



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**DIRECCIÓN DE CARRERA: AGROINDUSTRIAS**

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN EL PIMIENTO  
VERDE (*Capsicum annuum L.*) PARA LA ELABORACIÓN DE  
UNA CONSERVA EN LA CIUDAD DE CALCETA**

**AUTORES:**

**ERICK EDUARDO SANTANA ZAMBRANO  
LUIS JACINTO ZAMBRANO ÁLAVA**

**TUTORA:**

**ING. LUISA ANA ZAMBRANO MENDOZA, Mg.**

**CALCETA, MARZO 2022**

## DERECHOS DE AUTORÍA

**ERICK EDUARDO SANTANA ZAMBRANO** y **LUIS JACINTO ZAMBRANO ÁLAVA**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.



ERICK E. SANTANA ZAMBRANO



LUIS J. ZAMBRANO ÁLAVA

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

**ING. LUISA ANA ZAMBRANO MENDOZA Mg**, certifica haber tutelado el proyecto **DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN EL PIMIENTO VERDE (Capsicum annum L.) PARA LA ELABORACIÓN DE UNA CONSERVA EN LA CIUDAD DE CALCETA**, que ha sido desarrollado por **SANTANA ZAMBRANO ERICK EDUARDO** y **ZAMBRANO ÁLAVA LUIS JACINTO**, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....  
**ING. LUISA A. ZAMBRANO MENDOZA, Mg.**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN EL PIMIENTO VERDE (Capsicum annum L.) PARA LA ELABORACIÓN DE UNA CONSERVA EN LA CIUDAD DE CALCETA**, que ha sido propuesto, desarrollado por **SANTANA ZAMBRANO ERICK EDUARDO** y **ZAMBRANO ÁLAVA LUIS JACINTO**, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....  
ING. FRANCISCO DEMERA LUCAS Mg.

**MIEMBRO**

.....  
ING. RICARDO MONTESDEOCA PÁRRAGA PhD

**MIEMBRO**

.....  
BLG. JHONNY M. NAVARRETE ÁLAVA Mg.

**PRESIDENTE**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

Agradezco a Dios por la vitalidad que me dio para culminar una etapa más de mi vida, sin él nada es posible.

A la Carrera de Agroindustria por haberme brindado el conocimiento para mi vida profesional.

A los docentes de la prestigiosa institución que con su mayor responsabilidad impartieron la formación académica.

A la Ing. Luisa Ana Zambrano Mendoza, Mg; por contribuir en la orientación y desarrollo de nuestra tesis.

A mi compañero de tesis, por la constancia y dedicación en el desarrollo del proyecto.

A mi madre y hermanos por ese apoyo incondicional que, gracias al sacrificio, hicieron que me formara profesionalmente, de igual forma agradecer a mis amigos y resto de familiares el cual fueron parte fundamental en mí.

---

**ERICK E. SANTANA ZAMBRANO**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, que me acogió brindándome la educación y el conocimiento para mi vida profesional, así la oportunidad de crecer como ser humano día a día.

Agradezco a Dios por la fortaleza, la salud y por brindarme la oportunidad de culminar la etapa universitaria, gracias a él, todo esto es posible.

A la Carrera de Agroindustria y los docentes que la conforman.

A nuestra tutora Ing. Luisa Ana Zambrano Mendoza, Mg; por contribuir en la orientación y desarrollo de nuestro trabajo de tesis.

A mi madre que es mi pilar, a mi hermana y a mi novia por ese apoyo incondicional, que gracias a los consejos y al sacrificio que hicieron para que culminará esta etapa de mi vida, del mismo modo agradezco a mis amigos y resto de familiares los cuales, fueron parte importante en el transcurso de mi vida.

---

**LUIS J. ZAMBRANO ÁLAVA**

## **DEDICATORIA**

A Dios Padre Celestial por guiarme en el transcurso académico y agradecerle infinitamente por la culminación del ciclo universitario.

A mi madre en especial, por esa preocupación y atención que me dio día a día.

En honor a mi padre que no está físicamente, pero espiritualmente está iluminando mi camino para cumplir mis objetivos.

A mis hermanos, sobrinos, familiares y amigos quienes con su amor, alegría y comprensión estuvieron presente en el día a día de mi vida alentándome con palabras emotivas, mil gracias a todos.

---

**ERICK E. SANTANA ZAMBRANO**

## DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada especialmente a mi madre Ada Álava que gracias a su esmero, valentía y dedicación me permitieron seguir adelante, también a mi padre Eloy Zambrano, aunque no se encuentra conmigo, desde el cielo me protege.

A mi hermana, que siempre estuvo dándome ánimo, que después de tanta ansiedad estuvo ahí brindándome su apoyo para seguir adelante.

A mi novia, que sobre todo es mi amiga, compañera que me enseñó que debo seguir adelante con disciplina y esperanza.

---

**LUIS J. ZAMBRANO ÁLAVA**

## CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA .....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
CONTENIDO GENERAL.....	ix
CONTENIDO DE CUADROS.....	xii
CONTENIDO DE GRÁFICOS.....	xiii
RESUMEN .....	xv
PALABRAS CLAVES .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
KEY WORKS.....	xvi
<b>CAPITULO I. ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4. HIPÓTESIS.....	4

<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
2.1. PIMIENTO.....	5
2.1.1. TAXONOMÍA .....	6
2.2.1. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL PIMIENTO.....	6
2.2. METALES PESADOS .....	6
2.3. METALES PESADOS EN ALIMENTOS.....	7
2.4. METALES PESADOS EN HORTALIZAS .....	8
2.5. PLOMO.....	9
2.5.1. TOXICODINAMIA .....	9
2.5.2. FUENTES Y VÍAS DE EXPOSICIÓN .....	10
2.5.3. PLOMO EN PLANTAS .....	11
2.6. CADMIO .....	11
2.6.1. TOXICODINAMIA .....	12
2.6.2. FUENTES Y VÍAS DE EXPOSICIÓN .....	12
2.6.3. CADMIO EN PLANTAS .....	13
2.7. CODEX ALIMENTARIUS 193 .....	14
2.8. CONSERVA VEGETAL.....	14
2.9. INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CONSERVA.....	14
2.9.1. VINAGRE .....	14
2.9.2. SAL .....	15
2.10. NORMA INEN 405 CONSERVAS VEGETALES: REQUISITOS .....	15

<b>CAPITULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....</b>	<b>17</b>
3.1. UBICACIÓN.....	17
3.2. DURACIÓN.....	17
3.3. MÉTODOS.....	17
3.4. TÉCNICAS.....	18
3.5. VARIABLES DE ESTUDIO .....	19
3.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE .....	19
3.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE.....	19
3.6. PROCEDIMIENTO.....	19
3.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	21
3.7.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE LA CONSERVA DE PIMIENTO VERDE.....	21
3.8. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS .....	23
<b>CAPITULO IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>24</b>
4.1. APLICACIÓN DE LA ENCUESTA.....	24
4.2. Conservación de Plomo (Pb) en el pimiento verde frente a las concentraciones determinadas por el CÓDEX STAN 193-1995. ....	29
4.3. Conservación de Cadmio (Cd) en el pimiento verde frente a las concentraciones determinadas por el CÓDEX STAN 193-1995. ....	30
4.4. Concentración de Plomo en la conserva de pimiento verde frente a las concentraciones determinadas por la NTE INEN 405, (1988).....	32
4.5. Concentración de Cadmio en la conserva de pimiento verde, frente a la del CÓDEX STAND 193-1995. ....	33

<b>CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>36</b>
5.1. CONCLUSIONES .....	36
5.2. RECOMENDACIONES .....	36
BIBLIOGRAFÍA .....	37
ANEXOS .....	48

## **CONTENIDO DE CUADROS**

Cuadro 2.1. Taxonomía del pimiento .....	6
Cuadro 2.2. Composición nutricional del pimiento en 100g .....	6
Cuadro 2.3. Efectos del Cd en los procesos fisiológicos de diversos cultivos .	13
Cuadro 2.4. Concentraciones máximas de metales pesados (mg/kg) permitido por el CÓDEX. ....	14
Cuadro 2.5. Límites de contaminantes en conservas vegetales .....	16
Cuadro 4.1. Conocimiento sobre BPA.....	24
Cuadro 4.2. Aplicación de pesticidas y abono .....	24
Cuadro 4.3. Tipos de pesticidas y abono .....	25
Cuadro 4.4. Tiempo de cosecha .....	26
Cuadro 4.5. Proveniencia del agua para regadío .....	27
Cuadro 4.6. Conocimiento sobre metales pesados .....	27
Cuadro 4.7. Conocimiento sobre metales pesados .....	28
Cuadro 4.8. Concentración promedio de Plomo (mg/Kg) halladas en muestras de pimiento verde, frente a la concentración (mg/Kg) determinada por el CODEX STAN 193-1995. ....	29

Cuadro 4.9. Concentración promedio de Cadmio (mg/Kg) halladas en muestras de pimiento verde, frente a la concentración (mg/Kg) determinada por el CODEX. ....	31
Cuadro 4.10. Concentración promedio de Plomo (mg/Kg) halladas en la conserva de pimiento verde, frente a la concentración (mg/Kg) determinada por la NTE INEN 405, 1988. ....	32
Cuadro 4.11. Concentración promedio de Cadmio (mg/Kg) halladas en la conserva de pimiento verde. ....	34

## **CONTENIDO DE GRÁFICOS**

Grafico 3.1. Método de muestreo en X.....	18
Grafico 3.3. Diagrama de proceso de la conserva.....	21
Gráfico 4.1. Porcentaje de personas que conocen sobre las BPA .....	24
Gráfico 4.2. Tiempo de aplicación de pesticidas y abono .....	25
Gráfico 4.3. Tipos de pesticidas y abono.....	25
Gráfico 4.4. Tiempo de cosecha.....	26
Gráfico 4.5. Proveniencia del agua para regadío .....	27
Gráfico 4.6. Conocimiento sobre metales pesados .....	28
Gráfica 4.7. Lugar de expendio del producto.....	29
Gráfico 4.8. Concentración promedio de plomo (mg/Kg) halladas en muestras de pimiento verde, frente a la concentración (mg/Kg) determinada por el CODEX STAN 193-1995. ....	30
Gráfico 4.9. Concentración promedio de cadmio (mg/Kg) halladas en muestras de pimiento verde, frente a la concentración (mg/Kg) determinada por el CODEX STAN 193-1995. ....	31

Gráfico 4.10. Concentración promedio de plomo (mg/Kg) halladas en las conservas de pimiento verde, frente a la concentración (mg/Kg) determinada por la NTE INEN 405, 1988..... 33

Gráfico 4.11. Concentración promedio de Cadmio (mg/Kg) halladas en las conservas de pimiento verde. .... 34

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la existencia de metales pesados Plomo (Pb) y Cadmio (Cd) en el fruto y conserva de pimiento verde (*Capsicum annuum* L.), que se cultiva en tres sectores: Figueroa, El Gramal, y Las Cañitas, próximos a la ciudad de Calceta, comparando los resultados con la normativa CODEX STAND-193, la cuantificación de estos metales se realizó a través de adsorción atómica por el método Standard Methods 3111B Modif/AA para la determinación de dichos metales. Los resultados en el fruto evidenciaron una concentración de  $0,01 \pm 0,00$ mg/Kg para Pb y  $0,00 \pm 0,01$ mg/Kg para Cd en los tres sembríos evaluados, demostrando que las muestras de pimiento verde no exceden los límites permisibles establecidos en la norma (Pb 0,1mg/Kg y Cd 0,05mg/Kg). Mientras que los resultados de la conserva en Pb dieron un máximo de  $0,02 \pm 0,00$ mg/Kg para todos los sembríos, encontrándose dentro de lo permitido por la norma NTE INEN 405, en el caso del Cd mostró un máximo de  $0,01 \pm 0,00$ mg/Kg para todos los sembríos por el CODEX STAND 193-1995. A pesar de que estos metales no sobrepasaron los límites permisibles establecidos en las normativas para el fruto como en la conserva, hay que tener presente que son bioacumulables y con el tiempo pueden generar problemas de salud.

## PALABRAS CLAVE

Metales pesados, Plomo, Cadmio, concentración y conserva.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the existence of heavy metals Lead (Pb) and Cadmium (Cd) in the fruit and preserves of green bell pepper (*Capsicum annuum* L.), grown in three sectors: Figueroa, El Gramal, and Las Cañitas, near the city of Calceta, comparing the results with the CODEX STAND-193 standard, the quantification of these metals was performed through atomic adsorption by the Standard Methods 3111B Modif/AA method for the determination of these metals. The results in the fruit showed a concentration of  $0.01 \pm 0.00$ mg/kg for Pb and  $0.00 \pm 0.01$ mg/kg for Cd in the three crops evaluated, demonstrating that the green bell pepper samples do not exceed the permissible limits established in the standard (Pb 0.1mg/kg and Cd 0.05mg/kg). While the results of the Pb preservation showed a maximum of  $0.02 \pm 0.00$ mg/Kg for all crops, which is within the limits allowed by NTE INEN 405, in the case of Cd it showed a maximum of  $0.01 \pm 0.00$ mg/Kg for all crops according to CODEX STAND 193-1995. Although these metals did not exceed the permissible limits established in the regulations for both the fruit and the canned product, it should be noted that they are bioaccumulative and over time can cause health problems.

## KEY WORKS

Heavy metals, Lead, Cadmium, concentration and preservation.

# CAPITULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La creciente polución por metales pesados y metaloides al medio ambiente es una de las problemáticas de gran magnitud, implicando la seguridad alimentaria y por ende a la salud pública global. (Reyes et al., 2016). Concordando con lo antes mencionado, las principales fuentes de contaminación de las hortalizas se deben a los diferentes tipos de desechos, que resultan de las producciones en las fábricas, en la aplicación de mejoradores de cultivos, así también la alcalinidad del suelo y la polución del agua destinada al riego. La interacción del suelo y las plantas, da paso a las aportaciones de los mejoradores de cultivos (fertilizantes y pesticidas). (Prieto, 2010; citado por Escobar, 2016), teniendo una fuerte repercusión en la productividad de los cultivos (Ayán, 2018).

