salud pública y la calidad ambiental en que se vive.

Permiten a la autoridad ambiental, desarrollar acciones de control, seguimiento y fiscalización de los efectos causados por las actividades humanas. Son aplicables en todo el territorio nacional y referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental y normas públicas.

Ambos instrumentos son indicadores que permiten a través del análisis de sus resultados, establecer políticas ambientales (ECA) y correcciones en el accionar de alguna actividad específica (LMP).

##### **2.2.4.1. Estándares de calidad ambiental (ECA)**

El artículo 31° de la Ley N° 28611, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas; así como referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental, en tanto que el Ministerio del Ambiente es el organismo que debe elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), que deberán contar con la opinión del sector correspondiente, debiendo ser aprobados o modificados mediante Decreto Supremo (Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, 2013).

a) Estándar de Calidad Ambiental del suelo

Según el DS N° 002-2013-MINAM, los estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo son aplicables a todo proyecto y actividad, cuyo desarrollo dentro del territorio nacional genere o pueda generar riesgos de contaminación del suelo en su emplazamiento y áreas de influencia. En las Tabla 2 y 3 se muestran los valores estándar de calidad ambiental de suelo.

**Tabla 2**

*Estándares de calidad ambiental para suelo (orgánicos).*

N°	Parámetros	Usos del suelo			Método de ensayo
		Suelo agrícola	Suelo residencial / parques	Suelo comercial / industrial / extractivos	
I		Orgánicos			
1	Benceno (mg/kg MS)	0,03	0,03	0,03	EPA 8260-B EPA 8021-B
2	Tolueno (mg/kg MS)	0,37	0,37	0,37	EPA 8260-B EPA 8021-B
3	Etilbenceno (mg/kg MS)	0,082	0,082	0,082	EPA 8260-B EPA 8021-B
4	Xileno (mg/kg MS)	11	11	11	EPA 8260-B EPA 8021-B
5	Naftaleno (mg/kg MS)	0,1	0,6	22	EPA 8260-B
6	Fracción de hidrocarburos F1(C5-	200	200	500	EPA 8015-B
7	Fracción de hidrocarburos F2(C10-	1 200	1 200	5 000	EPA 8015-M
8	Fracción de hidrocarburos F3(C28-	3 000	3 000	6 000	EPA 8015-D
9	Benzo(a) Pireno (mg/kg MS)	0,1	0,7	0,7	EPA 8270-D
10	Bifenilos policlorados PCB (mg/kg MS)	0,5	1,3	33	EPA 8270-D
11	Aldrín (mg/kg MS)	2	4	10	EPA 8270-D
12	Endrín (mg/kg MS)	0,01	0,01	0,01	EPA 8270-D
13	DDT (mg/kg MS)	0,7	0,7	12	EPA 8270-D
14	Heptacloro (mg/kg MS)	0,01	0,01	0,01	EPA 8270-D

Fuente: Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, 2013.

**Tabla 3***Estándares de calidad ambiental para suelo (inorgánicos).*

N°	Parámetros	Usos del suelo			Método de ensayo
		Suelo agrícola	Suelo residencial / parques	Suelo comercial / industrial	
II		Inorgánicos			
15	Cianuro libre (mg/kg MS)	0,9	0,9	8	EPA 9013-A/ APHA-AWWA-WEF 4500
16	Arsénico total (mg/kg MS)	50	50	140	EPA 3050-B EPA 3051
17	Bario total (mg/kg MS)	750	500	2 000	EPA 3050-B EPA 3051
18	Cadmio total (mg/kg MS)	1,4	10	22	EPA 3050-B EPA 3051
19	Cromo VI (mg/kg MS)	0.4	0,4	1,4	DIN 19734
20	Mercurio total (mg/kg MS)	6,6	6,6	24	EPA 7471-B
21	Plomo total (mg/kg MS)	70	140	1 200	EPA 3050-B EPA 3051

Fuente: Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, 2013.

## b) Estándar calidad ambiental del agua

Para la evaluación del ECA de agua, se debe tener en consideración las siguientes precisiones dentro de la categoría 3 (Riego de vegetales y bebidas animales) que se refiere al agua para riego de vegetales y bebidas para animales (DS N° 023-2009-MINAM).

- Vegetales de tallo bajo: entiéndase como aguas utilizadas para el riego de plantas, que frecuentemente tienen un sistema radicular difuso o fibroso y poco profundo. Ejemplos: ajo, lechuga, fresas, col, repollo, apio, arvejas y similares.
- Vegetales de tallo alto: entiéndase como aguas utilizadas para el riego de plantas frecuentemente de porte arbustivo o arbóreo que tienen una mayor longitud de tallo. Ejemplos: árboles forestales, árboles frutales, entre otros.
- Bebida de animales: entiéndase como aguas utilizadas para bebidas de animales mayores como ganado vacuno, ovino, porcino, equino o camélido y para animales menores como ganado caprino, cuyes, aves y conejos.

#### 2.2.4.2. Límites Máximos Permisibles

Según el Decreto Supremo N° 010-2010 es la medida de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan al efluente líquido de actividades minero metalúrgicas y que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el sistema de gestión ambiental como se detalla en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Límites Máximos Permisibles en la descarga de efluentes mineros metalúrgicos*

Parámetro	Unidad	Límite en cualquier momento	Promedio anual
pH		6,9000	6,9000
Sólidos totales en suspensión	mg/L	50	25
Aceites y grasas	mg/L	20	16
Cianuro total	mg/L	1	0,8000
Arsénico total	mg/L	0,1000	0,0800
Cadmio total	mg/L	0,0500	0,0400
Cromo (VI)	mg/L	0,1000	0,0800
Cobre total	mg/L	0,5000	0,4000
Hierro (disuelto)	mg/L	2	1.6000
Plomo total	mg/L	0,2000	0,1600
Mercurio total	mg/L	0,0020	0,0016
Zinc	mg/L	1,5000	1,2000

Fuente: Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM.

### **2.2.4.3. Fiscalización ambiental nacional**

Según Decreto Supremo N° 022-2009-MINAM el ente encargado de la fiscalización ambiental y de asegurar el adecuado equilibrio entre la inversión privada en actividades extractivas y la protección ambiental es OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental) es, además, el ente Rector del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA).

A la fecha, se encuentran bajo la competencia del OEFA los sectores de minería (mediana y gran minería), energía (hidrocarburos y electricidad), pesquería (procesamiento pesquero industrial y acuicultura de mayor escala) e industria manufacturera (cerveza, papel, cemento y curtiembre).

En este marco, esta entidad tiene a su cargo la fiscalización ambiental como un macroproceso integrado por las siguientes funciones:

- a) La función evaluadora: comprende la vigilancia y monitoreo de la calidad del ambiente y sus componentes (agua, aire, suelo, flora y fauna). Además, implica la identificación de pasivos ambientales del Subsector Hidrocarburos.
- b) La función de supervisión directa: contempla la verificación del cumplimiento de obligaciones ambientales fiscalizables. Asimismo, comprende la facultad de dictar medidas preventivas, mandatos de carácter particular y requerimientos de actualización de instrumentos de gestión ambiental.
- c) La función de fiscalización y sanción: comprende la investigación de la comisión de posibles infracciones administrativas, y la imposición de sanciones, medidas cautelares y correctivas.
- d) La función de aplicación de incentivos: mediante la cual se administra el Registro de Buenas Prácticas Ambientales y se otorgan incentivos para promover el sobrecumplimiento de la normativa ambiental.

#### 2.2.4.4. Monitoreo de calidad de suelo en la Región Tacna

En el monitoreo correspondiente a base de datos de la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, Proyecto Monitoreo de Información Ambiental (GRT-GRRN y GMA, 2014), se evaluó la calidad de suelo del distrito de Locumba, donde se han seleccionado 04 puntos de muestreo en el valle de Locumba (LOC-6, LOC-7, LOC-8, LOC-10), 02 puntos en la irrigación Pampa Sitana (LOC-4 y LOC-9) en el sector B lateral 3 y 8 respectivamente y 01 punto de muestreo en el Valle de Cinto (LOC-36) las que pueden observarse en la figura 1.

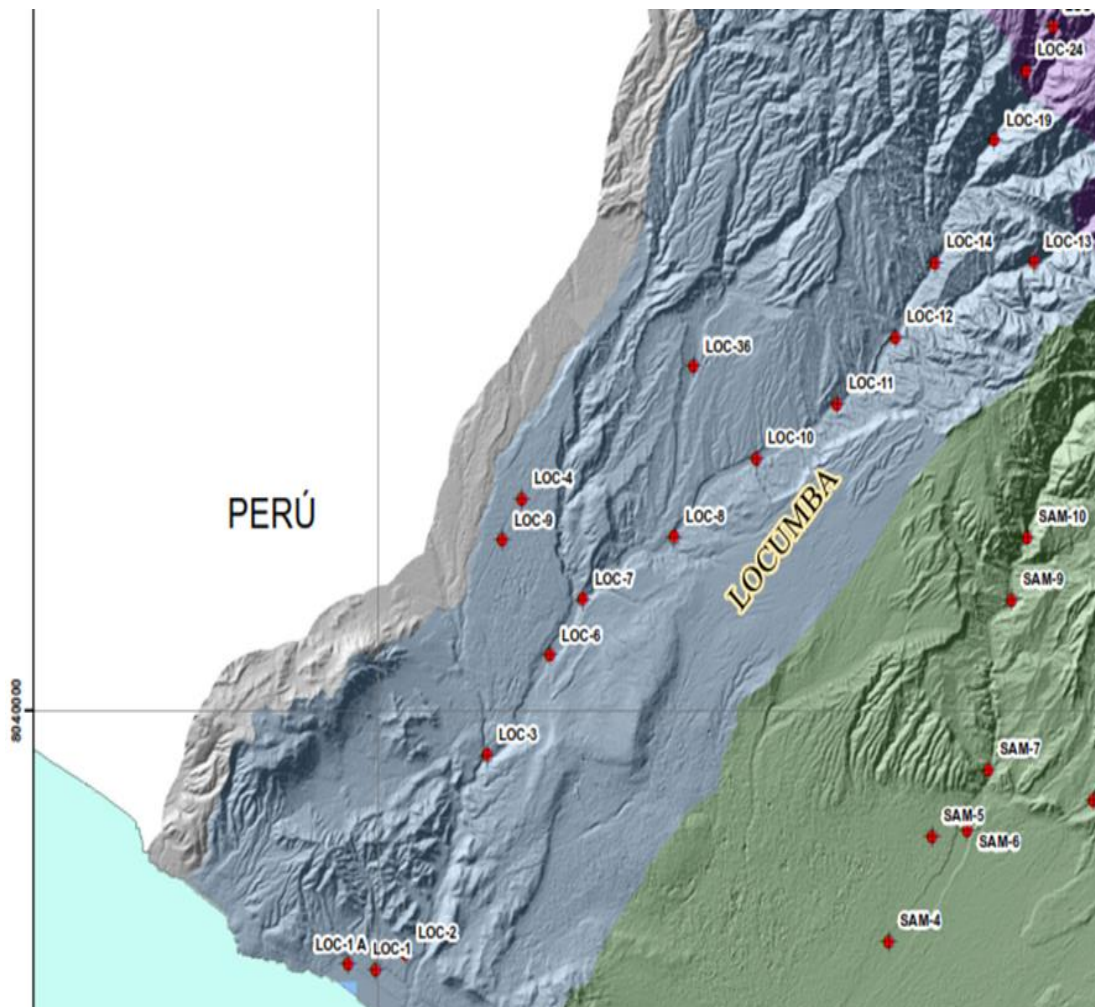


Figura 1. Puntos de muestreo de la cuenca Locumba

Fuente: GRT-GRRN y GMA Equipo de trabajo Proyecto MIA.(2014)

**Tabla 5***Resultados de laboratorio (Distrito Locumba)*

Punto de Muestreo	Localidad	pH (1:1)	C. E. (Ds/M)	M. O. (%)	N (%)	Textura
LOC-4	Sitana alta	7,3	2,621	0,14	<0,05	A.Fr.
LOC-9	Sitana 2	7,5	2,562	0,82	<0,05	A.Fr.
LOC-6	La Aurora-Camiara	8,8	0,794	0,53	<0,05	A. Fr.
LOC-7	Cocotea	8,1	2,166	1,11	0,068	Fr. A.
LOC-8	Chaucalana-Locumba	8,6	0,671	1,02	<0,05	Fr. A.
LOC-10	Chipe	8,4	0,653	1,08	<0,05	Fr. A.
LOC-36	Cinto	8,3	0,227	1,18	<0,05	Fr. A.