Los virus, nematodos, bacterias y hongos son causantes de enfermedades en plantas. Por lo que se utilizan pesticidas en la protección de cultivos, controlando e inhibiendo las alteraciones provocadas por los hongos (McGrath, 2014). Tienen una baja solubilidad en agua, son acumulables en plantas, suelos y agua; haciéndolos muy resistentes a la degradación biológica (García, 2002).

Londoño et al. (2016). Señalan que los metales pesados presentes en los alimentos, han desencadenado un sinnúmero de afecciones tanto en humanos como animales. Mientras Pila (2016), citado por Coronel (2018), indica que los metales pesados como el Plomo y Cadmio son considerados tóxicos para la salud humana cuando se suministra cantidades superiores a las permisibles. La exposición del plomo (Pb) causa enfermedades catastróficas en los órganos más importantes del cuerpo humano, así también afectando la capacidad reproductiva (Abou et al., 1996; citado por Senior et al., 2016). El Cadmio (Cd) tiene una incidencia negativa para la salud de los órganos vitales (riñón, corazón y pulmón) así también afecta gravemente al sistema nervioso central (Nava y Méndez, 2011).

El crecimiento exponencial del país ha acarreado consigo grandes problemas ambientales afectando también a la producción agrícola destinada al consumo humano, las malas prácticas agrícolas como el uso indiscriminado de químicos

y también de aguas contaminadas para el regadío dan como resultado alimentos (vegetales) con una presencia considerable de metales pesados (Jaramillo et al., 2007; citado por Mantilla, 2018). La incorrecta aplicación de técnicas para el mejoramiento de los cultivos reside en la falta de conocimiento de los agricultores, los cuales hacen uso excesivo de los fertilizantes y pesticidas durante la cosecha, dando lugar a la presencia de metales pesados de Pb y Cd.

Guato (2017), expone que el cultivo de pimiento (*Capsicum annum L.*) en el Ecuador está plenamente extendido desde la costa hasta la sierra, lo que representa una gran fuente de ingresos para el sector agrícola. De igual forma, la Asociación de Productores Hortofrutícolas de la Costa (Ashofruco) indica que en el país están destinadas 500 hectáreas para el cultivo de pimiento, entre las principales productoras están las provincias de Santa Elena, Manabí y Loja (EC, 2011).

La seguridad alimentaria, es la que se pretende focalizar la presente investigación, pues se busca garantizar que el pimiento consumido de manera directa presente concentraciones de Pb y Cd dentro del límite establecidos por el Codex Alimentarius 193-1995 asegurando la inocuidad de los alimentos y la salud de los consumidores.

En vista de lo antes expuesto se plantea la interrogante.

¿Cuál será la concentración de metales pesados Plomo y Cadmio presentes en el pimiento verde (*Capsicum Annum L.*) que se cultivan en los alrededores de la ciudad de Calceta para la elaboración de una conserva?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

La agricultura es una actividad que está directamente relacionada con el crecimiento poblacional, lo que conlleva a producir alimentos en un menor periodo de tiempo, haciendo uso de nuevas tecnologías y productos químicos más eficaces para el mejoramiento vegetal.

La seguridad alimentaria no solo involucra a los productos procesados, sino que también implica a la materia prima, debido a que en la actualidad existe gran

preocupación por la contaminación de hortalizas por sustancias orgánicas e inorgánicas afectando a la salud. Por ende, los consumidores se encuentran en la búsqueda de productos de calidad que salvaguarden la salud.

El cultivo de las hortalizas en el mundo es de gran importancia puesto que son la base de la alimentación tanto para las personas como animales, en donde se destaca el pimiento por algunas de sus propiedades organolépticas y nutricionales, como su alto contenido de fibra, vitaminas y minerales.

En las familias ecuatorianas el mayor consumo del pimiento se da en ensaladas o como condimentos en platos gastronómicos, aprovechando sus bondades nutritivas. El pimiento verde se lo consume de forma directa o mínimamente procesado.

El desconocimiento de los consumidores sobre los porcentajes existentes de metales pesados en el pimiento y la carencia de una normativa respecto aplicación de las dosis idóneas de químicos empleados para la producción agrícola, surge la necesidad de realizar el estudio de metales pesados (Pb y Cd) basados en la norma 193-1995 del Codex Alimentarius al pimiento verde que se cultiva en las cercanías de la ciudad de Calceta; puesto que el consumo de dichos contaminantes causan severos daños a la salud. Así también, se utilizará el pimiento verde para la elaboración de una conserva (NTE-INEN 405) evaluando la concentración de metales pesados (Pb y Cd) y su incidencia en el producto final.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar metales pesados en el pimiento verde (*Capsicum annum L.*) para la elaboración de una conserva en la ciudad de Calceta.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la presencia de los metales pesados plomo y cadmio en el pimiento verde (*Capsicum annum L.*) que se cultiva en tres sectores próximos a la ciudad de Calceta.

- Efectuar un análisis comparativo de las concentraciones de metales pesados (Plomo y Cadmio) en el pimiento verde (*Capsicum annum L.*) versus el máximo permitido por el CODEX STAN 193-1995.
- Cuantificar la presencia de Plomo y Cadmio en la elaboración de una conserva.

#### **1.4. HIPÓTESIS**

H0: Ninguno de los cultivos de pimientos o las conservas exceden los límites permisibles de metales pesados de Plomo y Cadmio estipulados por el Codex Alimentarius.

H1: Al menos uno de los cultivos de pimientos o las conservas excede los límites permisibles de metales pesados de Plomo y Cadmio estipulados por el Codex Alimentariu

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. PIMIENTO

Maroto (1995), citado por Jiménez (2018), refiere que esta planta sitúa sus orígenes en América del sur, de ahí fue distribuida a lo largo del continente y no fue hasta la llegada de los españoles en 1493 donde se la distribuyó a los demás continentes durante el siglo XVI. Suquilanda (2003), citado por Arias (2013), expresa que es una baya hueca, semicartilaginosa; las semillas son redondeadas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y de longitud variable entre tres y cinco mm, se destaca por el alto contenido en calcio, vitaminas A y C. El pimiento verde contiene más vitamina C que los pimientos de color naranja y rojo. Dependiendo de la variedad, puede tener diversos contenidos de alcaloides y de pigmentos carotenoides los cuales son responsables del sabor picante

García et al. (2016), citando a Rodríguez *et al.*, (2014), expresan que la popularidad del pimiento se debe a las grandes bondades que ofrece como son el sabor, el aroma, color y su alto nivel nutricional; lo que ha hecho que sea consumido tanto fresco como en conservas.

Pinto (2018), manifiesta que en el Ecuador el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.) se encuentra plenamente extendido desde la región Costa hasta la región Sierra, siendo la provincia de Manabí una de las mayores productoras. El país cuenta con características propicias para el cultivo, lo que favorece que tenga un ciclo vegetativo que oscila de cuatro a seis meses desde la etapa de siembra hasta la cosecha. Por otra parte, Masaquiza (2016, citando a Borbor y Suarez (2007), indican que en Censo Nacional Agropecuario (2000), en Ecuador se cultivó 1145 hectáreas, entre cultivos asociados y monocultivos.

Según Reyes et al. (2017), citado por Quiñonez et al. (2020), a nivel mundial se producen 31167 millones de kilogramos de pimiento, cultivados sobre 1914,685 hectáreas. En el caso específico del Ecuador se producen 5500ton en 1700ha sembradas.

### 2.1.1. TAXONOMÍA

De acuerdo con Núñez (2003) citado por Buñay (2017) muestra la descripción taxonómica de la planta pimiento.

**Cuadro 2.1.** Taxonomía del pimiento

Reino	Plantae
División	Magnolophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Subfamilia	Solanoideae
Género	Capsicum
Especie	Annum L.
Nombre Científico	Capsicum annum L.
Nombre Común	Pimiento

**Fuente:** Núñez (2003) citado por Buñay (2017)

### 2.2.1. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL PIMIENTO

En el cuadro 2.2 se aprecia la composición nutricional del pimiento por cada 100g de muestra.

**Cuadro 2.2.** Composición nutricional del pimiento en 100g

Hidratos De Carbono	3,9 a 5,7g
Tiamina (Vitamina B1)	0,01 a 0,25mg
Riboflavina (Vitamina B2)	0,02 a 0,24mg
Ácido Ascórbico (Vitamina C)	9 a 331mg
Hierro	0,4 a 17,7mg
Fósforo	10 a 500mg

**Fuente:** (Silva, Menechella, Wagner, & Vidal, 1982)

## 2.2. METALES PESADOS

Entre los denominados metales pesados se pueden incluir los metales de transición, los semimetales, lantánidos y actínidos. (Covarrubias y Peña, 2017). Estos metales son potencialmente peligrosos para el ambiente, son persistentes, se bioacumulan y presentan alta toxicidad, dentro del grupo denominado metales pesados se encuentran los que tienen una densidad mayor, la bibliografía resalta que se encuentran en un rango desde 4 g/cm<sup>3</sup>, hasta 7 g/cm<sup>3</sup> de densidad (Rodríguez, 2017).

Estos metales como ya se ha mencionado con una alta densidad, son tóxicos o venenosos en concentraciones incluso muy bajas, presentan la propiedad de acumularse en los organismos vivos. Entre los denominados metales pesados tenemos al Talio (Tl), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Arsénico (As) y Plomo (Pb) (Lucho et al., 2005; citado por Prieto et al., 2009). Estos no tienen ninguna función metabólica para los seres vivos lo que hace que no puedan ser degradados de forma biológica (Abollino et al., 2002; citado por Mancilla et al., 2015). Así mismo, otros autores mencionan que hay metales que son imprescindibles para el correcto funcionamiento el organismo de los seres vivos como son el Zinc (Zn), Cobalto (Co), Níquel (Ni), Hierro (Fe), Molibdeno (Mo) y Manganeso (Mn), pero aun siendo de vital importancia para los seres vivos si se encuentran en altas concentraciones pueden ser un peligro para la salud (Sherameti y Varma 2010; Kabata-Pendias 2011; Bolan et al., 2014; citado por Cortés et al., 2017).

Ayala y Romero (2013), explican que el creciente interés en los metales pesados es debido al gran daño que causa a la salud del hombre, de los animales y los cultivos agrícolas. Estos metales provienen de suelos contaminados, fertilizantes químicos y plaguicidas, y se los han podido encontrar en los alimentos. Román *et al.*, (2013) mencionan que, aunque se encuentran en la naturaleza, cuando la concentración supera límites definidos, puede haber problemas de acumulación en tejidos vegetales (fruta, raíz) o en órganos vitales (hígado, cerebro, tejido graso) con efectos a largo plazo (crónicos). De igual forma Tejada et al. (2015) expresan que debido a la persistencia de estos metales se compromete el bienestar de la flora y la fauna, mediante su acumulación e ingreso a la cadena trófica, lo que conlleva a problemas de salud para los habitantes de las comunidades cercanas.

### **2.3. METALES PESADOS EN ALIMENTOS**

Según Alcocer *et al.*, (2007), entre las principales razones por las cuales es de vital importancia la detección de los metales pesado en los alimentos es la toxicidad y la bioacumulación en el organismo. Figueroa *et al.*, (2017), explican que entre las principales fuentes de contaminación por metales pesados al ser humano están los alimentos y estos facilitan una mayor capacidad de

almacenamiento en los tejidos; como es el caso particular del Cadmio que se da en las personas no fumadoras y este entra a través del agua, frutas, vegetales y peces. Núñez *et al.*, (2008), expresan que los metales que se encuentran en alimentos proceden de forma natural, aunque algunos su presencia se debe a las prácticas de cultivo como el uso de plaguicidas o fertilizantes.

Orquea y Sánchez (2012), indican que entre las diferentes fuentes de exposición de los alimentos a los metales pesados tenemos los suelos contaminados, el uso frecuente de plaguicidas y fertilizantes químicos, todo esto puede causar enfermedades en el ser humano debido a un envenenamiento por estos agentes químicos.

## **2.4. METALES PESADOS EN HORTALIZAS**

Se conoce que, de forma simultánea las hortalizas absorben minerales, los cuales se pueden catalogar en tres grupos. En primera medida elementos principales, en segunda instancia elementos secundarios y por último los microelementos. Algunos microelementos considerados metales pesados al ser absorbidos por las plantas suelen considerarse fuente potencial de contaminación (Vega y Salamanca, 2016). Por lo anterior, las nuevas investigaciones revelan la transmisión de metales pesados como cadmio (Cd) plomo (Pb) arsénico (As) entre otros metaloides en vegetales y hortalizas como papas, brócoli y repollo (Singh *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2013; citado por Reyes *et al.*, 2016).

Jano (2017) explica que estos metales se encuentran inmerso en el agua y suelo, además tienden a ser absorbidos por las raíces de las plantas, así también están dispersos en el aire, que luego se acumulan en tallos y hojas.

Existe preocupación por la eventual contaminación de hortalizas, por sustancias orgánicas o inorgánicas, (metales pesados) (Meharg, 2016; citado por Sánchez *et al.*, 2016). Existen distintos orígenes son responsables directos de la contaminación en el ambiente por metales pesados, las cuales han sido inducidas en la atmósfera que luego se adhieren a las plantas, dificultando su eliminación mediante lavado (Madueño, 2017).

La clorosis, el crecimiento débil de las plantas y la poca captación de nutrientes son el resultado la fitotoxicidad de un alto porcentaje de metales pesados (Flores et al., 2014). Por su parte Isaza (2013) indica que existen efectos de plomo adversos en etapas de las plantas como en la germinación y crecimiento, alterando el desarrollo normal de las mismas.

## **2.5. PLOMO**

Los compuestos de plomo más utilizados en la industria son: los óxidos de plomo, el tetraetilo de plomo y los silicatos de plomo. El Pb forma aleaciones con muchos metales. Es tóxico y ha producido envenenamiento de trabajadores por su uso inadecuado y mala manipulación, y por una exposición excesiva a los mismos. (Calderón y Calderón, 2014).

De acuerdo con la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA por sus siglas en inglés), (2013) la presencia del Plomo en los alimentos, agua, verduras y hortalizas es la puerta de entrada a la exposición dietética de este metal. Por lo consiguiente Salas et al. (2019) manifiestan que su presencia acarrea diversos problemas de salud e incluso muerte de los individuos que han sido contaminados, se puede encontrar de manera natural en el suelo, aire, agua y alimentos de origen vegetal fresco o procesados.

La Organización Mundial de la Salud OMS (2019), indica que el plomo provoca complicaciones a la salud, comprometiendo principalmente al cerebro y al sistema nervioso central, puede originar fallas renales, anemia, convulsiones e incluso la muerte. Las investigaciones demuestran que los sobrevivientes de una intoxicación grave pueden sufrir retraso mental o alteraciones de comportamiento.

### **2.5.1. TOXICODINAMIA**

Ramírez (2005), explica que el organismo absorbe el plomo por las vías respiratorias y gastrointestinales. Tiene gran afinidad por los eritrocitos: el 95% de la fracción circulante de Pb se une a ellos. El mecanismo por el cual el metal se liga a los glóbulos rojos. Al parecer, el primer lugar de fijación es la membrana celular. La sangre transporta el Pb hacia todo el cuerpo y lo deposita en los

tejidos de acuerdo con una gradiente de concentración y a la afinidad específica de cada órgano. Del mismo modo, Rubio *et al.*, (2004), señalan que el Plomo inhibe a una enzima llamada bomba de sodio-potasio (ATPasa Na/K) la misma que es responsable del transporte de sodio y potasio a través de la membrana, incrementando la permeabilidad celular además de la síntesis de ADN, ARN y proteínas.

### **2.5.2. FUENTES Y VÍAS DE EXPOSICIÓN**

Los vehículos son una gran fuente de emisiones de plomo (Pb). El Pb se emite durante el desgaste de los revestimientos de los frenos y de los neumáticos, se acumula en las superficies de las carreteras y luego se arrastra a las parcelas adyacentes a través de las aguas pluviales (Adamiec, Jarosz-Krzemińskay Wieszala, 2016; Sung y Park, 2018), el plomo entra por las vías respiratorias y por el consumo de alimentos contaminados, lo que es una grave amenaza para la salud (Hu *et al.*, 2014, Orisakwe *et al.*, 2017).

Salas *et al.*, (2019), argumentan que el Pb se puede encontrar en fuentes exógenas como el suelo (tierras de cultivo, polvo), agua (océanos, lagos y ríos) y aire (emisiones producidas por la adición en gasolina); por lo que su uso indiscriminado ha provocado su contaminación (Toro, 2013). Este metal, se emplea en baterías, munición, tuberías, fertilizantes, insecticidas. De esta forma, contamina los cultivos, y se acumula en los organismos animales terrestres que se alimentan de pasto. Por tanto, en el último eslabón de la cadena trófica, los seres humanos son expuestos al alimentarse con vegetales y carnes que contienen Pb cuya contaminación puede ocurrir durante la producción, embalaje o almacenamiento de los productos (Poma, 2008).

Los fertilizantes han sido fuentes de nutrientes en los cultivos, sin embargo, hay estudios que indican que los fertilizantes más perjudiciales y que contienen trazas de Plomo, son los fertilizantes químicos sintéticos, como los fosfatos simples, binarios, terciarios; fosfatos di amónicos, mientras los más bajos son fertilizantes naturales o abonos orgánicos, como los sulfatos de potasio, urea, nitrato de calcio (Rodríguez *et al.*, 2014).

### 2.5.3. PLOMO EN PLANTAS

La presencia de altas concentraciones afecta al desarrollo y la productividad de la, siendo la puerta de entrada a la cadena alimenticia (Mayank et al., 2011). Del mismo modo Mahdieh et al. (2013) afirman que la absorción de este metal en las especies vegetativas radica en la cantidad de biomasa generada durante la germinación, la cual hace que la planta mantenga el vigor durante el proceso de absorción y retención de plomo en la estructura vegetativa, por tanto, a mayor cantidad foliar mayor cantidad de Pb absorbido. A su vez García (2006) citando a Burzynski (1987) expone que el Pb no ha permitido que se absorban elementos esenciales de hierro (Fe) y magnesio (Mg) en las plantas tales como el pimiento y, como consecuencia ha inhibido la síntesis de clorofila.

### 2.6. CADMIO

La aparición del cadmio tuvo lugar en Alemania en el año de 1817 por el químico Friedrich Stromeyer en forma de impureza en el carbonato de zinc, su configuración electrónica es similar a la del Zn, que sí es un micronutriente esencial. Este metal no se lo puede encontrar puro en el ambiente, se lo encuentra en forma de óxidos complejos, sulfuros y carbonatos de zinc, plomo y cobre (Gamboa, 2019). Sin embargo, su presencia en la naturaleza es mínima, oscila entre 0.1-0.5mg/kg de la corteza terrestre, la presencia de este metal en el organismo es de 10 y 30 años presentando una gran variedad de efectos negativos en el ser humano (Baines *et al.*, 2020).

A su vez Villalba (2019) indica que la Agencia de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR, por sus siglas en inglés), en el 2018 el Cd fue incluida en la lista de sustancias nocivas, ubicándose en el puesto 7 por la Agencia de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR), luego para el mismo año, la Organización Mundial de la Salud (OMS), lo ubico entre las 10 sustancias que influyen un riesgo en la salud. Mientras que la Agencia de protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) no permite que la cantidad de Cd sea mayor de cinco  $\mu\text{g/L}$  en pesticidas. La Administración de Alimentos y En Estados Unidos la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), emitió las dosis permisibles de Cd en los colorantes alimenticios a 15mg/Kg, mientras que la

Unión Europea controla las trazas de cadmio en los alimentos, oscilando entre 0.05mg/Kg a 1mg/Kg de peso húmedo en vegetales.

Como consecuencia de la actividad industrial y la antropización, existe una estimación que en el mundo se han dispersado unas 30,000 toneladas de Cd por año, afectando el sistema ambiental. Contemplándose a este metal como sumamente nocivo en la fisionomía de las plantas (Hernández et al., 2019).

### **2.6.1. TOXICODINAMIA**

El progreso tecnológico y la industrialización durante el siglo XX incrementaron el uso del cadmio, generando un peligro para la salud de humanos y animales (Satarug *et al.*, 2010; UNEP 2010; Mezynska y Brzóska 2018; citado por Rodríguez *et al.*, 2020). Es un xenobiotico que se adentra en distintos partes de los órganos y tejidos, provocando disfuncionalidades de los mismos, como por ejemplo alteraciones cardiovasculares, reproductivas, óseas entre otras conllevando a posibles índice de nacimiento de cáncer en el ser humano. La inhalación es responsable de la producción de cáncer de pulmón y de mama, reportes clínicos señalan que el riñón es uno de los que se ve órganos más afectado por el efecto toxico del Cd. (Huff et al., 2007; citado por Duvilanski y Cabilla, 2014).

### **2.6.2. FUENTES Y VÍAS DE EXPOSICIÓN**

Las fuentes antrópicas son la minería, el uso de fertilizantes fosfatados, la fundición de metales, la quema de combustibles fósiles, la fabricación de baterías, pigmentos, cemento, y plásticos (Pernía *et al.*, 2008 citado por Mero *et al.*, 2019). Todas estas actividades industriales son consideradas como una gran fuente de emisión de Cd a la atmósfera y de contaminación para mantos acuíferos y suelos (Pan *et al.*, 2010).

Las principales vías de exposición de cadmio en el ser humano son a través del Consumo de cigarrillos, exposiciones por el ámbito laboral, contaminaciones ambientales, ingesta de alimentos con alto índices de contaminantes químicos (Baines *et al.*, 2020).

### 2.6.3. CADMIO EN PLANTAS

Wan *et al.*, (2016) afirman El cd se perfila como unos de los principales metales nocivos, capaz de transportarse en los suelos dedicados a la agricultura. Siendo también de los más transmisibles desde el suelo hasta los tallos, hojas y frutos de las plantas, provocando mal desarrollo de los mismos. De esta manera sin duda alguna bajo esos efectos se ve perjudicada la salud humana. Del mismo modo Sharma y Archana (2016), citando a Pernía *et al.* (2008), expresan que el Cd en altas concentraciones en las plantas se desarrolla cambios en su morfología, físicos y bioquímicos, como escasez hídrica, disminución reproductiva entre otros factores, lo que conlleva a las pérdidas económicas al sector agrícola y por ende escasez en los alimentos.

Los principales síntomas visibles que causa la toxicidad por Cd son la clorosis y el enrollamiento en las hojas. La clorosis puede aparecer por intercambio del Cd con el Fe o el Mg, afectándose en este último caso la estabilidad y biosíntesis de las clorofilas (Mysliwa, *et al.*, 2004; citado por Hernández *et al.*, 2019).

**Cuadro 2.3.** Efectos del Cd en los procesos fisiológicos de diversos cultivos

	Efectos fisiológicos	Plantas
Reducción en el crecimiento y desarrollo	Reducción de la longitud de la raíz, el área foliar y la biomasa fresca de raíz, tallo y hojas	Pimiento
	Reducción de la biomasa de raíz y hojas	Lechuga Rábano Soya
Reducción de la actividad fotosintética	No mostró producción de frutos en 90 días.	Tomate
	Reducción en el contenido de clorofilas	Guisante Papa Soya
	Disminuye la Tasa Fotosintética Neta	Soya
	Reducción en el contenido de clorofilas y carotenoides	Tomate
	Reducción de la fijación de N y asimilación de NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> en nódulos	Soya
Interfiere en la entrada y transporte de nutrientes	Reducción de las concentraciones totales de K, P, Ca, Mn, Zn, S y B	Guisante
	Reducción de Mn y aumento de Fe y Zn	Soya
	Reducción de Zn, Mn, Ca y K en el tejido foliar	Tomate
	Reducción de Mn en raíz y hojas	Tomate
	Reducción de Mn, Zn, Cu, Fe y Ca en raíz, tallo y hojas	Papa Lechuga Tomate
Provoca estrés oxidativo	Incremento de P, K, Ca, Mg, Fe y Zn en tallos y hojas (Cd -1; 2,5; y 5 mg·kg <sup>-1</sup> ) Reducción en condiciones de estrés más severo	Cebolla
	Incremento de las concentraciones de Malondialdehído (MDA) y H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Tomate
	Incremento de las concentraciones de MDA	Lechuga Guisante

Fuente: (Hernández *et al.*, 2019)

## 2.7. CODEX ALIMENTARIUS 193

La norma 193 del Codex Alimentarius (1995), contiene las directrices de la interacción de los contaminantes y toxinas en los alimentos. Dichos elementos no deseados pueden presentarse como resultado de la cadena de producción (incluida la agricultura) de un alimento o como resultado de la contaminación del entorno.

**Cuadro 2.4.** Concentraciones máximas de metales pesados (mg/kg) permitido por el CÓDEX.

Hortalizas	Concentración de metales pesados (mg/kg)	
	Cadmio	Plomo
Pimiento	0.05	0.1

Fuente: (CODEX STAN 193, 1995)

## 2.8. CONSERVA VEGETAL

Es el producto elaborado a base de las partes comestibles de hortalizas, legumbres o frutas, conservado por medios físicos, exclusivamente (NTE INEN 405, 1988). Los vegetales en vinagre es el producto con partes comestibles de hortalizas, prácticamente crudas, rehidratadas o precocidas, sumergidas en un líquido de gobierno adecuado. (Brasil, 1969; citado por Damann, 2018).

## 2.9. INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CONSERVA

### 2.9.1. VINAGRE

Es un líquido miscible, con sabor agrio, Es extraído de materia de origen vegetal, las cuales contienen azúcares, su extracción se da por oxidaciones de bacterias que producen ácido acético. (Reyes, 2015). El vinagre tiene un efecto de conservación considerable, pero de ninguna manera su eficiencia es total. Sin embargo, agrega un sabor agradable al alimento y no tiene rival como preservador bajo estos términos (Costenbader, 2002).

El Instituto del Vinagre (The Vinegar Institute USA, 2003) citado por Vásquez y Lescano (2010) reportan que se han elaborado por fermentaciones acéticas de un sinnúmero de producto en ciertos casos hasta de melaza. En los EE.UU. hay leyes que exigen que el vinagre contenga como mínimo 4% de ácido acético.

El uso del vinagre blanco está más relacionado a los sectores de las industrias farmacéuticas y alimentaria, como se ha hecho referencia su destilado se da por fermentación alcohólica o acética (Moreira y Zambrano, 2019).

### **2.9.2. SAL**

Conocida también como cloruro de sodio (NaCl) se utiliza como conservante, para deshidratar alimentos, para enmascarar sabores desagradables, para facilitar la retención de agua o, simplemente, para hacer al alimento más sabroso. El uso de la sal como conservante, y en la preparación y conservación de los alimentos, ha influido a lo largo de la historia en la vida del hombre (Botella et al., 2015). Es utilizada a nivel mundial se emplea en la preparación de alimentos, actúa como reductor de la actividad del agua, inhibe la actividad microbiana a más de dar sabor, se puede decir que el cloruro de sodio actúa en un proceso de secado químico (Kaufmann, 1960; citado por Lee, 2012).

Sal yodada es el Cloruro de Sodio cristalizado al que se le ha añadido sales de yodo, no tóxicas en forma de Yodato de Potasio o Yoduro de Potasio, en dosis mínima de 30mg de Yodo/kg y de 100mg de Yodo/kg de sal como máximo. Sal refinada, producto beneficiado con eliminación de sales higroscópicas de magnesio y calcio, impurezas orgánicas, arena y fragmento de concha; los cristales deberán pasar totalmente por el tamiz N° 20 y un mínimo deberán pasar por el tamiz de N° 60 (NSO 67.20.01, 2005).

La conocida en nuestros hogares como sal común es un compuesto químico denominado cloruro de sodio, producto cristalino y puro extraído de fuentes naturales, utilizado como consumo directo en la preparación y aderezo de alimentos, que a su vez también es utilizado de forma indirecta En la industria de alimentos la sal actúa como agente conservador, saborizantes o simplemente como aditivo en la preparación de un alimento (NTE INEN 57, 2015).

## **2.10. NORMA INEN 405 CONSERVAS VEGETALES: REQUISITOS**

De acuerdo con la INEN 405, (1988) las conservas vegetales deben estar sujetas a los siguientes requisitos:

- En la elaboración de conservas vegetales, deben utilizarse vegetales sanos, de madurez apropiada y no deben contener residuos y sus metabolitos de productos agroquímicos utilizados en el tratamiento fitosanitario, en cantidades superiores a las tolerancias máximas permitidas por las regulaciones vigentes.
- Las conservas vegetales deben mantener el olor y sabor característico de la materia prima utilizada.
- Los vegetales no deben presentar alteraciones causadas por microorganismos o cualquier agente biológico, físico o químico; además, deben estar exentos de materias extrañas, como hojas, insectos y tierra

Así también las conservas vegetales deben cumplir con los límites máximos de contaminantes indicados en el siguiente cuadro (NTE INEN 405, 1988).