Fuente: GRT-GRRN y GMA Equipo de trabajo Proyecto MIA.2014

Los resultados de laboratorio se presentan en las Tabla comparados con los estándares de la norma nacional D.S. N° 002-2013 MINAM. La comparación se realizó con los valores establecidos para usos de suelos agrícolas.

**Tabla 6***Resultados del laboratorio en los puntos muestreados en la Cuenca Locumba.*

Parámetros evaluados	Ite				Locumba							
	LOC-1/	LOC-1	LOC-2	LOC-3	LOC-4	LOC-9	LOC-6	LOC-7	LOC-8	LOC-10	LOC-36	
pH	7,4	8,9	8,6	8,1	7,3	7,5	8,8	8,1	8,6	8,4	8,3	
Conductivida(dS/cm)	6,18	0,803	0,462	2,475	2,621	2,562	0,794	2,186	0,671	0,663	0,227	
Cianuro libre (mg/kg)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Heptacloro (mg/kg)	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	
Aldrin (mg/kg)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	
Endrin (mg/kg)	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	
4,4' DDT (mg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Arsénico (mg/kg)	20	20	35	29	12	14	32	64	78	67	11	
Boro(mg/kg)	40	17	27	11	14	14	16	36	27	23	6	
Bario (mg/kg)	82	21,1	36,5	37,9	21,9	30,1	77,5	97,2	96	78,1	111,7	
Berilio (mg/kg)	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	
Cadmio (mg/kg)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	
Cobalto (mg/kg)	11,4	4,9	5,4	3,5	3,4	3,4	5,1	6,9	7,6	6,7	5,8	
Cromo (mg/kg)	17,1	5,6	8,3	4,4	6,8	6,8	5,9	7,2	8	7,3	6,9	
Cobre (mg/kg)	47,8	50	29,1	12,8	17,9	13,8	19,4	35	27,3	27,6	34,2	
Molibdeno (mg/kg)	<1,4	<1,4	<1,4	<1,4	1,8	<1,4	<1,4	<1,4	<1,4	<1,4	<1,4	
Níquel (mg/kg)	8	4	5	3	3	3	5	6	6	6	5	
Plomo (mg/kg)	12	8	9	8	7	6	12	19	15	14	26	
Antimonio (mg/kg)	1,8	0,9	3,7	2	2,3	1,5	2,5	4,4	5,4	4,1	3,1	
Selenio (mg/kg)	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	
Estaño (mg/kg)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
Vanadio (mg/kg)	65	45	39	27	30	27	35	38	41	39	36	
Zinc (mg/kg)	46	28	33	25	26	22	40	50	52	46	44	
Plata (mg/kg)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
Mercurio (mg/kg)	0,06	0,06	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,08	0,08	0,19	0,31	

Fuente: GRT – GRRNyGMA - PIP MIA, (2014)

### **2.2.5. Análisis de metales pesados en alimentos**

El análisis de los metales pesados más importantes en términos de efectos adversos para la salud son el plomo, cadmio, zinc y arsénico, para ello se utilizan técnicas electroquímicas, ópticas y de bioensayo así como métodos de cribado para la detección de metales pesados en los alimentos, además hay métodos de confirmación como la espectrometría de absorción atómica, espectrometría de fluorescencia atómica, espectroscopia de masas con plasma acoplado inductivamente y espectrometría de emisión óptica de plasma (Arduini, 2013), además Choi et. al., (2011), mediante la espectrometría por emisión atómica acoplada a plasma determinaron arsénico y cadmio presente en vegetales; de forma similar Rashed (2010) y Pénicaut et. al., (2006) precisan que este método es de gran sensibilidad y ofrece interesantes perspectivas en la detección de metales pesados en análisis edafológicos, bioquímicos, análisis toxicológicos de alimentos, así como en la determinación de contaminantes medioambientales.

Se determinaron las concentraciones de elementos traza (manganeso, hierro, cobre y zinc) y metales pesados (cromo, cadmio, plomo y níquel) en variedades de muestras clasificadas como frutas, verduras de hoja verde, frutales, tubérculos, legumbres y cereales, obtenidos de Abeokuta, Sur-Oeste de Nigeria, para las determinaciones de los metales se utilizaron espectrofotómetro de absorción atómica de acuerdo con métodos estándar (Akinyele, 2015).

El mejillón chileno (*Mytilus chilensis*) representa el bivalvo más importante explotado a lo largo de la costa de Chile y es una fuente importante de alimentos para la población chilena, usualmente el pescado local y la cría de moluscos se enfrentan a problemas graves como resultado de la bioacumulación de metales tóxicos en mariscos. Los mejillones recolectados a lo largo de las costas chilenas contienen niveles de Cd por encima de los límites reglamentarios para el consumo humano (Hervé-Fernández, 2010).

## **2.2.6. Alimentos de estudio**

### **2.2.6.1. Orégano (*Oreganum vulgare*)**

Vegetal perteneciente a la familia labiadaceae de hasta 80 cm, tallos erectos, filosos y aromáticos, hojas ovales, pecioladas, flores dentadas rosadas, violáceas o blancas de hasta 7 mm, estambres sobresalientes, su nombre botánico *Oreganum vulgare*, que deriva del griego, significa, "esplendor de la montaña", es una planta originaria de Europa Central, Meridional y Asia Central los españoles introdujeron el orégano al país. En la precordillera de África su cultivo lleva más de 200 años, alrededor de 1970 fue introduciéndose en la zona central, donde posteriormente se cultivó en forma extensiva (Silva, 2014).

La hoja del orégano se usa como condimento de alimentos y conservación del mismo no solo en la elaboración de carnes y embutidos, sino también en la elaboración de cosméticos, fármacos y licores; motivos que lo han convertido en un producto de exportación. Adicionalmente, la Organización Mundial de la Salud estima que cerca del 80 % de la población en el mundo usa extractos vegetales o sus compuestos activos. las condiciones óptimas de temperatura óptima es de 18 - 24 °C, altitud 1 500 a 3 000 msnm, tolera el pH alcalino, humedad relativa 70 % y tiene éxito en casi todos los tipos de suelo ricos en materia orgánica y con buen drenaje, de preferencia no salinas; en los suelos arcillosos la longevidad se reduce, los mayores rendimientos en aceite esencial se obtiene en zonas bien soleadas y cuya altitud no sea excesiva, crece espontáneamente donde el clima sea entre templado y subtropical, no demasiado seco, resiste bien las heladas, sobretudo el orégano rojo como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Hojas de orégano (*Oreganum vulgare*).

Fuente: Chirinos (2009).

La Región Tacna, ubicada en el sur del Perú, se ha convertido en un importante centro productor de orégano gracias a sus buenas condiciones de clima y suelo. Sus principales valles de producción son Candarave, Jorge Basadre y Tarata (Chirinos, 2009).

#### **2.2.6.2. Aceituna (*Olea europaea*)**

El cultivo del olivo tuvo su origen en Siria e Irán, extendiéndose hacia occidente por el Mediterráneo, más recientemente pasó a otras zonas como América, Australia, China y Sudáfrica. Es conocida la longevidad del olivo existiendo árboles cultivados, incluso en buen estado de producción con 300 a 400 años de edad; es una planta muy rústica, de allí que se le encuentre en terrenos de poca fertilidad y en climas extremadamente áridos, cuando se planta en terrenos fértiles y en lugares de buena pluviometría, su producción es mucho más alta, el desarrollo del árbol es variable según la variedad y medio en que se desarrolla, a veces alcanza gran tamaño aunque las técnicas de cultivo limitan el desarrollo en altura del árbol para hacer más fácil su explotación (Guerrero, 2000).

Barranco et. al., (1999), indica que el olivo, (*Olea europaea*), pertenece a la familia botánica *Oleácea*, que comprende especies de plantas distribuidas por las regiones tropicales y templadas del mundo, las plantas de esta familia son mayormente árboles y arbustos a veces trepadores, muchas de ellas producen aceite esencial en sus flores y en sus frutos; algunos de los cuales son utilizados por el hombre. Existen unas 35 especies en el género *Olea*, el olivo es la única especie de la familia *Oleácea* con fruto comestible, es una de las plantas cultivadas más antiguas cuyos orígenes como cultivos son de unos 3 a 4 mil años A. C. en la zona de Palestina.

Después de la fecundación la semilla empieza a crecer y a las 3 a 4 semanas comienza a desarrollar. El período de madurez de las aceitunas puede variar considerablemente en una región, las condiciones climáticas, culturales, sanitarias y la producción de cada árbol puede modificar el estado de madurez de las frutas; por estas razones se hace difícil recolectar todas las aceitunas en el momento más favorable. Los factores que tiene incidencia en la determinación del período de recolección son la resistencia a la tracción del pedúnculo de la aceituna, contenido de aceite del fruto, evolución de la calidad del aceite y caída de los frutos.

El aceite de oliva es un componente energético, forma parte de las membranas biológicas, es punto de partida para formar compuestos como las hormonas, vitaminas, ácidos biliares, tiene importancia en la palatabilidad de los alimentos, en el aceite de olivo predominan los ácidos grasos monoinsaturados, como el ácido oleico; la fracción insaponificable está formado por sustancias que participan en la estabilidad del propio aceite e influye en las propiedades organolépticas (alcoholes, cetonas, clorofilas), tienen funciones conocidas en el organismo como actividad vitamínica (tocoferoles), antioxidantes (compuestos fenólicos) y competidoras en la absorción intestinal del colesterol (Casilla, 2004).

### 2.2.7. Determinación de humedad y cenizas

Collazos (1996) reporta un contenido de humedad en orégano de 85,1% y aceituna de botija de 57,5%, así mismo, un contenido de cenizas en orégano de 1,5% y de aceituna de 2,3%. Mientras que Anderson (1979) precisa un contenido de humedad en aceitunas negras de 73,0 %.

### 2.3. Definición de términos

**Metales pesados:** son elementos químicos que pueden presentar multiplicidad de efectos tóxicos influyendo para ello su especie química, entre estos As, Pb, Cd, Zn, Be, Co, Cu, Hg, Ni, Sn, entre otros (Moreno, 2003).