**Cuadro 2.5.** Límites de contaminantes en conservas vegetales

Contaminantes	Unidad	Límite máximo	Método de ensayo
Arsénico	mg/kg	0.1	INEN 269
Estaño	mg/kg	200.00	INEN 385
Cobre	mg/kg	5.0	INEN 270
Plomo	mg/kg	0.3	INEN 271
Zinc	mg/kg	5.0	INEN 399
Hierro	mg/kg	15.0	INEN 400

**Fuente:** (NTE INEN 405, 1988)

## **CAPITULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **3.1. UBICACIÓN**

La investigación se desarrolló en tres cultivos de pimientos ubicados en las cercanías de la ciudad de Calceta, cantón Bolívar. Uno de ellos se encuentra en el sitio Figueroa (Con coordenadas 0°49'47" latitud sur, 80°12'04" longitud oeste y una altitud de 24m.s.n.m) otro en el sitio Las Cañitas (con coordenadas 0°48'49" latitud sur, 80°10'50" longitud oeste y una altitud de 16m.s.n.m) y el último cultivo está localizado en el sitio El Gramal (con coordenadas 0°48'34" latitud sur, 80°10'35" longitud oeste y una altitud de 15m.s.n.m) todos pertenecientes a la parroquia La Estancilla cantón Tosagua (Google Earth, 2019).

La determinación analítica de metales pesados se realizó en el Laboratorio LABOLAB Cía. Ltda. ubicado en las calles, Francisco Andrade Marín E7-29 entre Diego de Almagro y Antonio Navarro, Quito 170518, ciudad de Quito-Pichincha, en el cual se efectuaron análisis de Plomo (Pb) y Cadmio (Cd); posterior a ello, se elaboró una conserva de pimientos en los Talleres de Frutas y Vegetales de la Carrera de Agroindustria perteneciente a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, en el Campus Politécnico El Limón ubicado en el km 2,7 vía Calceta El Morro–El Limón, sector La Pastora, Bolívar-Manabí, con las siguientes coordenadas 0°49'38,928" latitud sur, 80°11'14,033" longitud oeste y una altitud de 15m.s.n.m, respectivamente.

### **3.2. DURACIÓN**

La presente investigación se efectuó de marzo del 2020 a junio del 2021, es decir, quince meses aproximadamente desde la aprobación del proyecto.

### **3.3. MÉTODOS**

- **Método descriptivo**

El método permitió detectar las Buenas Prácticas Agrícolas aplicadas por los agricultores en los cultivos de pimiento verde, así también comparar descriptivamente los resultados químicos de metales pesados realizados

en el pimiento verde y en la conserva en correspondencia con las normas INEN 405 y CODEX STAND 193, de esta manera se determinó la existencia de estos metales pesados que comprometen a la seguridad alimentaria.

### 3.4. TÉCNICAS

- **Muestreo**

Según Agrocalidad (2015), para la toma de la muestra, dependerá del tamaño o de la disponibilidad del cultivo, se pueden seguir el método aleatorio (al azar), método en X o método en zigzag. El muestreo se llevó a concretar en tres cultivos de pimientos, ubicados en las cercanías de la ciudad de Calceta donde se recolectaron y clasificaron los pimientos, utilizando el método en X para los análisis correspondientes. El método antes mencionado consiste en dibujar una X imaginaria en el área a ser muestreada y recolectar varios frutos durante la trayectoria del recorrido hasta completar la cantidad de muestra necesaria (**Ver figura 3.1**).

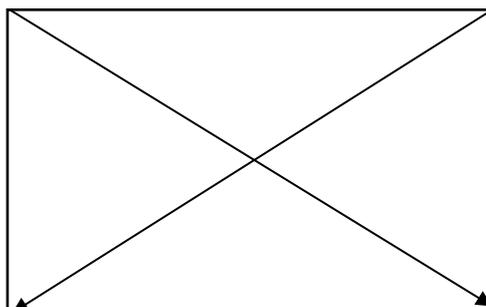


Grafico 3.1. Método de muestreo en X

- **Encuesta**

Se empleó la técnica de encuesta para obtener información por parte de los agricultores sobre los procesos agrícolas aplicados al pimiento, que constó de varias preguntas cerradas (**Ver anexo 1**).

- **Análisis químicos**

Para la determinación de metales pesados (Pb y Cd) en el pimiento y la conserva de pimiento se utilizó absorción atómica por el método Standard Methods 3111B Modif/AA.

### **3.5. VARIABLES DE ESTUDIO**

#### **3.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE**

- Pimiento verde (*Capsicum Annuum* L.).
- Procedencia de la materia prima.
- Conserva de pimiento.

#### **3.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE**

- Concentración de metales pesados (Pb y Cd).

### **3.6. PROCEDIMIENTO**

Para el desarrollo de esta investigación los procedimientos estarán divididos mediante fases:

#### **Fase 1. Evaluación de la presencia de los metales pesados Pb y Cd en el pimiento verde.**

Para dar cumplimiento a esta fase se aplicó como herramienta de investigación una encuesta (Ver anexo 1) a los agricultores, sobre los conocimientos que tienen del manejo de productos orgánicos e inorgánicos en los cultivos. En consecuencia se hizo un dibujo imaginario en X en las tres áreas de estudio, para la toma de muestras, la recolección se la realizó tomando como referencia a (Agrocalidad) en el cual se extrajo 50 pimientos por cultivo manteniendo características semejantes como olor fresco, color verde, textura lisa, sin daños físicos por quemaduras o insectos (Ver anexo 7), lo siguiente que se contempló fue la elaboración de una masa homogénea de las muestras extraídas de cada cultivo, el cual consistió en triturar los pimientos enteros (fibra, tallo y semillas), utilizando una licuadora marca Oster Clásica N° de modelo 0004655ESP-050, potencia de 600w de 18000 RPM, obteniendo 200g de pasta de pimiento, después se envasaron fundas de polietileno herméticas marca Home Club de 18x20cm y se almacenaron en un refrigerador marca Continental Electric modelo CE61322 a 4°C, posteriormente se les efectuó los análisis químicos de los metales pesados (Pb y Cd) a las masas de los cultivos en estudio en el

laboratorio LABOLAB Cía. Ltda. Las muestras de cada cultivo se lo hicieron por triplicado.

## **Fase 2. Análisis comparativo de las concentraciones de metales pesados Pb y Cd.**

Al obtener los resultados de los análisis de los metales pesados realizados a cada uno de los cultivos se procedió a efectuar un análisis comparativo teniendo como referencia al Codex Alimentarius 193-1995 para identificar cuáles de los cultivos están dentro de los límites propuestos por esta normativa o cuál de estos cultivos presentan mayor concentración de metales pesados (Pb y Cd).

## **Fase 3. Cuantificación de la presencia de Pb y Cd en la elaboración de una conserva.**

Una vez cumplido con las fases se procedió a recolectar 50 pimientos por cultivo de acuerdo con Agrocalidad (2015) para realizar la conserva de cada sector en estudio. Para la preparación del líquido de cobertura se diluyó vinagre blanco de la marca oriental, sal cris-sal y agua. En la elaboración de la conserva se utilizó pimiento verde, líquido de gobierno, envases de vidrio de 450g, posterior a las conservas se les efectuaron los análisis de metales pesados (Pb y Cd) de cada muestra en el laboratorio LABOLAB Cía. Ltda.

### 3.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO

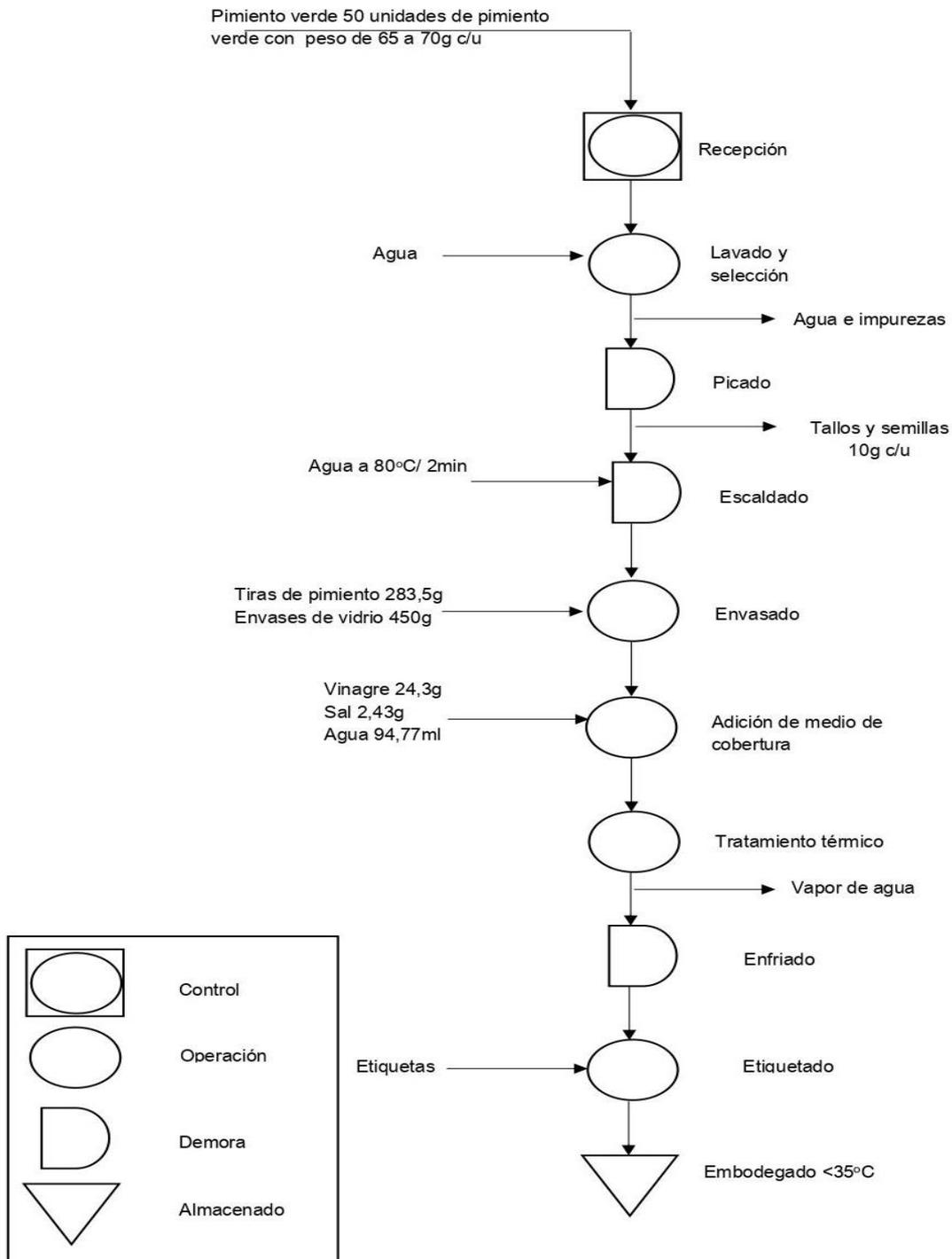


Grafico 3.1. Diagrama de proceso de la conserva

#### 3.7.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE LA CONSERVA DE PIMIENTO VERDE

**Recepción:** Se recolectaron 50 unidades de pimiento verde con un peso de 65 a 70gc/u verificando que se encuentren frescos, de color verde, sin daños físicos visibles (Ver anexo 10).

**Lavado y Selección:** Los pimientos verdes frescos se sometieron a un lavado que se efectuó con agua e hipoclorito de sodio al 0,05% para eliminar impurezas. Inmediatamente se seleccionó los frutos de acuerdo con el estado físico, no deben presentar olores desagradables, daños por transportación o por su estado de madurez.

**Picado:** Para reducir el tamaño de los pimientos, se empleó un cuchillo de cocina marca tramontina de longitud 20,32cm y hoja de acero inoxidable, para cortar los pimientos en tiras de 7cm de largo por 1cm de ancho cada uno, se eliminaron tallos y semillas los cuales tenían un peso de 10gc/u.

**Escaldado:** Una vez concluido el proceso de corte de los pimientos, a las tiras se le aplica el proceso de escaldado con agua embotellada (Renacer) a una temperatura de 80°C por un tiempo de 2 minutos en un recipiente de acero inoxidable marca Warenaus, para eliminar microorganismos patógenos (bacterias mohos y levaduras) y al mismo tiempo suavizar la textura del pimiento.

**Envasado:** El llenado se lo realizó con las tiras de pimiento previamente escaldadas en envases de vidrios de serie [(SO)] \_3 ya esterilizados, dichos envases tienen una capacidad de 450g.

**Adición de medio de cobertura:** Los envases con tiras de pimientos fueron cubiertos totalmente por el líquido de gobierno, el cual está conformado por vinagre blanco 24,3g, sal 2,43g, agua 94,77mL.

**Tratamiento térmico:** Se sometió el producto envasado a baño maría (100°C) por 20 minutos para reducir la carga microbiana y la entrada de aire. Se lo realizó de forma manual utilizando un recipiente de acero inoxidable marca Warenaus de 5L, en donde se colocó 3000mL de agua, luego se ingresaron los envases previamente llenos, se los ubicó de forma horizontal con las tapas hacia arriba, cubiertos totalmente por agua, de igual forma se dejó un espacio libre de 5cm

entre el agua y la tapa del recipiente, por otra parte, los envases estaban a espacios considerables de 2cm cada uno, el cual no se colisionarán entre ellos.

**Enfriado:** Los productos envasados se enfriaron a temperatura ambiente (25°C).

**Etiquetado:** Los envases fueron codificados para cada uno de los tratamientos.

**Almacenado:** Se almacenaron los productos elaborados de cada uno de los tratamientos a temperatura de 4°C.

### **3.8. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS**

Se utilizó la estadística descriptiva, el cual permitió comparar los resultados obtenidos en las muestras de pimiento como en el producto de conserva, mediante el uso de gráficos estadísticos en Microsoft Excel 2013.

# CAPITULO IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

## 4.1. APLICACIÓN DE LA ENCUESTA

La siguiente encuesta se aplicó a los dueños y trabajadores de tres cultivos de pimientos ubicados en los sectores Figueroa, Las Cañitas y El Gramal cercanos a la ciudad de Calceta, cantón Bolívar.

### 1. ¿Conoce Usted sobre las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)?

Cuadro 4.1. Conocimiento sobre BPA

Alternativas	Personas	Porcentaje (%)
Si	1	17%
No	5	83%
Total	6	100%

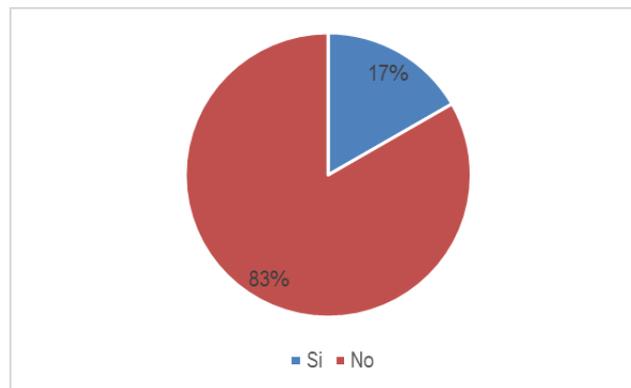


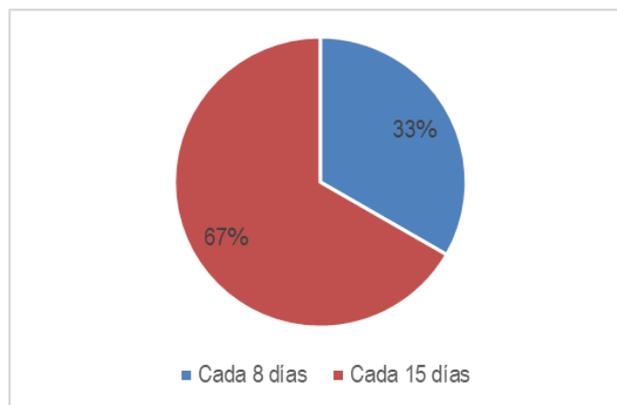
Gráfico 4.1. Porcentaje de personas que conocen sobre las BPA

Según el gráfico 4.1, el 83% de los encuestados no conocen sobre los métodos aplicados en las Buenas Prácticas Agrícola (BPA), mientras que solo el 17% tiene conocimiento sobre estas prácticas. Analizando estos datos se hace evidente el desconocimiento de los agricultores sobre las BPA, esto puede generar la preparación de dosis erróneas de productos agroquímicos, que pueden causar problemas en la salud de consumidor.

### 2. ¿Cada cuánto tiempo aplica pesticidas y abono al cultivo?

Cuadro 4.2. Aplicación de pesticidas y abono

Alternativas	Personas	Porcentaje (%)
Cada 8 días	2	33%
Cada 15 días	4	67%
Total	6	100%



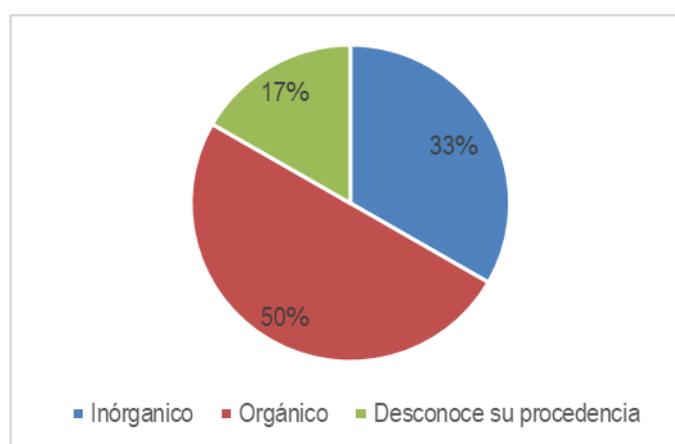
**Gráfico 4.2.** Tiempo de aplicación de pesticidas y abono

El gráfico 4.2, muestra que el 67% de los agricultores investigados aplican los pesticidas y abono cada 15 días, mientras que el 33% los aplica cada 8 días. De acuerdo con el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) indica que la frecuencia de aplicación de los insecticidas va de 5 a 14 días, según la resistencia de las plagas en los cultivos.

### 3. ¿Qué tipo de pesticidas y abono aplica al cultivo?

**Cuadro 4.3.** Tipos de pesticidas y abono

Alternativas	Personas	Porcentaje (%)
Inorgánico	2	33%
Orgánico	3	50%
Desconoce su procedencia	1	17%
Total	6	100%



**Gráfico 4.3.** Tipos de pesticidas y abono

El gráfico 4.3, demuestra que 50% de los agricultores investigados aplican pesticidas y abonos orgánicos; Portilla et al., (2017) explica que los productos

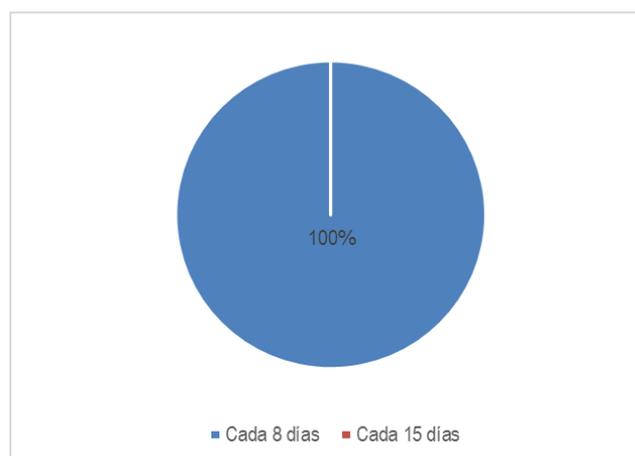
orgánicos contienen importantes cantidades de nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) que sirven de protección contra las plagas.

El 33% aplica pesticidas y abonos inorgánicos, Efus (2017) explica que el uso de productos sintéticos afecta la calidad de los suelos agrícolas, incidiendo en su degradación, por el uso permanente y excesivo de abonos nitrogenados (urea), cuyos componentes de Amonio ( $[NH]_4$ ), Nitrato ( $[NO]_3$ ) y Nitritos ( $[NO]_2$ ) al no ser absorbidos en su totalidad por las raíces de las plantas, se almacenan en el suelo provocando acidez y la disminución de la materia orgánica. El 17% de los agricultores desconoce la procedencia de los pesticidas y abonos que aplican al cultivo.

#### 4. ¿Cada cuánto tiempo se da la cosecha?

**Cuadro 4.4.** Tiempo de cosecha

Alternativas	Personas	Porcentaje (%)
Cada 8 días	6	100%
Cada 15 días	0	0%
Total	6	100%



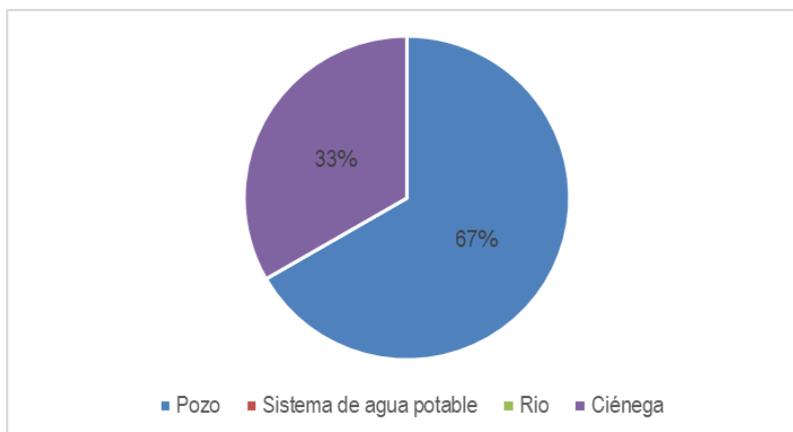
**Gráfico 4.4.** Tiempo de cosecha

El gráfico 4.4, se evidencia que el 100% de los agricultores encuestados cosechan el pimiento cada 8 días para su posterior venta, Fornaris (2005) explica que el pimiento se cosecha comúnmente una vez a la semana, por tanto, al ser un producto de consumo directo y cumplir con la demanda, se debe incorporar al suelo los nutrientes para asegurar la producción.

#### 5. ¿De dónde proviene el agua para el regadío del cultivo?

**Cuadro 4.5. Proveniencia del agua para regadío**

Alternativas	Personas	Porcentaje (%)
Pozo	4	67%
Sistema de agua potable	0	0%
Rio	0	0%
Ciénega	2	33%
Total	6	100%

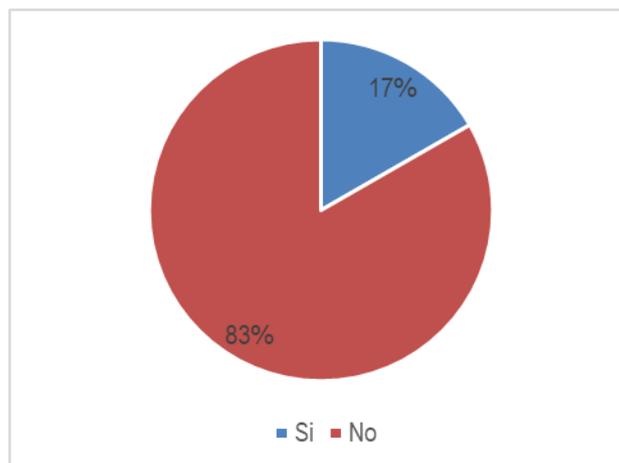
**Gráfico 4.5. Proveniencia del agua para regadío**

El gráfico 4.5, indica que el 67% de los agricultores investigados utilizan agua proveniente de pozos, mientras que el 33% utiliza agua proveniente de la ciénega (sitio Figueroa de la parroquia la Estancilla). Analizando los datos se pudo constatar que ninguno de los agricultores utiliza agua potabilizada para sus cultivos, es por ello, que las personas optan por construir pozos donde a pocos metros obtienen agua dulce para los sembríos.

## 6. ¿Conoce Usted qué son los metales pesados?

**Cuadro 4.6. Conocimiento sobre metales pesados**

Alternativas	Personas	Porcentaje (%)
Si	1	17%
No	5	83%
Total	6	100%



**Gráfico 4.6.** Conocimiento sobre metales pesados

Según el gráfico 4.6, el 83% de los encuestados no conoce sobre lo que son los metales pesados, mientras que solo el 17% tiene conocimiento sobre los mismos. Al analizar estos datos, se hace evidente el desconocimiento de los agricultores sobre los metales pesados y el daño que pueden causar a la salud.

## 7. ¿Dónde se vende el producto del cultivo?

**Cuadro 4.7.** Conocimiento sobre metales pesados

Alternativas	Personas	Porcentaje (%)
Mercado central de Calceta	6	100%
Mercado central de Junín	0	0%
Centros comerciales	0	0%
Tiendas de víveres	0	0%
Total	6	100%



**Gráfica 4.7.** Lugar de expendio del producto

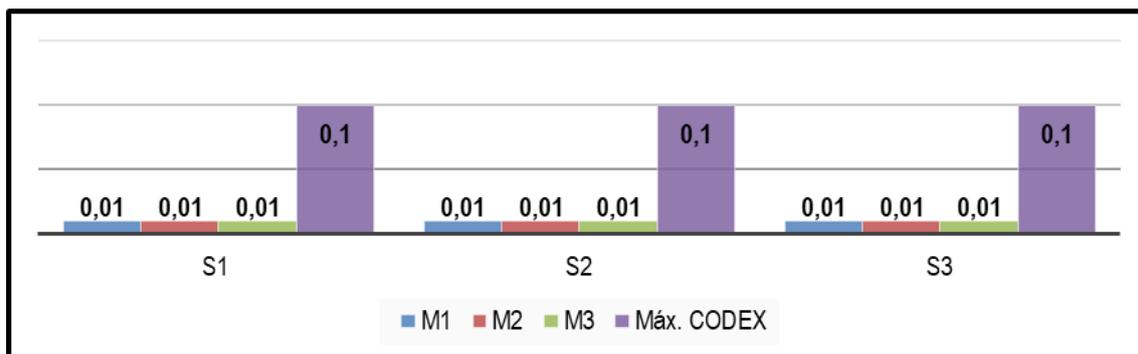
El gráfico 4.7, demuestra que el 100% de los agricultores encuestados venden sus productos a los diversos comerciantes que están asentados en el mercado central de la ciudad de Calceta.

#### **4.2. Conservación de Plomo (Pb) en el pimiento verde frente a las concentraciones determinadas por el CÓDEX STAN 193-1995.**

El valor máximo para cada sembrío fue de 0,01mg/Kg (cuadro 4.8), dichas concentraciones fueron comparadas por el CODEX STAN 193-1995, en donde el Plomo presenta un valor máximo de 0,10mg/kg, por tanto, los resultados demuestran que el pimiento verde cosechado a los alrededores de la ciudad de Calceta no excede el límite permisible de plomo (**Ver anexo 13**).

**Cuadro 4.8.** Concentración promedio de Plomo (mg/Kg) halladas en muestras de pimiento verde, frente a la concentración (mg/Kg) determinada por el CODEX STAN 193-1995.

Muestra	Peso de la muestra (g)	Concentración mín. (mg/Kg)	Concentración máx. (mg/Kg)	Promedio (mg/Kg)	Concentración máxima según el CODEX (mg/Kg)
Sembrío 1	100	0,01	0,01	0,01	
Sembrío 2	100	0,01	0,01	0,01	0,10
Sembrío 3	100	0,01	0,01	0,01	



**Gráfico 4.8.** Concentración promedio de plomo (mg/Kg) halladas en muestras de pimienta verde, frente a la concentración (mg/Kg) determinada por el CODEX STAN 193-1995.