**Relave minero:** deshecho mineral sólido de tamaño entre arena y limo provenientes del proceso de concentración que son producidos, transportados o depositados en forma de lodo (Ministerio de Energía y Minas, 2014).

**Plomo:** el plomo es un metal tóxico presente de forma natural en la corteza terrestre. Su uso generalizado ha dado lugar a una importante contaminación del medio ambiente, un nivel considerable de exposición humana y graves problemas de salud pública (Organización Mundial de la Salud, 2014).

**Cadmio:** el cadmio es un elemento natural de la corteza terrestre. Generalmente se encuentra como mineral combinado con otros elementos tales como oxígeno (óxido de cadmio), cloro (cloruro de cadmio) o azufre (sulfato de cadmio, sulfuro de cadmio) (División de Toxicología y Ciencias de la Salud, 2012).

**Agua superficial:** son todas las aguas quietas o corrientes en la superficie del suelo (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2014).

**Espectrofotometría:** es una técnica de análisis óptico que trabaja bajo el hecho de que toda sustancia o elemento puede interactuar con la energía radiante (López, 2013).

**Orégano:** planta herbácea vivaz, de la familia de las labiadas, con tallos erguidos, prismáticos, vellosos, de cuatro a seis decímetros de altura, hojas pequeñas, ovaladas, verdes por el haz y lanuginosas por el envés, flores purpúreas en espigas terminales, y fruto seco y globoso (Diccionario de la Lengua Española, 2012).

**Suelo agrícola:** Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas (Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM).

**Sitio contaminado:** aquel suelo cuyas características químicas han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias químicas contaminantes depositadas por la actividad humana, en concentraciones tal que en función del uso actual o previsto del sitio y sus alrededores represente un riesgo a la salud humana o el ambiente (Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM).

**Suelo:** material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad (Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM).

**Parámetro:** cualquier elemento o sustancia química del suelo que define su calidad y que se encuentra regulado por Decreto Supremo N° 002.2013-MINAM (Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM).

**Caracterización de sitios contaminados:** determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes químicos o biológicos presentes, provenientes de materiales o residuos peligrosos, para estimar la magnitud y tipo de riesgos que conlleva dicha contaminación (Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM).

**Contaminante:** cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del suelo o cuya concentración excede la del nivel de fondo susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente (Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM).

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo y diseño de la investigación

Se trató de una investigación básica, ya que busca “mejorar el conocimiento *per se*” (Tam, Vera, Oliveros, 2008, p.146).

Su diseño fue no experimental (Hernández, Fernández y Baptista, 2003), descriptivo, comparativo ya que no se manipularon variables, sino que se midieron en su contexto natural y se compararon los resultados obtenidos en la tabla 7.

**Tabla 7**

*Tratamiento y repeticiones para el desarrollo de la investigación*

<b>Cultivo</b>	<b>Variables</b>	<b>Repeticiones</b>		
	<b>Lugar</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>
Orégano	Pampa Sitana			
Aceituna	Pampa Sitana			
Orégano	La Yarada			
Aceituna	La Yarada			

Fuente: Elaboración propia (2019)

#### 3.2. Población y muestra

La población del presente estudio de investigación constituye los productores de aceituna y orégano del distrito de La Yarada y Pampa Sitana donde cada productor cuenta con una determinada superficie de hectárea de estos productos.

Para el presente trabajo de investigación se ha visto por conveniente establecer una muestra representativa de los productores de aceituna en el distrito de La Yarada y del CPM Pampa Sitana de la Región Tacna, para lo cual se utilizó el método de muestreo aleatorio.

### 3.3. Operacionalización de variables

En la tabla 8, se muestra la operacionalización de variables utilizados en la determinación de plomo, cadmio y contenido de humedad y cenizas en La Yarada y Pampa Sitana.

**Tabla 8**

*Operacionalización de variables*

Variabes	Dimensiones	Indicadores
1. Variables independientes		
X1 = Cultivo	Productos	Orégano Aceituna
X2 = Lugar	Procedencia	Pampa Sitana La Yarada
2. Variable dependiente		
Y1 = Metales pesados	Plomo Cadmio Humedad Cenizas	Concentración  Porcentaje
	Procedencia	Pampa Sitana La Yarada

Fuente: Elaboración propia (2019)

### 3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

Para cada objetivo se incide en la frecuencia de muestreo, descripción de materiales e insumos y su prueba estadística respectiva.

**3.4.1.** Determinación del contenido de plomo y cadmio en aceitunas y orégano producidos en Pampa Sitana, regados con agua de escurrimientos mineros.

Se realizaron viajes a Pampa Sitana para muestrear aceitunas y orégano cuando los vegetales estuvieron en época de cosecha. La toma de muestras se realizó en las zonas donde se producen aceitunas y orégano, ubicándose con GPS Garmin 64 de 12 canales de alta sensibilidad, para determinar su latitud y longitud (Anexo 2).

De cada zona de producción se obtuvieron muestras a libre elección del investigador; los cuales se colocaron en bolsas de polietileno con su respectiva codificación, transportándose al laboratorio de Análisis de los Alimentos de la UNJBG –Tacna donde se determinó el contenido de humedad en triplicado, por diferencia de peso, secando la muestra en estufa a 105 °C, reducida previamente en su tamaño, hasta peso constante según método de la AOAC (1981); y el contenido de cenizas fue por incineración, también utilizando la recomendación del método de la AOAC (1981) en la cual se calcinó la muestra en una mufla a 550 °C por 5 horas aproximadamente; para la determinación de plomo y cadmio se llevó las muestras al laboratorio de Ensayo y Control de Calidad de la Universidad Católica Santa María de Arequipa (Figura 3 y 4).

Se realizó la determinación de plomo y cadmio por triplicado, según lo recomendado por Pénicaut, (2006) y Choi (2011), en la que cada muestra digerida fue vaporizada e ionizada mediante plasma, los iones formados pasaron al espectrofotómetro de emisión atómica.

Las variables a analizar fueron: Variable independiente cultivo y lugar; variable dependiente contenido de plomo y cadmio en aceitunas y orégano, así como su humedad y cenizas.

Para validar la hipótesis y extraer la máxima información se utilizó un procedimiento con arreglo a un diseño factorial con dos factores, factor A = Cultivo (con dos niveles, orégano y aceituna) y factor B = Lugar (con dos niveles Pampa Sitana y La Yarada) con tres repeticiones. En la Tabla 7 se muestra los tratamientos y repeticiones para el desarrollo de la investigación.

Para aceptar la hipótesis planteada se utilizó la prueba paramétrica de Análisis de Varianza (ANDEVA) y con ello comparar el contenido de plomo y cadmio en aceituna y orégano con similares contenidos en los vegetales de La Yarada, así como con el Nivel Máximo Permisible recomendado por el *Codex Alimentarius*, estos datos fueron analizados mediante el programa Infoestat, versión estudiantil 2014.

#### **3.4.2. Determinación del contenido de plomo y cadmio en aceituna y orégano producidos en La Yarada, regados con agua subterránea.**

Se realizaron viajes a La Yarada para la adquisición de muestras de aceituna y orégano cuando los vegetales estuvieron en época de cosecha. Para la toma de muestras se ha considerado zonas donde se producen aceitunas y orégano, ubicándose con GPS Garmin 64, para determinar su latitud y longitud. De cada zona de producción se obtuvieron muestras a libre elección del investigador: los cuales se colocaron en bolsas de polietileno con su respectiva codificación, transportándose al laboratorio de Análisis de los Alimentos de la UNJBG –Tacna donde se analizó la humedad por diferencia de peso, secando la muestra en estufa a 105 °C, según método de la AOAC (1981); y el contenido de cenizas fue por triplicado, mediante incineración según el método de la AOAC (1981); para la determinación de plomo y cadmio se llevó las muestras al Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad de la Universidad Católica Santa María de Arequipa (Figura 3 y 4).

Se realizó la determinación de plomo y cadmio según lo recomendado por Pénicaud, (2006) y Choi (2011), en la que cada muestra digerida fue vaporizada e ionizada mediante plasma, los iones formados pasaron al espectrofotómetro de emisión atómica, las variables a analizar fueron: Variable independiente cultivo y lugar; variable dependiente contenido de plomo y cadmio de aceitunas y orégano, así como humedad y cenizas (Anexos 3, 4 y 5).

Para aceptar la hipótesis planteada se utilizó la prueba paramétrica de Análisis de Varianza (ANDEVA) para comparar el contenido de plomo y cadmio en aceituna y orégano con similares contenidos de los vegetales de Pampa Sitana, así como con el Nivel Máximo Permisible recomendado por el *Codex Alimentarius* (1995), estos datos fueron analizados mediante el programa INFOESTAT, versión estudiantil 2014.

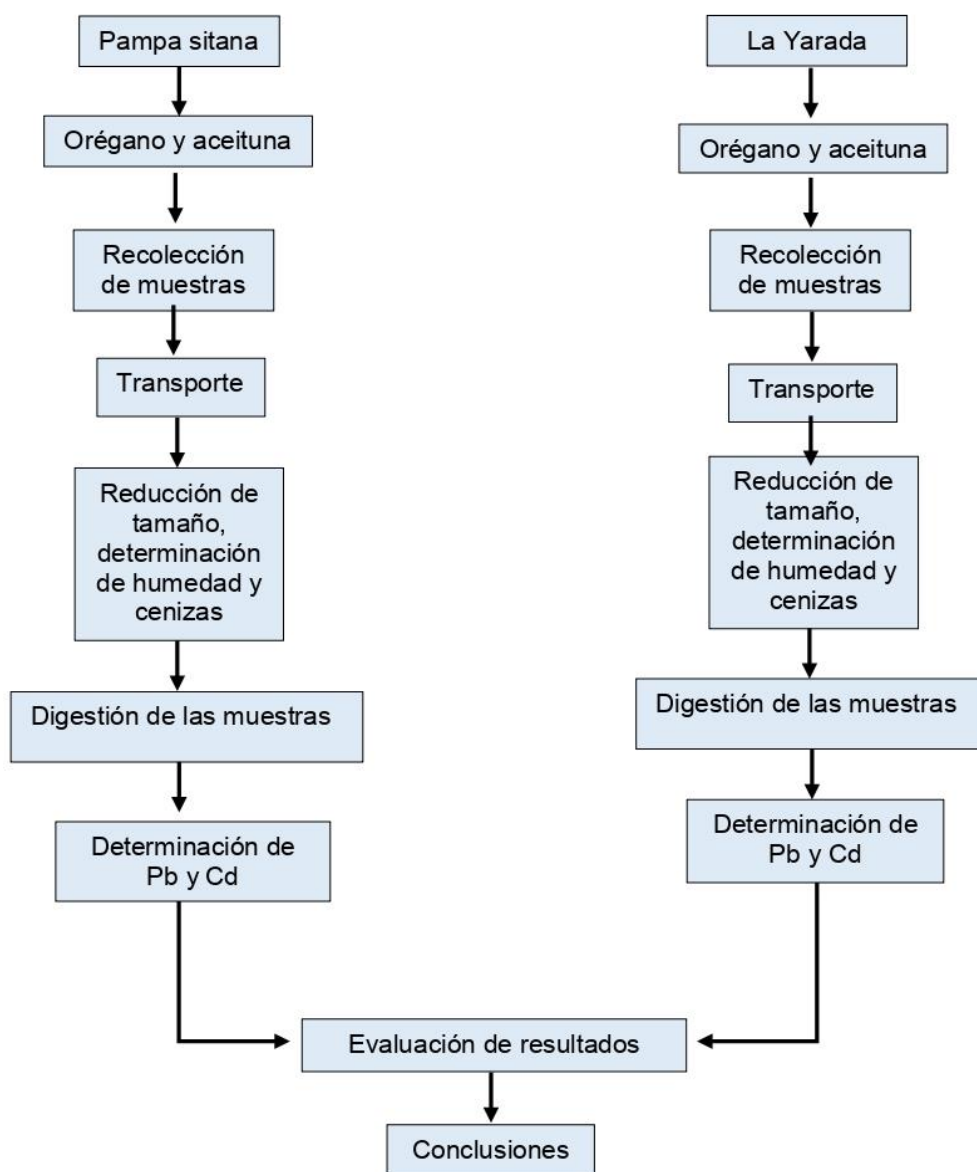


Figura 3. Flujograma para la determinación de humedad, cenizas, Pb y Cd en aceituna y orégano en Pampa Sitana y La Yarada.