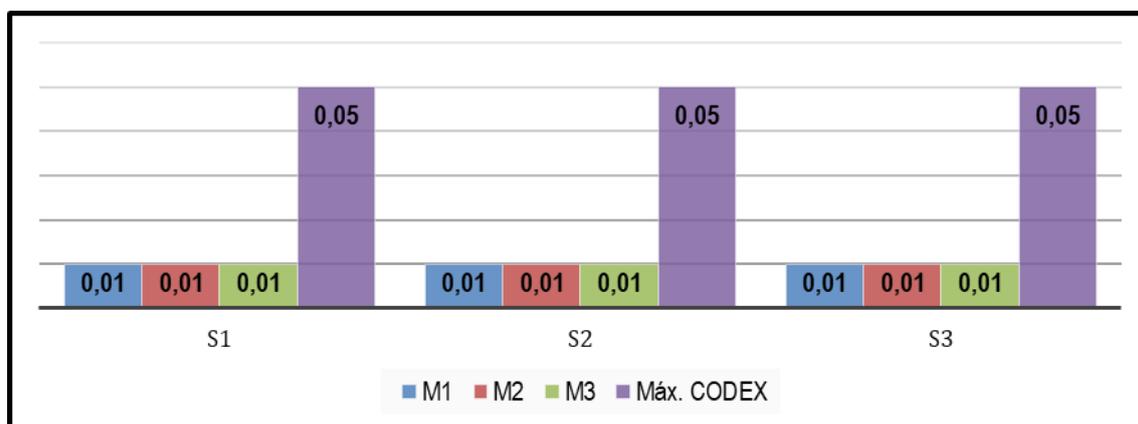
Los bajos niveles de Pb detectados en las muestras de pimienta se debió a la utilización de productos orgánicos en los sembríos de cultivos, conforme con lo reportado en las encuestas realizadas a los agricultores (gráfico 4.3); así mismo, las zonas cultivadas se encuentran alejadas de la zona urbana (10Km), que de acuerdo con la investigación de Olivares et al., (2013) los análisis de plomo, cadmio, cobre y zinc realizados a hortalizas presentaron concentraciones altas de 0,28 mg/kg debido a su cercanía al río Almendares (La Habana, Cuba) y el alto tráfico vehicular. A su vez Ruiz (2012) en su investigación menciona que, los análisis de Pb y Cd realizados a un sembrío de maíz ubicado a 10Km de Taxco (México), fueron de 0,8mg/kg, esto puede deberse a su cercanía con la ciudad y también a algunas minas.

#### **4.3. Conservación de Cadmio (Cd) en el pimienta verde frente a las concentraciones determinadas por el CÓDEX STAN 193-1995.**

Las muestras de pimienta verde procedentes de los tres sembríos (cuadro 4.9) presentaron una concentración de cadmio de 0,01mg/Kg, conforme se representa en el gráfico 4.9; los valores se contrastaron con la normativa del CODEX STAN 193-1995, cuyo valor máximo permisible es de 0,05mg/kg, por tanto, los resultados demuestran que el pimienta verde cosechado a los alrededores de la ciudad de Calceta no excede el límite de contenido en cadmio.

**Cuadro 4.9.** Concentración promedio de Cadmio (mg/Kg) halladas en muestras de pimiento verde, frente a la concentración (mg/Kg) determinada por el CODEX.

Muestra	Peso de la muestra (g)	Concentración mín. (mg/Kg)	Concentración máx. (mg/Kg)	Promedio (mg/Kg)	Concentración máxima según el CODEX (mg/Kg)
Sembrío 1	100	0,01	0,01	0,01	
Sembrío 2	100	0,01	0,01	0,01	0,05
Sembrío 3	100	0,01	0,01	0,01	



**Gráfico 4.9.** Concentración promedio de cadmio (mg/Kg) halladas en muestras de pimiento verde, frente a la concentración (mg/Kg) determinada por el CODEX STAN 193-1995.

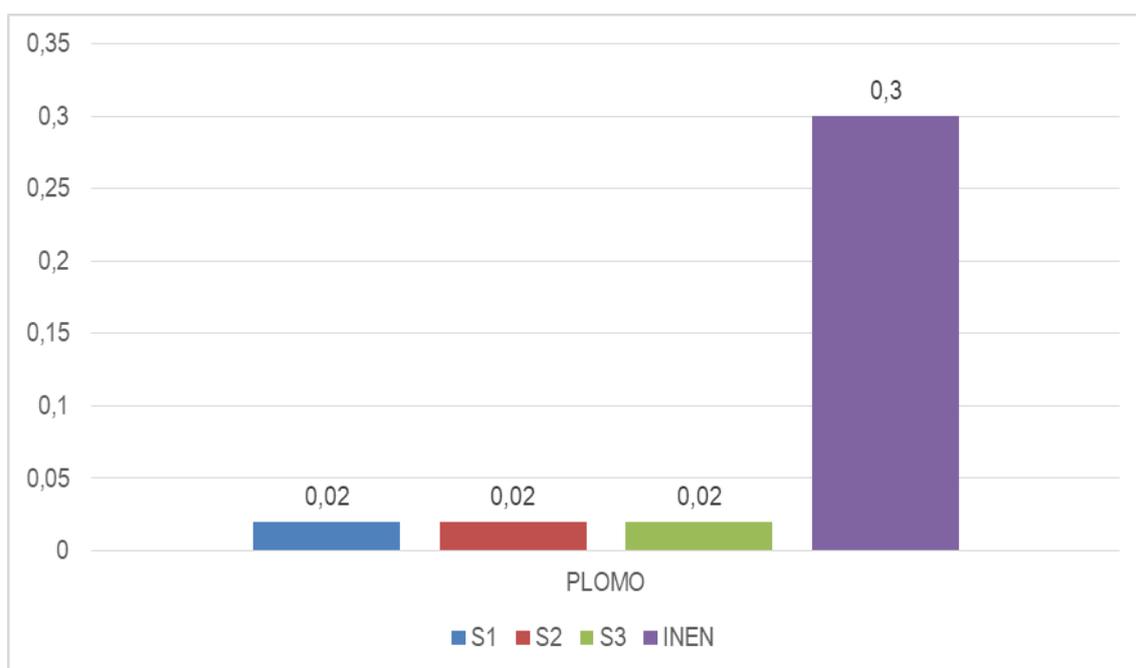
Las concentraciones de Cd en las muestras de pimiento se encuentran bajo la normativa vigente debido al uso de productos orgánicos en los sembríos, conforme lo indicado por los agricultores encuestados (cuadro 4.1) así mismo, los cultivos no están expuestos a la combustión de vehículos, actividades industriales, manteniéndose alejadas de la zona urbana; sin embargo, Sarabia et al. (2011) indican que las aguas de pozos usados para los riegos agrícolas, presentan exceso de sales, coliformes, metales pesados y altos índices de nitratos. Un estudio similar lo efectuó Vásquez (2020) donde evaluó metales pesados de cadmio y arsénico en hortalizas lechuga (*Lactusa sativa*) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) de la zona agrícola de sector Machachi, encontrándose una concentración de Cd 0,0908mg/kg en lechuga y 0,0636mg/kg en tomate, excediendo los límites permisibles por el CODEX STAN 193-1995.

#### 4.4. Concentración de Plomo en la conserva de pimiento verde frente a las concentraciones determinadas por la NTE INEN 405, (1988).

Los análisis realizados a las conservas de pimiento verde de los sitios Figueroa (S1), Las Cañitas (S2) y el Gramal (S3) reflejaron un valor de 0,02mg/Kg de concentración de Pb (cuadro 4.10) para todas las muestras, conforme lo representado en el gráfico 4.10, dicho resultado fue comparado con la normativa ecuatoriana NTE INEN 405 (1988), en donde plomo presenta un valor máximo de 0,3mg/Kg; por tanto, el producto se encuentra a niveles permisibles de Pb en conserva. Se debe señalar que existió un nivel más alto de concentración de Pb en comparación con la muestra de pimiento inicial, debido a que el muestreo se lo realizó en períodos diferentes; para cuantificar la concentración de metales en el pimiento, éste se lo efectuó en el mes de noviembre del 2020 (Ver anexo 13-15), mientras que para la conserva fue en marzo del 2021 (Ver anexo 16-18), lo que se puede indicar que en los meses de sequía hay una menor absorción de metales pesados.

**Cuadro 4.10.** Concentración promedio de Plomo (mg/Kg) halladas en la conserva de pimiento verde, frente a la concentración (mg/Kg) determinada por la NTE INEN 405, 1988.

Muestra	Peso de la muestra (g)	Concentración máx. (mg/Kg)	Concentración máxima según la NTE INEN 405 (mg/Kg)
S1	100	0,02	
S2	100	0,02	0,3
S3	100	0,02	



**Gráfico 4.10.** Concentración promedio de plomo (mg/Kg) halladas en las conservas de pimiento verde, frente a la concentración (mg/Kg) determinada por la NTE INEN 405, 1988.

De acuerdo con (Hernández *et al.*, 2004) las altas concentraciones encontradas de Pb ( $\geq 1$ ppm) en muestras de navajas podría asociarse al contacto del líquido de cobertura con el barniz de la lata. En la investigación de Massadeh *et al.* (2017) las conservas de judías verdes tenían concentraciones de 3,01mg/kg de Pb, sobrepasando considerablemente los valores establecidos en la norma 193-1995 del Codex; esto se debió a la soldadura utilizada en la fabricación de las tapas y latas, reconocida como una importante fuente de contaminación de los alimentos por Pb.

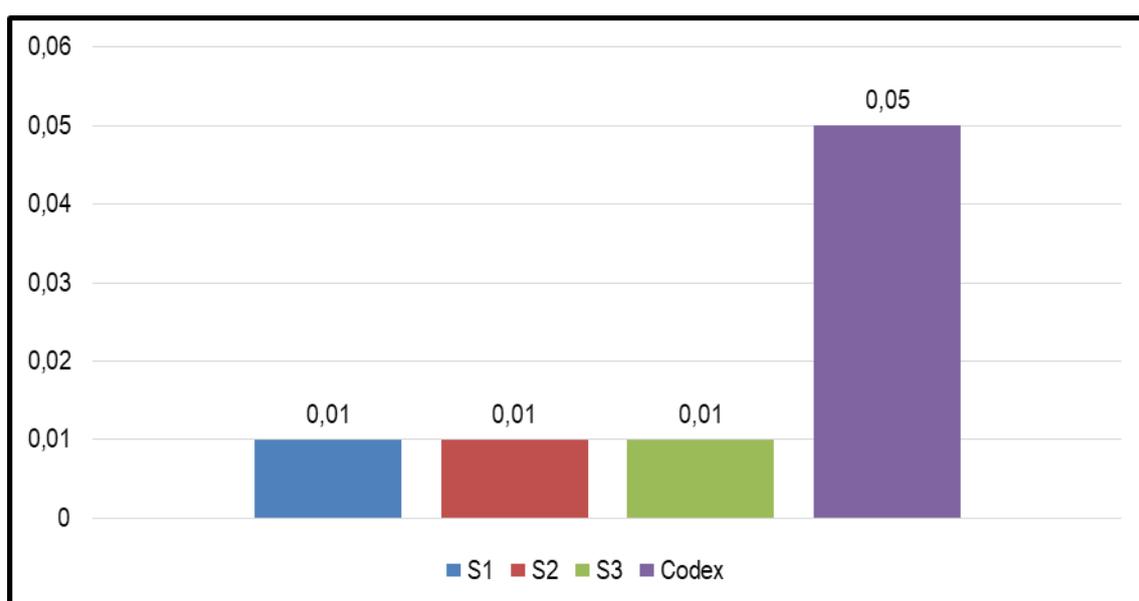
#### **4.5. Concentración de Cadmio en la conserva de pimiento verde, frente a la del CÓDEX STAND 193-1995.**

Al realizar los análisis de concentración de Cd a las conservas de pimiento verde (cuadro 4.11) se evidenció un valor de 0,01mg/Kg para todas las muestras (S1, S2 y S3), sin que exista variación alguna; dichos resultados fueron comparados con la norma CODEX STAND 193-1995, debido a que la norma INEN 405 (ver cuadro 2.5) no detalla al Cd como contaminante en conservas vegetales. De acuerdo con la norma el nivel máximo permisible de Cd es 0,05mg/Kg en conservas de frutos de hortalizas, conforme lo representado en el gráfico 4.11,

por tanto, el producto está dentro de los niveles de concentración de Cd para ser consumido.

**Cuadro 4.11.** Concentración promedio de Cadmio (mg/Kg) halladas en la conserva de pimiento verde.

Muestra	Peso de la muestra (g)	Concentración máx. (mg/Kg)	Concentración máxima según Codex Stand 193- 1995 (mg/Kg)
S1	100	0,01	0,05
S2	100	0,01	
S3	100	0,01	



**Gráfico 4.11.** Concentración promedio de Cadmio (mg/Kg) halladas en las conservas de pimiento verde.

En la investigación de Abbasi *et al.*, (2020), demuestran que, en productos como salsas, mermeladas y frutas encurtidas obtenidas de los mercados del norte de Pakistán, la concentración de Cd sobrepasa los límites permisibles por la norma con un 6,91mg/Kg, los altos índices en la investigación se dieron por fuentes naturales y antropogénicas en los alimentos procesados.

Las tecnologías de cocción son ineficaces para reducir la concentración de cadmio, lo que evidencia el mantenimiento de los resultados de la conserva (cuadro 4.11) con los del pimiento verde (cuadro 4.9). El cadmio tiene una alta afinidad por los grupos funcionales polares en las matrices biológicas, por lo que se han aplicado ingredientes alimentarios baratos y comunes como el ácido cítrico, debido a que el cadmio se compleja fácilmente con ácidos dicarboxílicos

(Huo et al., 2016; Pogoson *et al.*, 2021), otra estrategia para el desarrollo de alimentos libres de cadmio es *Lactobacillus fermentum* L19 que ha tenido efecto en la eliminación de cadmio en jugo de tomate y manzana (Liu *et al.*, 2021).

## **CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- Se constató la presencia de Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) a concentraciones no mayores de 0,01mg/Kg en los sembríos de los sitios Figueroa, El Gramal y Las Cañitas.
- El análisis comparativo mostró que las concentraciones de metales pesados (Cd y Pb) en el pimiento verde se encontraron dentro del valor máximo permitido de 0,05 mg/Kg (Cd) y 0,1 mg/Kg (Pb) por el CODEX STAN 193-1995.
- Se cuantificó la presencia de metales pesados de Cd (0,01mg/kg) y Pb (0,02mg/kg) en la conserva de pimiento verde, evidenciándose que la concentración de Pb y Cd se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma INEN 405 y CODEX STAN 193-1995, respectivamente.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

- Realizar análisis con otros metales pesados como el mercurio, arsénico, o cromo en muestras de pimiento verde, de esta manera salvaguardar la salud de los consumidores, estos metales por su alta toxicidad pueden generar alteraciones neurológicas, óseas entre otras enfermedades.
- Los organismos reguladores deben impartir charlas o seminarios sobre las BPA a los agricultores, así también crear políticas públicas o un plan de manejo de productos agrícolas que garanticen la calidad y seguridad al consumidor final.
- La academia debe estrechar aún más los vínculos de cooperación con los agricultores de la zona para aplicar las técnicas correctas de cultivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abbasi, H., Hussain, M., Mohiuddin, M., Soliman, M., Hussain, Z., Alkahtani, J., Ullah, W., Alwahibi, M., Mehmood, A. (2020). Quantification of heavy metals and health risk assessment in processed fruits' products. Abbottabad, Pakistan. Arabian Journal of Chemistry. Vol. 13. (N.13), Pág. 8965.
- Agrocalidad. (2015). Instructivo de muestreo de productos agrícolas para análisis de residuos de plaguicidas. Recuperado el 27 de noviembre 2019, de <http://web.agrocalidad.gob.ec/documentos/lab/06-INT-CPA-01-Rev.-3>
- Alcocer, V., Castellanos, A., Herrera, F., Chel, L., Betancur, D. (2007). Detección de metales pesados y dicloro difenil. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. Vol. 45.(N.2), Pág. 237-247.
- Arias, L. (2013). Comportamiento agronómico de 4 híbridos de pimiento (*capsicum annum L.*) en la parroquia Luz de América, Cantón Santo Domingo. Recuperado el 4 de noviembre 2019, de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/595/1/T-UTEQ-0087.pdf>
- Ayala, J., Romero, H. (2013). Presencia de metales pesados (Arsénico y Mercurio) en leche de vaca al sur de Ecuador. LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida. Vol. 17. (N.1), Pág. 36 - 46.
- Ayán, A. (2018). Efecto de PO2012 el estrés por cobre en la planta pimiento. Tesis. Master en Biología. Recuperado el 30 de noviembre 2019, de [https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/21396/AyanAlvarez\\_Angeles\\_TFM\\_2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/21396/AyanAlvarez_Angeles_TFM_2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Baines, A., Levy, A., Visconti, M., Sanz, J. (2020). Neoplasia de próstata en trabajadores expuestos al cadmio y/o sus compuestos: revisión sistemática. Revista Medicina y Seguridad del Trabajo. Vol. 65. (N.264), Pág. 59-72.
- Botella, F., Alfaro, J., Hernández, A. (2015). Uso y abuso de la sal en la alimentación humana. Revista Nutrición Clínica en Medicina. Vol. 9. (N.3), Pág. 189-203.
- Buñay, C. (2017). Etapas fenológicas del cultivo del pimiento (*Capsicum annum. L*) variedad verde, bajo las condiciones climáticas del cantón General Antonio

Elizalde (Bucay) provincia del Guayas. Recuperado el 12 de diciembre 2019, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25090/1/tesis%20024%20Ingenier%c3%ada%20Agropecuaria%20-%20Bu%c3%b1ay%20Christian%20-%20cd%20024.pdf>

Calderón, E., Calderón, P. (2014). Concentración de metales pesados en hortalizas que se comercializan en el mercado modelo de Piura. Revista Universidad Nacional de Piura. Vol. 4. (N.1), Pág. 9.

CODEX STAN 193. (1995). Norma general del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos. Recuperado el 12 de septiembre 2019, de [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B193-1995%252FCXS\\_193s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B193-1995%252FCXS_193s.pdf)

Coronel, E.(2018). Determinación de metales pesados plomo (Pb) y cadmio (Cd) en hortalizas de consumo directo producidas orgánicamente. Recuperado el 12 de diciembre 2019, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/14566/1/T-UCE-0004-A61-2018.pdf>

Cortés, L., Martín, F., Sarria, M. (2017). Evaluación de la toxicidad de metales pesados en dos suelos agrícolas de Colombia mediante bioensayos. Revista Temas Agrarios. Vol. 22. (N.2), Pág. 43-53.

Costenbader, C. (2002). The Big Book of Preserving the Harvest. 2 ed. United States. Storey Publishing. Pág. 352.

Covarrubias, S., Peña, J. (2017). Contaminación ambiental por metales pesados en México. Revista Int. Contam. Ambie. Vol. 33. (N.1), Pág. 7-21.

Damann, I. (2018). Conserva en natura. BR. Revista Científica Multidisciplinaria Base de Conocimiento. Vol. 6. (N.6), Pág. 41-67.

Duvilanski, B., Cabilla, J. (2014). El Cadmio como citotóxico y metalohormona. Efectos sobre el eje hipotálamo-hipofisario. Revista Ciencia e Investigación. Vol.64. (N.5), Pág. 17.

- EC. (El Comercio). (2011). Cuatro clases de pimientos se cosechan en esta época. Recuperado el 16 de noviembre 2019, de <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/cuatro-clases-de-pimientos-se.html>
- EFSA. (Autoridad Europea en Seguridad Alimentaria). (2013). Metales como contaminantes en los alimentos. Recuperado el 19 de diciembre de 2019, de <http://www.safefoodnetwork.com>
- Escobar, S. (2016). Determinación de la presencia de plomo y cadmio en frutilla (*Fragaria Ananassa*) y tomate (*Solanum Lycopersicum*) en el quinche. Recuperado el 18 de noviembre 2019, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10068/1/T-UCE-0004-81.pdf>
- Efus, A. (2017). Empleo de abonos sintéticos y su impacto ambiental en la degradación de la calidad de suelos agrícolas en la comunidad de Coyunde Grande, distrito Chugur. Recuperado el 18 de diciembre 2019, de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/28145/efus\\_oa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/28145/efus_oa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Figuroa, R., Caicedo, D., Echeverry, G., Peña, M., Méndez, F. (2017). Condición socioeconómica, patrones de alimentación y exposición. Revista Biomédica del Instituto Nacional de Salud. Vol. 37. (N.3), Pág. 342.
- Fornaris, G. (2005). Conjunto Tecnológico para la Producción del Pimiento. Mayaguez, PR. Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico. Recuperado el 10 de enero 2020, de <https://www.uprm.edu/eea/wp-content/uploads/sites/177/2016/04/PIMIENTO-Variedades-y-su-Selecci%C3%B3n-v2005.pdf>
- Flores, R., Guerra, C., Ipanaque, M., Rodríguez, R., Vega, N. (2014). Efectos adversos de metales pesados en la agricultura Cuenca baja del río Huaura-provincia Huaura; Huacho 2014. Recuperado el 20 de enero 2020, de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/1618/INVEST%2005.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Hernández, D., García, M., Alonso, J., Melgar, M., Pérez, M. (2004). Concentraciones de metales pesados (plomo y cadmio) en conservas de almeja, berberecho y navaja comercializadas en España. *Revista Ciencia y Tecnología Alimentaria*. Vol. 4. (N.3), Pág. 197-205
- Hernández, Y., Rodríguez, P., Peña, M., Meriño, Y. Cartaya, O. (2019). Toxicidad del Cadmio en las plantas y estrategias para disminuir sus efectos. Estudio de caso: El tomate. La Habana, CU. *Revista Cultivos Tropicales*. Vol. 40. (N. 3).
- Huo, Y., Du, H., Xue, B., Niu, M., Zhao, S. (2016). Cadmium Removal from Rice by Separating and Washing Protein Isolate. *Journal of Food Science*, Vol. 81. (N. 6). Pág.1576–1584.
- Isaza, G. (2013). Efecto del plomo sobre la imbibición, germinación y crecimiento de (*Phaseolus vulgaris L.* y *Zea mays L.*). Buenaventura-Valle del Cauca, CO. *Revista Instituto de Biotecnología de las Plantas*. Vol. 13. (N. 3).
- (INTA). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2017). Insecticidas para los cultivos de pimiento y berenjena. Recuperado el 28 de mayo. 2021, [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_insecticidas\\_pimiento\\_y\\_berenjena.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_insecticidas_pimiento_y_berenjena.pdf)
- Gamboa, N. (2019). El Cadmio, su presencia nos alerta de la contaminación antropogénica. *Revista Química PUCP*. Vol. 33. (N. 1-2), Pág. 14-16.
- García, D. (2006). Efectos fisiológicos y compartimentación radicular en plantas de (*Zea mays L.*). Expuestas a la toxicidad por plomo. Recuperado el 20 de enero 2020, de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/3676/dgv1de1.pdf?sequence=1>
- García, C., Llanos, M., Mazón, B. (2016). La determinación de vitamina c en pimiento (*Capsicum annuum L.*) por voltimetría de barrido lineal. Machala, EC. *Revista de Investigación Talentos*, Vol.3. (N. 2), Pág. 2.
- García, J. (2002). Estado actual de la contaminación por metales. Recuperado el 10 febrero 2020, de [https://lope.unex.es/search\\*sipi/i84-7723-538-4](https://lope.unex.es/search*sipi/i84-7723-538-4)
- Google Earth, (2019). Ubicación geográfica. Recuperado el 11 febrero 2020, de [www.google.com](http://www.google.com).

- Guato, M. (2017). Evaluación del rendimiento de tres híbridos de pimiento (*Capsicum Annuum L.*) a las condiciones agroclimáticas de la comunidad la clementina, parroquia Pelileo, cantón Pelileo, provincia de Tungurahua. Recuperado el 11 de enero 2020, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24996/1/Tesis-147%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20459.pdf>
- Jano, H. (2017). Concentración de metales pesados en hortalizas de la localidad de Atlixco y su posible riesgo en la salud humana. Recuperado el 11 de enero 2020, de <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/544>
- Jiménez, P. (2018). Identificación del agente causal(s) de la pudrición radicular en pimiento (*Capsicum annuum L.*) en Tumbaco. Recuperado el 12 de diciembre 2020, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15929/1/T-UCE-0001-CAG-014.pdf>
- Lee, S. (2012). Seguridad Microbiana de Encurtidos de Frutas y Vegetales y la Tecnología de Barreras. Washington, USA. Revista Mundo Alimentario. Vol. 57. (N.3), Pág. 20-27.
- Liu, Q., Chen, Z., Huang, L., Mujtaba Munir, M. A., Wu, Y., Wang, Q., Ma, L., Xu, S., Wen, Z., Feng, Y. (2021). The effects of a combined amendment on growth, cadmium adsorption by five fruit vegetables, and soil fertility in contaminated greenhouse under rotation system. Chemosphere. Vol. 285. Pág. 131499.
- Londoño, L., Londoño, T., Muñoz, F. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. Medellín, CO. Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. Vol. 14. (N. 2), Pág. 145-153.
- Madueño, F. (2017). Determinación de metales pesados (Plomo y Cadmio) en lechuga (*Lactuca sativa*) en mercados del Cono Norte, Centro y Cono Sur de Lima Metropolitana. Recuperado el 20 de septiembre del 2019, de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/15852>
- Mahdieh, M., Yazdani, M., Mahdieh, S. (2013). The high potential of Pelargonium roseum plant for phytoremediation of heavy metals. Arak, IRN. Revista Environmental Monitoring and Assessment. Vol. 185. (N. 9), Pág. 7877–7881.

- Mancilla, O., Fregoso, B., Hueso, J., Guevara, R., Palomera, C., Olguin, J., Ortega, H., Fallad, J. (2015). Metales pesados en el agua de la Cuenca del río Ayuquila-Tuxcacuesco-Armeria, MX. *Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico*. Vol. 2. (N. 3), Pág. 235-242.
- Mantilla, R. (2018). Determinación de metales pesados y pérdidas poscosecha en dos hortalizas de consumo directo pimiento (*Capsicum annuum L.*) y cebolla (*Allium Cepa*). Recuperado el 20 de enero 2020, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/14586/1/T-UCE-0004-A64-2018.pdf>
- Massadeh, A., Al-Massaedh, A. (2017). Determination of heavy metals in canned fruits and vegetables sold in the Jordanian market. *Jordania*. Springer. Vol. 25. (N. 2), Pág. 1914-1020.
- Masaquiza, M. (2016). Influencia del abono orgánico biol, sobre el comportamiento agronómico y productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L.*), en el cantón Cumandá provincia de Chimborazo. Recuperado el 10 de febrero 2020, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24083/1/tesis%20004%20Ingenier%c3%ada%20Agropecuaria%20-%20Maria%20Fernanda%20Masaquiza%20-%20cd%20004.pdf>
- Mayank, V., Rohan, D., Devendra, K., Manoj, P. (2011). Bioassay as monitoring system for lead phytoremediation through *Crinum asiaticum L.* Agra, IND. *Revista Environment Monit Evaluation*. Vol. 178. (N. 1-4), Pág. 373 - 381.
- Mero, M., Pernía, B., Ramírez, N., Bravo, K., Ramírez, L., Larreta, E., Egas, F. (2019). Concentración de Cadmio en agua, sedimentos, (*Eichhornia crassipes*) y (*Pomacea canaliculata*) en el río Guayas (Ecuador) y sus afluentes. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. Vol. 35. (N. 3), Pág. 623-640.
- McGrath, M. (2014). Que son los fungicidas. Recuperado el 08 de enero 2020, de: <https://www.apsnet.org>
- Moreira, C., Zambrano, L. (2019). Determinación de la actividad antioxidante del vinagre obtenido a base de kombucha (*Manchurian fungus*) con o sin especias

(*Rosmarinus officinalis* y *Thymus*). Recuperado el 10 marzo 2020, de <https://repositorio.uileam.edu.ec/bitstream/123456789/1943/1/ULEAM-AGROIN-0032.pdf>

Nava, C., Méndez, M. (2011). Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico y talio). MX. Revistas Arch Neurocién. Vol. (N. 3), 16. Pág. 140 - 147.

NTE INEN 405 (Norma Técnica Ecuatoriana Instituto Ecuatoriano de Normalización). (1988). Conservas Vegetales. EC. Recuperado el 13 diciembre 2020, <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/405.pdf>.

NTE INEN 57 (Norma Técnica Ecuatoriana Instituto Ecuatoriano de Normalización). (2015). Sal para consumo humano. EC. Recuperado el 30 marzo 2021, [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_57-4.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_57-4.pdf).

NSO, (Norma Salvadoreña). 67.20.01. 2005. Sal fortificada con Yodo.