Fuente: Elaboración propia (2019)

### 3.4.3. Descripción del flujograma

Pampa Sitana es un Centro Poblado Menor, ubicado en la provincia de Jorge Basadre, Región Tacna entre las coordenadas 17°62'58" de latitud sur y 70°87'53" de longitud oeste, tiene una altitud de 795 msnm.

La Yarada es un distrito de la provincia y Región de Tacna y está ubicado en las coordenadas 17°36'50" de latitud sur y 70°45'49" de longitud oeste, tiene una altitud de 77 msnm.

De las muestras de orégano y aceitunas, se utilizaron las partes comestibles en un estado de madurez apto para el consumo.

Para la recolección de muestras, se tomaron éstas en las zonas donde se produce orégano y aceituna los cuales se colocaron en bolsas de polietileno con su adecuada codificación, transportándose a los laboratorios respectivos.

Secado, mediante estufa a 105 °C, según lo recomendado por la AOAC, (1981).

Las cenizas se determinaron en mufla, según lo recomendado por la AOAC (1981).

Determinación de Pb y Cd, se realizó mediante un espectrofotómetro de emisión atómica, según lo recomendado por Pénicaud (2006) y Choi (2011). (Anexo 6)

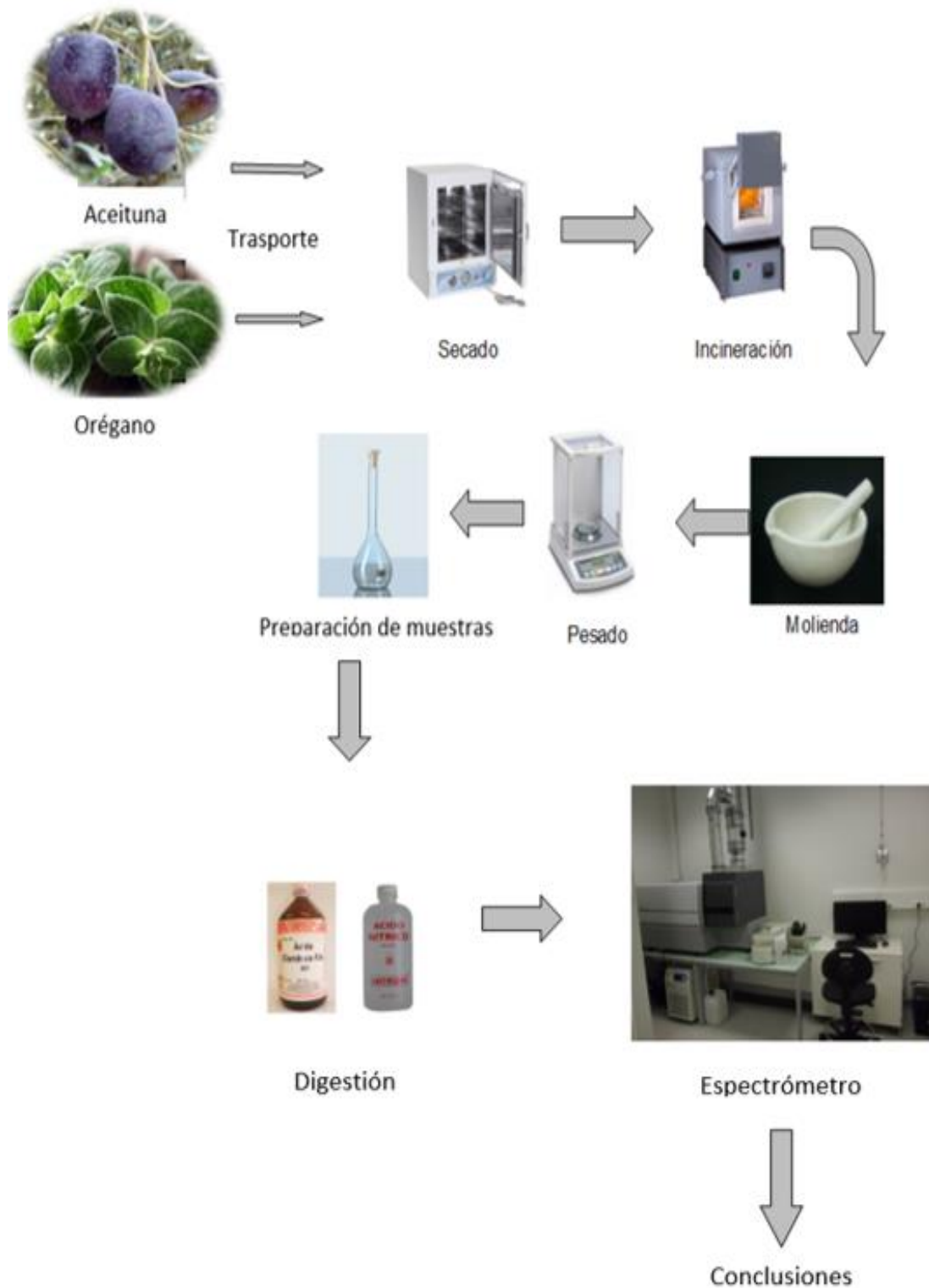


Figura 4. Procedimiento para la determinación de humedad, ceniza, Pb y Cd en aceituna y orégano.

Fuente: Elaboración propia (2019).

### **3.5. Procesamiento y análisis de datos**

Se determinó la humedad, cenizas y las concentraciones de cadmio y plomo en el orégano y aceitunas cosechados en La Yarada y Pampa Sitana de Tacna, el análisis estadístico se realizó mediante un diseño con dos tratamientos y tres repeticiones a través del análisis de varianza complementado con la prueba de Tukey a un 99 % de confianza con el programa estadístico Infostat, versión estudiantil 2014.

## **CAPÍTULO IV**

### **MARCO FILOSÓFICO**

Cada paradigma pretende transmitir la información que obtiene a través de un sistema de anotaciones escritas. Los investigadores cuantitativos tienden a traducir en números sus observaciones. Se asignan valores numéricos a las observaciones contando y “midiendo”. Los investigadores de inclinación cualitativa rara vez asignan valores numéricos a sus observaciones, sino que prefieren registrar sus datos en el lenguaje de sus sujetos. Consideran que las auténticas palabras de los sujetos resultan vitales en el proceso de transmisión de los sistemas significativos de los participantes, que eventualmente se convierten en los resultados o descubrimientos de investigación.

El paradigma cuantitativo emplea un modelo cerrado, de razonamiento lógico-deductivo desde la teoría a las proposiciones, la formación de concepto, la definición operacional, la medición de las definiciones operacionales, la recogida de datos, la comprobación de hipótesis y el análisis. El paradigma cualitativo constituye un intercambio dinámico entre la teoría, los conceptos y los datos con retroinformación y modificaciones constantes de la teoría y de los conceptos, basándose en los datos obtenidos. Este nuevo y perfeccionado “marco de explicación” proporciona una orientación respecto del lugar en donde han de ser obtenidos los datos adicionales. Se halla caracterizado por una preocupación por el descubrimiento de la teoría más que por el de su comprobación.

Dentro de las corrientes que sobresalen desde un inicio de los anales de la historia, el escepticismo es uno de ellos: en la filosofía occidental, constituye una doctrina que niega la posibilidad de alcanzar el conocimiento de la realidad, como es en sí misma, fuera de la percepción humana. Por extensión gradual de su

significado, la palabra escepticismo significa también duda de lo que es generalmente aceptado como verdad.

El racionalismo, en filosofía, constituye un sistema de pensamiento que acentúa el papel de la razón en la adquisición del conocimiento, en contraste con el empirismo, que resalta el papel de la experiencia, sobre todo el sentido de la percepción. Para los seguidores del racionalismo (entre los que sobresalieron el francés René Descartes, el holandés Baruch Spinoza y el alemán Gottfried Wilhelm Leibniz) la principal fuente y prueba final del conocimiento era el razonamiento deductivo basado en principios evidentes o axiomas.

Es importante resaltar que, dentro de las corrientes filosóficas de la ciencia, surge el positivismo, doctrina basada en la experiencia y en el conocimiento empírico de los fenómenos naturales. En virtud de lo anterior, el positivismo considera a la metafísica y a la teología como sistemas de conocimientos imperfectos e inadecuados. Destaca dentro de esta corriente epistemológica, la hipótesis, la teoría, la observación y experimentación.

Sin embargo, también surge el positivismo lógico, que resalta la importancia de la comprobación científica y del empleo de la lógica formal. Los positivistas buscan los hechos o causas de los fenómenos sociales con independencia de los estudios subjetivos de los individuos, a tal extremo que se afirma que el científico social debe considerar los hechos o fenómenos sociales como “cosas” que ejercen una influencia externa sobre las personas.

Otra de las corrientes filosóficas la constituye la fenomenología, doctrina que se encamina a clarificar la relación entre el acto de conocer y el objeto conocido. Por medio del método fenomenológico se puede distinguir cómo son las cosas a partir de cómo uno piensa que son en realidad, alcanzando así una comprensión más precisa de las bases conceptuales del conocimiento. El fenomenólogo, según Taylor y Bogdan (1987) quiere entender los fenómenos sociales desde la propia perspectiva del actor. Examina el modo en que se

experimenta el mundo. La realidad que importa es lo que las personas perciben como importante.

Adicionalmente, aparece el pragmatismo. La escuela estadounidense del pragmatismo, fundada por los filósofos Charles Sanders Peirce, William James y John Dewey a principios del siglo XX, llevó el empirismo aún más lejos al mantener que el conocimiento es un instrumento de acción y que todas las creencias tenían que ser juzgadas por su utilidad como reglas para predecir las experiencias.

Dentro del Siglo XX surge la falsabilidad, concepto acuñado por el filósofo Karl Raimund Popper, que designa la posibilidad que tiene una teoría de ser desmentida, falseada o 'falsada' por un hecho determinado o por algún enunciado que pueda deducirse de esa teoría y no pueda ser verificable empleando dicha teoría. Según Popper, uno de los rasgos de toda verdadera teoría científica estriba en su falsabilidad; si una teoría logra no ser falseada, puede mantener sus pretensiones de validez. Con este planteamiento, Popper pretendía resolver los problemas de la teoría de la inducción clásica del neopositivismo, así como introducir un mayor nivel de confrontación en el análisis de las pretensiones de verdad y validez de una teoría científica. Así, en lugar de verificar inductivamente una teoría, lo que se intenta es mantenerla a salvo de las posibilidades que esta teoría tiene de ser falseada.

Así mismo, y con base en Olivé L. & Pérez R. (2011). es interesante mencionar la posición de Lakatos, quien propone que el punto de comparación no deben ser teorías aisladas sino más bien conjunto de teorías, generados por modificaciones sucesivas de sus precesores, que de todos modos se conservan.

A estos conjuntos de teorías afines Lakatos los denomina "Programas científicos de investigación". Así mismo, expone que hoy en día se ha abandonado la esperanza de contar con una metodología que proporcione a los científicos un libro de recetas mecánicas para resolver problemas. Las

metodologías modernas o lógicas del descubrimiento consisten simplemente en un grupo de reglas para la apreciación de teorías ya establecidas y articuladas.

Además, es interesante apreciar que Feyerabend negaba la posibilidad de elaborar un método “que contenga principios firmes, inmutables y absolutamente vinculantes como guía de la actividad científica”, sometiendo a crítica las más influyentes teorías de la epistemología contemporánea, desde el neopositivismo de Rudolf Carnap hasta el racionalismo crítico de Popper, pasando por la metodología de los programas de investigación científica de Imre Lakatos. Para Feyerabend, la ciencia es una actividad esencialmente anárquica: escapa a cualquier teoría del conocimiento que pretenda recoger en un único modelo de racionalidad el rico material de su propia historia, dado que las revoluciones científicas (por ejemplo, el paso del sistema tolemaico al sistema copernicano) acontecen cuando los grandes científicos (como Galileo) sostienen teorías y puntos de vista incompatibles con aquellos principios considerados evidentes, violando así los criterios de racionalidad aceptados por la mayor parte de los estudiosos.

De lo expuesto se sostiene que el método cuantitativo tiene un fundamento epistemológico positivo lógico, mientras que el cualitativo tiene un marco fenomenológico. El presente trabajo asigna valores numéricos y cuantitativos a los datos de las observaciones encontradas en los contenidos de humedad, cenizas, metales pesados cadmio y plomo en aceitunas y orégano de dos lugares diferentes, el cual se relaciona con factores antropogénicos y el medio ambiente que, es fuente de recursos que abastece al ser humano de las materias primas y energía que necesita para su desarrollo sobre el planeta; solo una parte de estos recursos son renovables y se requiere un tratamiento cuidadoso para evitar que un uso anárquico de aquellos conduzcan a una situación irreversible (Conesa,1997), en tal sentido, se enmarca dentro de la corriente filosófica positivista.

Nuestro planeta no es fuente ilimitada de recursos y cada vez se va degradando el medio urbano, se incrementa la desertificación lo cual no justifica la idea de que la naturaleza está al servicio del hombre.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS

#### 5.1. Contenido de humedad y cenizas en orégano y aceitunas cosechados en Pampa Sitana y La Yarada

##### 5.1.1. Humedad en las muestras de orégano

**Tabla 9**

*Análisis de varianza de la humedad del orégano cosechado en Pampa Sitana y La Yarada*

FV	SC	gl	CM	F	P-valor
Lugar	6,716	1,00	6,716	39,739	0,0032
Error	0,676	4,00	0,169		
Total	7,392	5,00			

CV=0,558 %

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### **Interpretación**

En la Tabla 9, se muestra el análisis de varianza de la humedad del orégano cosechado en Pampa Sitana y La Yarada el cual reporta una elevada diferencia significativa entre ellas ( $P=0,01$ ) y con un coeficiente de variabilidad de 0,558 %.

**Tabla 10**

*Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Humedad del orégano fresco cosechados en Pampa Sitana y La Yarada*

N°	Lugar	Promedio (%)	Significancia
1	Pampa Sitana	74,786	a
2	La Yarada	72,670	b

Fuente: Elaboración propia (2019).

### **Interpretación**

La prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Humedad del orégano cosechados en Pampa Sitana y La Yarada (Tabla 10) indica que el orégano fresco cosechado en Pampa Sitana tuvo una humedad de 74,786 % y en La Yarada 72,670 % de humedad.

### 5.1.2. Humedad de las muestras de aceitunas

**Tabla 11**

*Análisis de varianza de la humedad de la aceituna cosechado en Pampa Sitana y La Yarada*

FV	SC	gl	CM	F	P-valor
Lugar	291,932	1	291,932	251,857	0,0001
Error	4,636	4	1,159		
Total	296,598	5			

CV=1,864 %

Fuente: Elaboración propia (2019).

### Interpretación

En la Tabla 11 se muestra el análisis de varianza de la humedad de las aceitunas cosechadas en Pampa Sitana y La Yarada el cual reporta una elevada diferencia significativa entre ellas ( $P=0,01$ ) y con un coeficiente de variabilidad de 1,864 %.

**Tabla 12**

*Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Humedad de la aceituna cosechados en Pampa Sitana y La Yarada.*

N°	Lugar	Promedio (%)	Significancia
1	La Yarada	64,743	a
2	Pampa Sitana	50,793	b

Fuente: Elaboración propia (2019).

### **Interpretación**

La prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Humedad de la aceitunas cosechados en Pampa Sitana y La Yarada (Tabla 12) indica que la aceituna cosechadas en La Yarada tuvo 64,743 % de humedad y en Pampa Sitana 50,793 % de humedad.

### 5.1.3. Cenizas en las muestras de orégano

**Tabla 13**

*Análisis de varianza de las cenizas en el orégano cosechado en Pampa Sitana y La Yarada*

FV	SC	gl	CM	F	P-valor
Lugar	0,085	1	0,085	10,749	0,0305
Error	0,032	4	0,008		
Total	0,117	5			

CV=3,398 %

Fuente: Elaboración propia (2019).

### Interpretación

En la Tabla 13 se muestra el análisis de varianza de las cenizas en el orégano cosechado en Pampa Sitana y La Yarada el cual reporta una diferencia significativa entre ellas ( $P=0,05$ ) y con un coeficiente de variabilidad de 3,398 %.

**Tabla 14**

*Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Cenizas en el orégano cosechado en Pampa Sitana y La Yarada*

N°	Lugar	Promedio (%)	Significancia
1	La Yarada	2,744	a
2	Pampa Sitana	2,506	b

Fuente: Elaboración propia (2019).

### **Interpretación**

La prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Cenizas en orégano cosechado en Pampa Sitana y La Yarada (Tabla 14) indica que el orégano cosechado en La Yarada tuvo 2,744 % de cenizas y en Pampa Sitana 2,506 % de cenizas.

#### 5.1.4. Cenizas en las muestras de aceitunas

**Tabla 15**

*Análisis de varianza de la ceniza en la aceituna cosechado en Pampa Sitana y La Yarada*

FV	SC	gl	CM	F	P-valor
Lugar	1,051	1	1,051	64,720	0,0013
Error	0,065	4	0,16		
Total	1,116	5			

CV=6,256 %

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### **Interpretación**

En la Tabla 15 se muestra el análisis de varianza de cenizas en la aceituna cosechada en Pampa Sitana y La Yarada el cual reporta una elevada diferencia significativa entre ellas ( $P=0,01$ ) y con un coeficiente de variabilidad de 6,256 %.

**Tabla 16**

*Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Cenizas de aceitunas cosechadas en Pampa Sitana y La Yarada*

N°	Lugar	Promedio (%)	Significancia
1	Pampa Sitana	2,455	a
2	La Yarada	1,618	b

Fuente: Elaboración propia (2019).

### **Interpretación**

La prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Cenizas de aceitunas cosechadas en Pampa Sitana y La Yarada (Tabla 16) indica que la aceituna cosechada en Pampa Sitana tuvo un contenido de cenizas de 2,455 % y en La Yarada 1,618 %. (Anexo 7).

## 5.2. Concentración de cadmio en orégano y aceituna cosechados en Pampa Sitana y La Yarada.

**Tabla 17**

*Análisis de varianza del lugar, producto y lugar x producto de la concentración de cadmio.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,0001	3	2,0E-05	60,0000	<0,0001
Producto	5,3E-06	1	5,3E-06	16,0000	0,0039
Lugar	2,1E-05	1	2,1E-05	64,0000	<0,0001
Producto*lugar	3,3E-05	1	3,3E-05	100,0000	<0,0001
Error	2,7E-06	8	3,3E-07		
Total	0,0001	11			

CV=4,225 %

Fuente: Elaboración propia (2019).

### Interpretación

El análisis de varianza del lugar, producto y lugar x producto de la concentración de cadmio (Tabla 17) reporta que el producto, lugar y la interacción producto x lugar tuvo una elevada diferencia significativa ( $P=0,01$ ) sobre el contenido de cadmio y con un coeficiente de variabilidad de 4,225 %.

**Tabla 18**

*Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05) de la concentración de cadmio (mg/kg) en el producto: Orégano y aceituna.*

Producto	Medias	Significancia
Orégano	0,0143	a
Aceitunas	0,0130	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

Fuente: Elaboración propia (2019).

### **Interpretación**

La prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05) de la concentración de cadmio (mg/kg) en el producto: Orégano y aceituna (Tabla 18) indica que el orégano obtuvo 0,0143 mg de cadmio/kg de muestra en promedio y la aceituna 0,0130 mg de cadmio/kg de muestra.

**Tabla 19**

*Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05) de la concentración de cadmio (mg/kg) en el lugar: Pampa Sitana y La Yarada.*

Lugar	Medias	Significancia
La Yarada	0,0150	a
Pampa Sitana	0,0123	b

Fuente: Elaboración propia (2019).

### **Interpretación**

La prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05) de la concentración de cadmio (mg/kg) en el lugar de procedencia: Pampa Sitana y La Yarada (Tabla 19) indica que en la Yarada se encontró una concentración de 0,0150 mg de cadmio/kg de muestra y en Pampa Sitana 0,0123 mg de cadmio/kg de muestra respectivamente.

**Tabla 20**

*Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05) de la concentración de cadmio (mg/kg) en el producto y lugar: Orégano, aceituna, Pampa Sitana y La Yarada.*

Producto	Lugar	Medias	Significancia
Orégano	La Yarada	0,0173	a
Aceituna	Pampa Sitana	0,0133	b
Aceituna	La Yarada	0,0127	b c
Orégano	Pampa Sitana	0,0113	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

Fuente: Elaboración propia (2019).

### **Interpretación**

La prueba de rango múltiple de Tukey ( $P=0,05$ ) de la concentración de cadmio (mg/kg) en el producto y lugar: Orégano, aceituna, Pampa Sitana y La Yarada (Tabla 20) indica que en el orégano de La Yarada se encontró una concentración promedio de 0,0173 mg de cadmio/kg de muestra, en la aceituna de Pampa Sitana 0,0133 mg de cadmio/kg de muestra, en la aceituna de La Yarada 0,0127 mg de cadmio/kg muestra y en el orégano de Pampa Sitana 0,0113 mg de cadmio/kg de muestra.

### 5.3. Concentración de plomo en orégano y aceituna cosechada en Pampa Sitana y La Yarada

**Tabla 21**

*Análisis de varianza del lugar, producto y lugar x producto de la concentración de plomo.*

*Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,7E-06	3	8,9E-07	5,3333	0,0260
Lugar	1,3E-06	1	1,3E-06	8,0000	0,0222
Producto	0,0000	1	0,0000	0,0000	>0,9999
Lugar*Producto	1,3E-06	1	1,3E-06	8,0000	0,0222
Error	1,3-06	8	1,7E-07		
Total	4,0E-06	11			

CV=10,206 %

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### **Interpretación**

El Análisis de varianza del lugar, producto y lugar x producto de la concentración de plomo (Tabla 21) reporta que el lugar y la interacción lugar x producto tuvo diferencia significativa ( $P=0,05$ ) sobre el contenido de plomo y con un coeficiente de variabilidad de 10,206 %.

## Tabla 22

*Prueba de rango múltiple de Tukey ( $P=0,05$ ) de la concentración de plomo (mg/kg) en el lugar: Pampa Sitana y La Yarada.*

LUGAR	Medias	Significancia
La Yarada	0,0043	a
Pampa Sitana	0,0037	b

Fuente: Elaboración propia (2019).

### Interpretación

La prueba de rango múltiple de Tukey ( $P=0,05$ ) de la concentración de plomo (mg/kg) en el lugar de procedencia: Pampa Sitana y La Yarada (Tabla 22) indica que en La Yarada se encontró una concentración promedio de 0,0043 mg de plomo/kg de muestra y en Pampa Sitana 0,0037 mg de plomo/kg de muestra respectivamente.

**Tabla 23**

*Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05) de la concentración de plomo (mg/kg) en el producto: Orégano y aceituna.*

Producto	Medias	Significancia
Aceituna	0,0040	a
Orégano	0,0040	a

Media con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

Fuente: Elaboración propia (2019).

### **Interpretación**

La prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05) de la concentración de plomo (mg/kg) en el producto: Orégano y aceituna (Tabla 23) indica que la aceituna y orégano obtuvieron la misma concentración con 0,0040 mg de plomo/kg de muestra.

**Tabla 24**

*Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05) de la concentración de plomo (mg/kg) en el lugar y producto: Orégano, aceituna, Pampa Sitana y La Yarada.*

Lugar	Producto	Medias	Significancia	
La Yarada	Orégano	0,0047	a	
Pampa Sitana	Aceituna	0,0040	a	b
La Yarada	Aceituna	0,0040	a	b
Pampa Sitana	Orégano	0,0033	b	

Media con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

Fuente: Elaboración propia (2019).

### **Interpretación**

La prueba de rango múltiple de Tukey ( $P=0,05$ ) de la concentración de plomo (mg/kg) en el lugar y producto: Orégano, aceituna, Pampa Sitana y La Yarada (Tabla 24) indica que en el orégano de la Yarada se encontró una concentración promedio de 0,0047 mg de plomo/kg de muestra, en Pampa Sitana y La Yarada la aceituna tuvieron la misma concentración el cual fue de 0,0040 mg de plomo/kg de muestra y en Pampa Sitana el orégano obtuvo un promedio de concentración de 0,0033 mg de plomo/kg de muestra (Anexo 8)

## **CAPÍTULO VI**

### **DISCUSIÓN**

Contenido de humedad y cenizas en orégano y aceitunas cosechados en Pampa Sitana y La Yarada.

La prueba de rango múltiple de Tukey ( $P=0,05$ ): Humedad del orégano cosechados en Pampa Sitana y La Yarada (tabla 10) reporta que el orégano fresco cosechado en Pampa Sitana tuvo una humedad de 74,786 % y se diferenció con respecto a la muestra de orégano de La Yarada el cual tuvo 72,670 % de humedad. Los resultados encontrados de humedad en el orégano son inferiores a lo determinado por Collazos (1996) quien reportó 85,10 % de humedad; estas diferencias probablemente se deban por la cercanía del riego que se realizó antes de la cosecha del orégano o a la variedad.

La prueba de rango múltiple de Tukey ( $P=0,05$ ): Humedad de la aceituna cosechados en Pampa Sitana y La Yarada (tabla 12) indica que la aceituna cosechado en La Yarada tuvo la mayor humedad con 64,743 % y se diferenció con respecto a la aceituna de Pampa Sitana que tuvo 50,793 % de humedad. Sin embargo, los valores se asemejan a lo encontrado por Collazos (1996) quien reportó para la aceituna fresca 57,5 % de humedad.

La prueba de rango múltiple de Tukey ( $P=0,05$ ): Cenizas en orégano cosechado en Pampa Sitana y La Yarada (tabla 14) indica que el orégano cosechado en La Yarada tuvo un elevado contenido de cenizas con 2,744 % y se diferenció con respecto al orégano proveniente de Pampa Sitana el cual tuvo 2,506 % de cenizas. Los resultados encontrados fueron superiores a lo reportado por Collazos (1996) quien encontró 1,5 % de cenizas en el orégano.

La prueba de rango múltiple de Tukey ( $P=0,05$ ): Cenizas de aceitunas cosechados en Pampa Sitana y La Yarada (tabla 16) indica que la aceituna cosechada en Pampa Sitana tuvo un contenido de cenizas de 2,455 % y se diferenció con respecto a la aceituna proveniente de La Yarada el cual tuvo 1,618 %. El contenido de cenizas en la aceituna de Pampa Sitana se asemeja a lo encontrado por Collazos (1996) quien reportó 2,3 % de cenizas en la aceituna.

### **Concentración de cadmio en orégano y aceitunas cosechadas en Pampa Sitana y La Yarada.**

En la presente investigación se encontró que la mayor concentración de cadmio se obtuvo en el orégano de La Yarada con 0,0173 mg de cadmio/kg de muestra en promedio y se diferenció con respecto a las demás muestras, el segundo lugar con cadmio lo obtuvo la aceituna de Pampa Sitana con una concentración de 0,0133 mg de cadmio/kg de muestra y este no se diferenció con respecto a la aceituna de La Yarada el cual tuvo 0,0127 mg de cadmio/kg de muestra y finalmente la mínima cantidad lo obtuvo el orégano de Pampa Sitana con 0,0113 mg de cadmio/kg de muestra, estos resultados son inferiores a lo reportado por Szczygłowska et. al., (2014) quienes encontraron cadmio en la col de 0,1; en la espinaca 1,96 y en la coliflor 2,57 mg de cadmio/kg de muestra en cada uno de ellos; del mismo modo Gonzales (1991) encontró valores elevados de cadmio en el pescado con 2,5 mg/kg. Ahmed & Bouhadjera (2010) indicaron un contenido de 3,1 mg de cadmio/kg en el trigo; luego Gebrekidan et.al., (2013) encontraron 0,37 mg de cadmio/kg en el tomate; además Zhuang et al. (2009) reportaron entre 2,61 a 6,25 mg de cadmio/kg en el arroz; así mismo Iwegbue et. al., (2014) encontraron en aceite de palma y vino de palma cadmio de 0,02 a 0,06 mg/l y Kumar et. al., (2007) reportaron en *Beta vulgaris* en mg/kg peso seco rangos de 0,5 a 4,36 para cadmio. Estas diferencias de la concentración de cadmio en los alimentos se debieron probablemente al tipo de agua o al suelo contaminado con elevado contenido de cadmio, las plantas o animales absorben el cadmio al momento de desarrollarse.

El metal pesado cadmio encontrado en el orégano y aceituna cosechado en Pampa Sitana y La Yarada cumplen con los límites máximos permisibles establecidos Codex Alimentarius (1995) el cual es de 0,05 mg/kg, para el caso de frutos y de 0,2 mg/kg para hortalizas de hoja.

Concentración plomo en orégano y aceituna cosechados en Pampa Sitana y La Yarada

Se encontró que el orégano de La Yarada reportó el máximo contenido de plomo con 0,0047 mg/kg de muestra y no se diferenció con respecto a la aceituna de Pampa Sitana y La Yarada los cuales tuvieron el mismo resultado con 0,004 mg de plomo/kg de muestra, pero sí se diferenció con respecto al orégano proveniente de Pampa Sitana que tuvo 0,003 mg de plomo/kg de muestra; los resultados encontrados fueron inferiores a lo reportado por Szczygłowska et. al., (2014) quienes reportaron plomo en hojas de col de 10,1 mg/kg de muestra; Gonzales et. al., (1991) encontraron en pescado la concentración de plomo de 10-25 mg/kg de muestra; asimismo Khan et. al., (2015) encontraron en algas marinas de Corea 0,063 mg de plomo/kg de muestra; del mismo modo Ahmed & Bouhadjera, (2010) determinaron en la semilla de trigo 16,89 mg de plomo/kg de muestra; así mismo, Boussen et. al., (2013) determinaron que las concentraciones de metales pasados en trigo cultivados en suelos contaminados fueron elevadas en el contenido de plomo con 54 mg/kg de muestra; así pues, Gebrekidan et. al., (2013) encontraron en tomates regados con aguas contaminados 42,89 mg de plomo/kg de muestra; por otro lado Iwegbue et. al., (2014) reportaron la presencia de plomo en aceite de palma y vino de palma en los rangos de 0,01 a 0,19 mg/l; así mismo Kumar et. al., (2007) encontraron contenidos de metales pesados en *Beta vulgaris* producidos en suelos regados con agua de desperdicios mineros, en mg/kg peso seco en rangos de 1,81 a 7,57 mg de plomo/kg de muestra; por otro lado, Clemente et. al., (2007) cultivaron *Beta vulgaris* en suelos de alta contaminación de metales pesados, encontrando altas concentraciones de plomo de 5,1 a 16,8 veces el límite de la Unión Europea para productos alimenticios, revelando riesgo para la salud y luego Bech et. al.,

(2012) encontraron en suelos cercanos a una mina, en brotes de llantén *Plantago orbygnyana* contenidos de plomo entre rangos de 6 770 a 8 240 mg/kg de muestra.

El metal pesado plomo encontrado en el orégano y aceituna cosechado en Pampa Sitana y La Yarada cumplen con los límites máximos permisibles establecidos por Codex Alimentarius (1995) el cual es de 0,1 mg/kg, para el caso de frutos y de 0,3 mg/kg para hortalizas de hoja.

## CONCLUSIONES

1. El contenido de humedad del orégano cosechado en La Yarada y Pampa Sitana fue entre 72,670 a 74,786 %; en la aceituna entre 50,793 a 64,743 % y en el contenido de cenizas en el orégano estuvo entre 2,506 a 2,744 % y el contenido de cenizas en las aceitunas de 1,618 a 2,455 % en ambos análisis hubo diferencias significativas con un 95 % de confianza.
2. La comparación de la concentración de los metales pesados cadmio y plomo en orégano y aceitunas cosechados en Pampa Sitana y La Yarada de la región Tacna permitió determinar que existen diferencias significativas en el contenido de cadmio y plomo, encontrando diferencia ( $P=0,05$ ) en el lugar de procedencia.
3. El lugar de procedencia (Pampa Sitana y La Yarada) de los productos (orégano y aceituna) tuvieron una influencia significativa ( $P=0,05$ ) sobre el contenido de cadmio y la mayor concentración se encontró en el orégano proveniente de La Yarada, que fue de 0,0173 mg/kg.
4. El contenido de plomo en el orégano cosechado en La Yarada y la aceituna cosechado en Pampa Sitana son de similar concentración, con 0,0047 mg de plomo/kg de muestra.

## RECOMENDACIONES

1. Se sugiere a las autoridades del Ministerio de Agricultura y Riego y autoridades Municipales de La Yarada y del CPM Pampa Sitana:  
Socializar los resultados de las investigaciones científicas sobre los resultados de la concentración de metales pesados en el orégano y la aceituna del lugar, a fin de emprender acciones para garantizar que la producción sigan manteniendo los niveles de concentración de metales pesados por debajo de los estándares internacionales considerados de riesgo para la salud humana.
2. Teniendo en cuenta que los contenidos de cadmio y plomo en aceitunas y orégano, procedentes de La Yarada y Pampa Sitana, se encuentran dentro de los niveles máximo permisibles, incentivar la producción y monitorear mediante la OEFA permanentemente los contenidos de metales pesados en dichos productos
3. Se recomienda a los estudiantes de pre y post grado de las Universidades de la Región Tacna, evaluar los efectos de la aplicación de los insecticidas, uso del agua de relaves mineros, suelos contaminados y su relación con el contenido de metales pesados en otras frutas y hortalizas.
4. Realizar trabajos de investigación de pre y post grado para determinar otros metales pesados en productos agrícolas, pecuarios y melíferos que producen en ambos lugares.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, A. B., & Bouhadjera, K. (2010). *Assessment of metals accumulated in Durum wheat (Triticum durum Desf.), pepper (Capsicum annuum) and agricultural soils. African Journal of Agricultural Research*, 5(20), 2795–2800. Retrieved from <http://www.academicjournals.org/AJAR>
- Anderson, L. Dibble M. Mitchell H. (1979) *Nutrición Humana, principios y aplicaciones*. Barcelona España: Ediciones Bellaterra S. A.
- Akinyele, I. O., & Shokunbi, O. S. (2015). *Comparative analysis of dry ashing and wet digestion methods for the determination of trace and heavy metals in food samples. Food Chemistry*, 173(0), 682-684. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.097>
- Ali, H., Khan, E., & Sajad, M. A. (2013). *Phytoremediation of heavy metals- Concepts and applications. Chemosphere*, 91(7), 869-881. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.01.075>
- Al-Rousan, S. A., Al-Shloul, R. N., Al-Horani, F. A., & Abu-Hilal, A. H. (2007). *Heavy metal contents in growth bands of Porites corals: Record of anthropogenic and human developments from the Jordanian Gulf of Aqaba. Marine Pollution Bulletin*, 54(12), 1912-1922. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.08.014>
- Alvarenga, P., Palma, P., Gonçalves, A. P., Baião, N., Fernandes, R. M., de Varennes, A., Cunha-Queda, A. C. (2008). *Assessment of chemical, biochemical and ecotoxicological aspects in a mine soil amended with sludge of either urban or industrial origin. Chemosphere*, 72(11), 1774-1781. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.04.042>
- A.O.A.C.1981. *Official Methods Analisis*. Washington. 13va. Edición.

- Arduini, F., & Palleschi, G. (2013). *Screening and confirmatory methods for the detection of heavy metals in foods*. In M. Rose & A. Fernandes (Eds.), *Persistent Organic Pollutants and Toxic Metals in Foods* (pp. 81-109): Woodhead Publishing.
- Bajpai, R., & Upreti, D. K. (2012). *Accumulation and toxic effect of arsenic and other heavy metals in a contaminated area of West Bengal, India, in the lichen *Pyxine coccinea* (Sw.) Nyl.* *Ecotoxicology and Environmental Toxicology*, 5(1), 1-10. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0375-6742\(03\)00208-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0375-6742(03)00208-5).
- Baroni, F., Boscagli, A., Di Lella, L. A., Protano, G., & Riccobono, F. (2004). *Arsenic in soil and vegetation of contaminated areas in southern Tuscany (Italy)*. *Journal of Geochemical Exploration*, 81(1-3), 1-14. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0375-6742\(03\)00208-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0375-6742(03)00208-5).
- Barranco, D., Fernandez\_Escobar R., Rallo, L. 1999. *El cultivo del olivo*. Madrid. España: Editorial Mundi Prensa. Libros S. A.
- Bech, J., Duran, P., Roca, N., Poma, W., Sánchez, I., Barceló, J., Poschenrieder, C. (2012). *Shoot accumulation of several trace elements in native plant species from contaminated soils in the Peruvian Andes*. *Journal of Geochemical Exploration*, 113(0), 106-111. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gexplo.2011.04.007>
- Belitz, D. y Grosch, W. (1997) . *Química de los Alimentos*. España: Editorial Acribia. Zaragoza.
- Boussen, S., Soubrand, M., Bril, H., Ouerfelli, K., & Abdeljaouad, S. (2013). *Transfer of lead, zinc and cadmium from mine tailings to wheat (Triticum aestivum) in carbonated Mediterranean (Northern tunisia) soils*. *Geoderma*, 192(0), 227-236. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.08.029>
- Bundschuh, J., Nath, B., Bhattacharya, P., Liu, C.-W., Armienta, M. A., Moreno López, M. V., Filho, A. T. (2012). *Arsenic in the human food chain: the Latin American perspective*. *Science of The Total Environment*, 429(0), 92-106. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.09.069>

- Carrington, C. D., & Bolger, P. M. (2014). *Toxic Metals: Lead*. In Y. Motarjemi (Ed.), *Encyclopedia of Food Safety* (pp. 349-351). Waltham: Academic Press.
- Casilla, E. 2004 *Cultivo del olivo en el Perú*. UNJBG. Tacna Perú.
- Centeno, J. A., Mullick, F. G., Martinez, L., Page, N. P., Gibb, H., Longfellow, D., Ladich, E. R. (2002). Pathology related to chronic arsenic exposure. *Environmental Health Perspectives*, 110(SUPPL. 5), 883-886.
- Clemente, R., Walker, D. J., & Bernal, M. P. (2005). Uptake of heavy metals and As by *Brassica juncea* grown in a contaminated soil in Aznalcóllar (Spain): The effect of soil amendments. *Environmental Pollution*, 138(1), 46-58. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2005.02.019>
- Clemente, R., Paredes, C., & Bernal, M. P. (2007). A field experiment investigating the effects of olive husk and cow manure on heavy metal availability in a contaminated calcareous soil from Murcia (Spain). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 118(1-4), 319-326. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2006.06.002>.
- FAO (1995). Codex Alimentarius[En línea] Recuperado de [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B193-1995%252FCXS\\_193s.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B193-1995%252FCXS_193s.pdf)
- Chirinos, O. M. B., Eduardo; Abarca, Jorge; Coaquira, Jhonny; García Calderón, Luis; León, Dany. (2009). *Exportación de orégano de Tacna al mercado de Brasil*. 210.
- Cheng, S.-F., Huang, C.-Y., Lin, Y.-C., Lin, S.-C., & Chen, K.-L. (2015). Phytoremediation of lead using corn in contaminated agricultural land—An in situ study and benefit assessment. *Ecotoxicology and Environ*

- Choi, H., Park, S. K., Kim, D. S., & Kim, M. (2011). Determination of 6 arsenic species present in seaweed by solvent extraction, clean-up, and LC-ICP/MS. *Food Science and Biotechnology*, 20(1), 39-44.
- Chung, B. (2008). Control de los contaminantes químicos en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 25, 413-418.
- Conesa, H. M., (1997). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid España: Ediciones Mundiprensa.
- Conesa, H. M., Faz, Á., & Arnaldos, R. (2006). Heavy metal accumulation and tolerance in plants from mine tailings of the semiarid Cartagena–La Unión mining district (SE Spain). *Science of The Total Environment*, 366(1), 1-11. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.12.008>.
- Collazos, Carlos (1996) *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Ministerio de Salud,. Instituto Nacional de Salud. Lima Perú.
- Córdova Darío, (2000). *Toxicología*. Bogotá Colombia: Editorial El Manual Moderno.
- Das P. Samantaray y Rout, (1997). Studies of cadmium toxicity in plants: a review Environmental Pollutions. *Elsevier Science Ltd.*, 98, 29-36.
- Decreto Supremo N° 023 - 2009 - MINAN 2009, Lima Perú.
- Decreto Supremo N° 002 - 2013 - MINAN 2013, Lima Perú.
- Decreto Supremo N° 010 - 2010 - MINAN 2013, Lima Perú.
- Diccionario de la Lengua Española. (2012). *Orégano*. 25-12-2014, Sitio web: <http://lema.rae.es/drae/srv/search?key=or%C3%A9gano>
- Dirección de Agronegocios. (2012). *Aceituna*. 25-12-14, de Ministerio de Agricultura Sitio web:

<http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/paprika/paprika.pdf>

División de Toxicología y Ciencias de la Salud. (2012). Cadmio. 25-12-2014, de Agency for Toxic Substances and Disease Registry Sitio web: [http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts5.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts5.html)

Fowler, B. A., Alexander, J., & Oskarsson, A. (2014). Chapter 6 - Toxic Metals in Food. In G. F. N. A. F. Nordberg (Ed.), *Handbook on the Toxicology of Metals (Fourth Edition)* (pp. 123-140). San Diego: Academic Press.

Gebrekidan, A., Weldegebriel, Y., Hadera, A., & Van der Bruggen, B. (2013). Toxicological assessment of heavy metals accumulated in vegetables and fruits grown in Ginfel river near Sheba Tannery, Tigray, Northern Ethiopia. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 95(0), 171-178. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.05.035>

González, H., Ramírez, M., & Ablanado, N. (1991). Heavy metals in fish (*Micropogonias furnieri*) from Cienfuegos Bay, Cuba. *Marine Pollution Bulletin*, 22(9), 469-471. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0025-326X\(91\)90219-I](http://dx.doi.org/10.1016/0025-326X(91)90219-I)

GRT – GRRN y GMA - PIP MIA, (2014). Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Proyecto de monitoreo de información ambiental. Tacna Perú.

Guerrero, Á. (2000). *Nueva Olivicultura*, Barcelona. España: Editorial Mundi Prensa.

Hamida, Y., Tanga, L., Irfan, M., Cao, X., Hussain, B., Zhen-li Hed, , Xiaoe Yang (2019). An explanation of soil amendments to reduce cadmium phytoavailability and transfer to food chain [En línea] Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969718353154?via%3Dihub>

- Hervé-Fernández, P., Houlbrèque, F., Boisson, F., Mulsow, S., Teyssié, J.-L., Oberhaënsli, F., Jeffree, R. (2010). Cadmium bioaccumulation and retention kinetics in the Chilean blue mussel *Mytilus chilensis*: Seawater and food exposure pathways. *Aquatic Toxicology*, 99 (4), 448-456. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquatox.2010.06.004>
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2003). *Metodología de la Investigación .México: Mc Graw-Hill.*
- Ibárcena, W. (2013). Contaminación por metales ecotóxicos en sedimentos marinos en la bahía de Ite, provincia de Jorge Basadre Grohmann de Tacna: Incidencia en la fauna marina bentónica. Tesis de Doctorado. Arequipa, Perú.
- Iwegbue, C. M. A., Ojelum, A. L., & Basse, F. I. (2014). A survey of metal profiles in some traditional alcoholic beverages in Nigeria. *Food Science & Nutrition*, 2(6), 724-733. doi: 10.1002/fsn3.163
- Khan, N., Ryu, K. Y., Choi, J. Y., Nho, E. Y., Habte, G., Choi, H., . . . Kim, K. S. (2015). Determination of toxic heavy metals and speciation of arsenic in seaweeds from South Korea. *Food Chemistry*, 169(0), 464-470. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.020>
- Kumar Sharma, R., Agrawal, M., & Marshall, F. (2007). Heavy metal contamination of soil and vegetables in suburban areas of Varanasi, India. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 66(2), 258-266. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2005.11.007>
- López Ll., (2013). Estrategia de control para Mezcla de Colorantes usando un Espectrofotómetro. Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Morettini A. (1972). *Olivicultura*. Roma: Editorial Degli Agricoltori.
- Ministerio de Energía y Minas. (2014). *Guía Ambiental para el Manejo de Relaves Mineros*. 25-12-2014, Sitio web:

<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/relaveminero.pdf>

Moreno M. (2003). Toxicología Ambiental. Evaluación de riesgo para la salud humana. España: Editorial Mc Graw Hill.

Mousavi, Z. ,Ziarati, P. , Dehaghi, M. y Qomi, M. (2014). Heavy Metals (Lead and Cadmium) in some Medicinal Herbal Products in Iranian Market. Iranian Journal of Toxicology. 8.

Onakpa, M., Njan, A. , y Kalu, O. (2018). A Review of Heavy Metal Contamination of Food Crops in Nigeria. Annals of global health, 84(3), 488–494. doi:10.29024/aogh.2314

Organización Mundial de la Salud. (2014). Intoxicación por plomo y salud. 25-12-2014, Sitio web: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs379/es/>

Pénicaud, B., Bonnefoy, C., Moesch, C., & Lachâtre, G. (2006). Spectrométrie de Masse à Plasma couplé par induction (ICP-MS) Potentialités en analyse et en biologie. Annales Pharmaceutiques Françaises, 64(5), 312-327. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4509\(06\)75324-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4509(06)75324-X)

Rashed, M. N. (2010). Determination of heavy metals in food products comprises dry mineralization of sample, dissolving residue in acid, centrifuging, and polarography : Taskina N.V. SU-1693545; 23 November 1991. Food Control. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095671359390192Q>

Reboredo,P.(2015).Caracterización aromática y fenólica de aceitunas y aceites de oliva producidos en Galicia (Tesis doctoral) Universidad de Vigo en España [En línea] Recuperado de [www.investigacion.biblioteca.uvigo.es](http://www.investigacion.biblioteca.uvigo.es)

Shibamoto T., Bjeldanes L. (2006) Introducción a la Toxicología de los Alimentos. España: Editorial Acribia.

- Silva V, R. (2009). Centro de Investigación para los Recursos Naturales. Lima. Perú.
- Szczygłowska, M., Bodnar, M., Namieśnik, J., & Konieczka, P. (2013). The Use of Vegetables in the Biomonitoring of Cadmium and Lead Pollution in the Environment. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 44 (1), 2-15. doi: 10.1080/10408347.2013.822788
- Szymczak J1, I. R., Regulska-Ilow B. (1993). Level of cadmium and lead in vegetables, fruit, cereal and soil from areas differing in the degree of industrial pollution and from greenhouses. *Rocz Panstw Zakl Hig*, 44(4), 331-346. doi: PMID: 7973402 [PubMed - indexed for MEDLINE]
- Tam,J., Vera, G., Oliveros,R.(2008).Tipos , métodos y estrategias de investigación . *Pensamiento y Acción*.5:145-154
- Valle P. (2000) Toxicología de los Alimentos. Instituto Nacional de Salud Pública. México.
- WHO.WHO(1999).Monographs on Selected Medicinal Plants: Bulbus Allii Cepae: World Health Organization, NY.
- Ziarati, P. y Mir , F. (2017). Lead And Cadmium Contamination In Flavored Olive Oil.
- Zhuang, P., McBride, M. B., Xia, H., Li, N., & Li, Z. (2009). Health risk from heavy metals via consumption of food crops in the vicinity of Dabaoshan mine, South China. *Science of The Total Environment*, 407(5), 1551-1561. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.10.061>.

# **ANEXOS**

## Anexo 1

### Fotos de cosecha de aceituna y orégano en La Yarada.



Cosecha de aceituna en La Yarada.



Foto de cosecha de orégano en la La Yarada.

Anexo 2. Fotos de cosecha de aceituna y orégano en Pampa Sitana.



Cosecha de aceituna en Pampa Sitana



Foto de cosecha de orégano en Pampa Sitana.

Anexo 3. Foto de análisis de muestras en laboratorio de aceituna y orégano de Pampa Sitana y La Yarada

Preparación de muestras de orégano



Preparación de muestras de aceituna



Anexo 4. Fotos de análisis de cenizas, humedad de orégano y aceituna de Pampa Sitana y La Yarada.

Mufla para determinación de cenizas en orégano y aceituna



Estufa para determinación de humedad en orégano y aceituna



Balanza analítica utilizada para determinación de humedad y cenizas en orégano y aceituna



Anexo 5. Resultado de análisis de determinación de cadmio y plomo de orégano y aceituna procedentes de La Yarada y Pampa Sitana.



**UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS**  
**LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD**

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166  
 ✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Apldo. 1350  
 AREQUIPA - PERÚ



**INFORME DE ENSAYO N° ANA24E19.004001C**

**INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE**

**Nombre del cliente** : Luis Marín Aliaga  
**Dirección del cliente** : Cal. Miraflores S/N Cercado  
**RUC** : No corresponde  
**Identificación del contacto** : Luis Marín Aliaga

**INFORMACIÓN DEL ENSAYO**

**Condición del muestreo** : Por el cliente  
**Descripción de la muestra** : LY aceituna AC  
**Tamaño de muestra** : 1500 g  
**Fecha de recepción** : 24/05/2019  
**Fecha de ejecución de ensayo** : 24/05/2019 al 31/05/2019  
**Fecha de emisión de informe** : 11/06/2019  
**Página** : 1 de 1

**I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:**

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACION DE PLOMO repetición 1 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,004
DETERMINACION DE PLOMO repetición 2 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,004
DETERMINACION DE PLOMO repetición 3 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,004
DETERMINACION DE CADMIO repetición 1 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,012
DETERMINACION DE CADMIO repetición 2 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,013
DETERMINACION DE CADMIO repetición 3 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,013

**OBSERVACIONES:**

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad

  
 Q.F. Ricardo A. Abril Ramírez  
 CQFDA 00824  
 ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC





**UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS**



**LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD**

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166  
 ✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Aptdo. 1350  
 AREQUIPA - PERÚ



**INFORME DE ENSAYO N° ANA24E19.004001**

**INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE**

**Nombre del cliente** : Luis Marín Aliaga  
**Dirección del cliente** : Cal. Miraflores S/N Cercado  
**RUC** : No corresponde  
**Identificación del contacto** : Luis Marín Aliaga

**INFORMACIÓN DEL ENSAYO**

**Condición del muestreo** : Por el cliente  
**Descripción de la muestra** : PS Aceituna Ac  
**Tamaño de muestra** : 1500 g  
**Fecha de recepción** : 24/05/2019  
**Fecha de ejecución de ensayo** : 24/05/2019 al 31/05/2019  
**Fecha de emisión de informe** : 11/06/2019  
**Página** : 1 de 1

**I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:**

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACION DE PLOMO repetición 1 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,004
DETERMINACION DE PLOMO repetición 2 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,004
DETERMINACION DE PLOMO repetición 3 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,004
DETERMINACION DE CADMIO repetición 1 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,013
DETERMINACION DE CADMIO repetición 2 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,014
DETERMINACION DE CADMIO repetición 3 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,013

**OBSERVACIONES:**

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad

-----  
**Q.F. Ricardo A. Abril Ramírez**  
 CQFDA 00624  
 ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC





**UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS**  
**LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD**

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166  
 ✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Apto. 1350  
 AREQUIPA - PERÚ



**INFORME DE ENSAYO N° ANA24E19.004001D**

**INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE**

**Nombre del cliente** : Luis Marín Aliaga  
**Dirección del cliente** : Cal. Miraflores S/N Cercado  
**RUC** : No corresponde  
**Identificación del contacto** : Luis Marín Aliaga

**INFORMACIÓN DEL ENSAYO**

**Condición del muestreo** : Por el cliente  
**Descripción de la muestra** : LY orégano or  
**Tamaño de muestra** : 1500 g  
**Fecha de recepción** : 24/05/2019  
**Fecha de ejecución de ensayo** : 24/05/2019 al 31/05/2019  
**Fecha de emisión de informe** : 11/06/2019  
**Página** : 1 de 1

**I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:**

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACION DE PLOMO repetición 1 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,005
DETERMINACION DE PLOMO repetición 2 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,004
DETERMINACION DE PLOMO repetición 3 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,005
DETERMINACION DE CADMIO repetición 1 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,017
DETERMINACION DE CADMIO repetición 2 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,018
DETERMINACION DE CADMIO repetición 3 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,017

**OBSERVACIONES:**

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad

.....  
 Q.F. Ricardo A. Abril Ramírez  
 CQFDA 00824  
 ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC





**UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS**  
**LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD**



Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166  
 ✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Apto. 1350  
 AREQUIPA - PERU



**INFORME DE ENSAYO N° ANA24E19.004001B**

**INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE**

**Nombre del cliente** : Luis Marín Aliaga  
**Dirección del cliente** : Cal. Miraflores S/N Cercado  
**RUC** : No corresponde  
**Identificación del contacto** : Luis Marín Aliaga

**INFORMACIÓN DEL ENSAYO**

**Condición del muestreo** : Por el cliente  
**Descripción de la muestra** : PS Oregano Or  
**Tamaño de muestra** : 1500 g  
**Fecha de recepción** : 24/05/2019  
**Fecha de ejecución de ensayo** : 24/05/2019 al 31/05/2019  
**Fecha de emisión de informe** : 11/06/2019  
**Página** : 1 de 1

**I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:**

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACION DE PLOMO repetición 1 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,003
DETERMINACION DE PLOMO repetición 2 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,003
DETERMINACION DE PLOMO repetición 3 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,004
DETERMINACION DE CADMIO repetición 1 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,012
DETERMINACION DE CADMIO repetición 2 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,011
DETERMINACION DE CADMIO repetición 3 Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	mg/kg	0,011

**OBSERVACIONES:**

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad

Q.F. Ricardo A. Abril Ramirez  
 CQFDA 00624  
 ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC



## Anexo 6

### Contenido de humedad y cenizas de orégano y aceituna en Pampa Sitana y La Yarada

Lugar	Análisis	Orégano (%)	Aceituna (%)
Pampa Sitana	Humedad	74,3895	52,2185
		74,5924	49,2092
		75,3756	50,9502
	Ceniza	2,5628	2,5892
		2,5251	2,4750
		2,4287	2,3022
La Yarada	Humedad	72,9671	64,8720
		72,4970	64,8312
		72,5456	64,5266
	Ceniza	2,8634	1,6451
		2,6628	1,4998
		2,7066	1,7102

Fuente: Elaboración Propia (2019).

## Anexo 7

### Contenido de cadmio y plomo en orégano y aceituna en Pampa Sitana y La Yarada

Lugar	Análisis	Orégano (mg/kg)	Aceituna (mg/kg)
Pampa Sitana	Cadmio	0,012	0,013
		0,011	0,014
		0,011	0,013
	Plomo	0,003	0,004
		0,003	0,004
		0,004	0,004
La Yarada	Cadmio	0,017	0,012
		0,018	0,013
		0,017	0,013
	Plomo	0,005	0,004
		0,004	0,004
		0,005	0,004

Fuente: Elaboración Propia (2019).