Núñez, A., Martínez, S., Moreno, S., Cárdenas, M., García, G., Hernández, J., Rodríguez, A., Castillo, I. (2008). Determinación de metales pesados (Aluminio, Plomo, Cadmio y Níquel) en rábano. Laboratorio Químico Analítica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León: (UANL). Pág. 1-5.

Olivares, S., García, D., Lima, L., Saborit, I. (2013). Niveles de Cadmio, Plomo, Cobre y Zinc en hortalizas cultivadas en una zona altamente urbanizada de la ciudad de la Habana, Cuba. Rev. Int. Contam. Ambie. Vol. 29. Pág. 285-294.

OMS. (Organización Mundial de la Salud). (2019). Intoxicación por plomo y salud. Recuperado 19 de enero 2020, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>.

Orquea, A., Sánchez, R. (2012). Prevalencia de las enfermedades transmitidas por alimentos en la ciudad de Cuenca en los años 2009 al 2011. Recuperado el 10 de noviembre <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/1374>

Orisakwe, O., Dagur, E., Mbagwu, H., Udowelle, N. (2017). Lead Levels in Vegetables from Artisanal Mining Sites of Dilimi River, Bukuru and Barkin Ladi North Central

Nigeria: Cancer and Non-Cancer Risk Assessment. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention. Vol. 18. (N. 3), Pág. 624.

Pan, J., Plant, J., Voulvoulis, N., Oates, C., Ihlenfeld, C. (2010). Cadmium levels in Europe: implications for human health. Londres, UK. Journal of the Society for Environmental Geochemistry and Health. Vol. 32. (N. 1), Pág. 12.

Pinto, M. (2018). El cultivo del pimiento y el clima en el Ecuador-INAMHI. EC. Recuperado el 19 de enero 2020, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>

Poma, P. (2008). Intoxicación por plomo en humanos. Revista an Fac med. Vol. 69. Pág. 120-121.

Pogoson, E., Carey, M., Meharg, C., Meharg, A. (2021). Reducing the cadmium, inorganic arsenic and dimethylarsinic acid content of rice through food-safe chemical cooking pre-treatment. Food Chemistry. Vol. 338. (N. 24), Pág. 127-842.

Portilla, G., Dután, M., Abril, H., Ullauri, J. (2017). Comunidad de Aprendizaje, la Reciprocidad de Aprender y Enseñar. Tú me Enseñas, yo te Enseño y todos Aprendemos. Revista Cientific. Vol. 2. (N. 3), Pág. 103.

Prieto, J., González, C., Román, A., Prieto, F. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. Revista Tropical and Subtropical Agroecosystems. Vol. 10. (N. 1), Pág. 29-44.

Quiñonez, J; Tandazo, J; Arias, J. (2020). Producción de pimiento (*Capsicum annum* L.) mediante la aplicación de abonos orgánicos. EC. Revista Ciencia e Investigación. Vol. 5. Pág. 42-45.

Ramírez, A. (2005). El cuadro clínico de la intoxicación ocupacional por plomo. Lima, PE. Revistas de investigación UNMSM. Vol. 66. (N. 1), Pág. 59.

Reyes, K. (2015). Cuantificación de vinagre obtenido de cáscara de piña por medio de fermentación alcohólica y acética, y su incidencia en la productividad, en una empresa guatemalteca. Tesis. Mg. Industrial. USAC. GT. Pág. 30.

- Reyes, Y., Vergara, I., Torres, O., Díaz, M., González, E. (2016). Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. Sogamoso-Boyacá, CO. Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo. Vol. 16. Pág. 66 - 77.
- Rodríguez, A., Terrón, L., Romero, M. (2020). Funciones del óxido nítrico en la respuesta de la planta a la toxicidad por Cadmio. Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente (Ecosistemas). Vol. 29. (N. 2).
- Rodríguez, D. (2017). Intoxicación ocupacional por metales pesados. Santiago de Cuba, CU. Revista Medisan. Vol. 21. (N. 12).
- Rodríguez, J., Alcalá, J., Montoya, A., Rodríguez, H., Ruiz, F., García, J., Díaz, P. (2014). Elementos traza en fertilizantes y abonos utilizados en agricultura orgánica y convencional. Revista mexicana de ciencias agrícola. Vol. 5. (N. 4).
- Román, P., Martínez, M., Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor. Santiago de Chile, CL. Recuperado el 17 de enero 2021. de, <https://www.fao.org/3/i3388s/l3388S.pdf>
- Rubio, C., Gutiérrez, A., Izquierdo, M. (2004). El plomo como contaminante alimentario. Tenerife, ES. Revista de Toxicología. Vol. 21. Pág. 72-80.
- Ruiz, A., Armienta, M. (2012). Acumulación de arsénico y metales pesados en maíz en suelos cercanos a jales o residuos mineros. Taxco, MX. Rev. Int. Contam. Ambie. Vol. 28. (N. 2), Pág. 103-117.
- Salas, C., Garduño, M., Mendiola, P. (2019). Fuentes de contaminación por plomo en alimentos, efectos en la salud y estrategias de prevención. MX Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. Vol. 20. Pág. 1-3.
- Sánchez, J., Castro, A., Burgos, P., López, R. (2016). Contenido de metales pesados en legumbres y hortalizas procedentes de huertos urbanos. Sevilla, ES. Revista REC. Vol. 5. Pág. 212.
- Sarabia, I., Cisneros, R., Aceves de Alba, J., Durán, M., Castro, J. (2011). Calidad del agua de riego en suelos agrícolas y cultivos del Valle de San Luis Potosí, México.

San Luis Potosí, MX. Revista Internacional Contaminación Ambiental. Vol. 27. (N. 2).

Senior, W., Cornejo, M., Tobar, J., Ramírez, M., Márquez, A. (2016). Metales pesados (cadmio, plomo, mercurio y arsénico) en pescados congelados de elevado consumo en el Ecuador. Machala-El Oro, EC. Revista Zootecnia Tropical. Vol. 34. (N. 2), Pag. 143-153.

Sharma, R., Archana, G. (2016). Cadmium minimization in food crops by cadmium resistant plant growth promoting Rhizobacteria Gujarat, IND. Revista Applied Soil Ecology. Vol. 107. Pag. 66 - 78.

Silva, F., Menechella, R., Wagner, O., Vidal, A. (1982). Cultivo de pimiento, análisis de costo y evaluación económica de una hectárea. 4 ed. Pedro Luro. Pág 51.

Sung, C; Park, C. (2018). The effect of site- and landscape-scale factors on lead contamination of leafy vegetables grown in urban gardens. Journal ELSEVIER, Vol. 177. (N. 7), Pág. 38-46.

Tejada, C., Villabona, Á., Garces, L. (2015). Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. Revistas tecnológicas. Vol. 18. Pág. 109-123.

Toro, P. (2013). Determinación de los metales pesados Cobalto, Mercurio y Plomo en la represa Daule Peripa por medio de Espectrómetro de emisión atómica con fuente de Plasma de argón con Acoplamiento Inductivo. Recuperado el 10 de enero 2020, de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3678/1/1118.pdf>

Vásquez, S. (2020). Determinación de la concentración de metales pesados cadmio y arsénico en hortalizas lechuga (*Lactuca sativa*) y tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) de la zona agrícola del sector Machachi, EC. Recuperado el 5 de noviembre 2019, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21959/1/T-UCE-0008-CQU-243.pdf>

Vásquez, V., Lescano, C. (2010). Predicción por redes neuronales artificiales de la calidad fisicoquímica de vinagre de melaza de caña por efecto de tiempo-

temperatura de alimentación a evaporador-destilador flash. Trujillo, PE. Scientia Agropecuaria. Vol. 1. (N. 1), Pág. 63-73.

Vega, D., Salamanca, A. (2016). Contenidos de plomo en acelga común (*Beta vulgaris L.*) producida en el contexto de la agricultura urbana Bogotá, Colombia. Revista Luna Azul. Vol. (N. 42), Pág. 44-53.

Villalba, A. (2019). Cadmio. Revista C2 ciencia y cultura. Pág. 4.

Wuan, Y., Yu, Y., Wang, Q., Qiao, Y. 2016. Cadmium uptake dynamics and translocation in rice seedling: Influence of different forms of selenium. Beijing, CN. Revista Ecotoxicology and Environmental Safety. Vol. 133. Pag. 127-134.

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Encuesta

### ENCUESTA



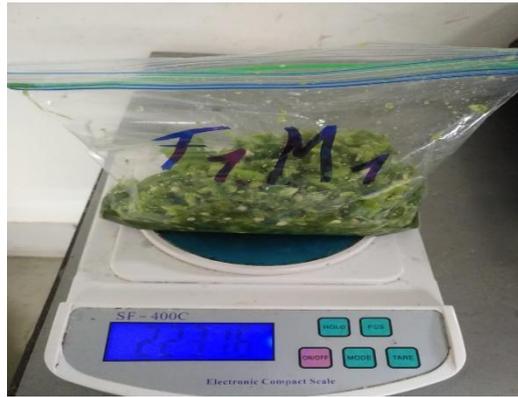
#### Entrevista a Productores de Pimiento

1. Conoce Ud. sobre las BPA (Buenas Prácticas Agrícolas)  
 Sí  No
2. Cada cuanto tiempo aplica pesticidas y abono al cultivo.  
 Cada 8 días   
 Cada 15 días
3. Qué tipo de pesticidas y abono aplica al cultivo  
 Inorgánico   
 Orgánico   
 Desconoce su procedencia
4. Cada cuanto tiempo se da la cosecha  
 Cada 8 días   
 Cada 15 días
5. De donde proviene el agua para el riego del cultivo  
 Pozo   
 Sistema de agua potable   
 Río   
 Ciénaga
6. Conoce Ud. que son los metales pesados  
 Sí  No
7. Donde se vende el producto del cultivo  
 Mercado central de Calceta   
 Mercado central de Junín   
 Centros comerciales   
 Tiendas de viveres

**Anexo 2. Toma de datos****Anexo 3. Sembrío 1.****Anexo 4. Sembrío 2**

**Anexo 5. Sembrío 3****Anexo 6. Recolección de los pimientos****Anexo 7. Selección de los pimientos**

**Anexo 8.** Muestras para los análisis de metales pesados (Pb y Cd) de pimiento verde



**Anexo 9.** Segunda recolección para realizar la conserva



**Anexo 10.** Selección de los pimientos para la conserva



**Anexo 11.** Cortado de los pimientos para la conserva



**Anexo 12.** Conserva de pimiento verde



### Anexo 13. Resultados de los análisis de metales pesados (Pb y Cd) en el pimiento verde en el sembrío uno.



Orden de trabajo N°204372  
Informe N° 204372  
Hoja 1 de 1

#### DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Nombre: Zambrano Álava Luis  
Dirección: Ciudadela Santa Martha, Calceta  
Muestra: Pimiento verde S1 M1  
Descripción de la muestra: Hortaliza fresca  
Fecha Elaboración: ---  
Fecha Vencimiento: ---  
Fecha de Toma: ---  
Lote: ---  
Localización: ---  
Envase: Funda de polietileno  
Conservación de la muestra: Refrigeración

#### DATOS DEL LABORATORIO

Fecha de recepción: 18 de noviembre del 2020  
Toma de muestra por: Cliente  
Fecha de realización del ensayo: 20 de noviembre – 03 de diciembre del 2020  
Fecha de emisión del informe: 04 de diciembre del 2020  
Condiciones ambientales: 21°C 64%HR

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
Cadmio	mg/kg	Standard Methods 3111B Modificado	< 0,01
Plomo	mg/kg	Standard Methods 3111B Modificado	< 0,01

*Cecilia Luzuriaga*  
Dra. Cecilia Luzuriaga  
GERENTE GENERAL

El presente informe solo es válido para la muestra analizada tal como fue recibida en LABOLAB. LABOLAB no se responsabiliza por los datos proporcionados por el cliente. Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB. Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.



#### INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros  
Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503/ 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 098 700 1591  
E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / ceciliacruzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

[www.labolab.com.ec](http://www.labolab.com.ec)

Quito - Ecuador

## Anexo 14. Resultados de los análisis de metales pesados (Pb y Cd) en pimiento verde en el sembrío dos.



Orden de trabajo N° 204375  
Informe N° 204375  
Hoja 1 de 1

### DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Nombre: Zambrano Álava Luis  
Dirección: Ciudadela Santa Martha, Calceta  
Muestra: Pimiento verde S2 M1  
Descripción de la muestra: Hortaliza fresca  
Fecha Elaboración: ---  
Fecha Vencimiento: ---  
Fecha de Toma: ---  
Lote: ---  
Localización: ---  
Envase: Funda de polietileno  
Conservación de la muestra: Refrigeración

### DATOS DEL LABORATORIO

Fecha de recepción: 18 de noviembre del 2020  
Toma de muestra por: Cliente  
Fecha de realización del ensayo: 20 de noviembre – 03 de diciembre del 2020  
Fecha de emisión del informe: 04 de diciembre del 2020  
Condiciones ambientales: 21°C 64%HR

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
Cadmio	mg/kg	Standard Methods 3111B Modificado	< 0,01
Plomo	mg/kg	Standard Methods 3111B Modificado	< 0,01

*Cecilia Luzuriaga*  
Dra. Cecilia Luzuriaga  
GERENTE GENERAL

El presente informe solo es válido para la muestra analizada tal como fue recibida en LABOLAB.  
LABOLAB no se responsabiliza por los datos proporcionados por el cliente.  
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.  
Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAN DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

### INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros  
Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503/ 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 098 700 1591  
E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / cecillaluzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

[www.labolab.com.ec](http://www.labolab.com.ec)

Quito - Ecuador

## Anexo 15. Resultados de los análisis de metales pesados (Pb y Cd) en pimiento verde en el sembrío tres.

# LABOLAB

ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES  
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N°204378  
Informe N° 204378  
Hoja 1 de 1

### DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Nombre: Zambrano Álava Luis  
Dirección: Ciudadela Santa Martha, Calceta  
Muestra: Pimiento verde S3 M1  
Descripción de la muestra: Hortaliza fresca  
Fecha Elaboración: ---  
Fecha Vencimiento: ---  
Fecha de Toma: ---  
Lote: ---  
Localización: ---  
Envase: Funda de polietileno  
Conservación de la muestra: Refrigeración

### DATOS DEL LABORATORIO

Fecha de recepción: 18 de noviembre del 2020  
Toma de muestra por: Cliente  
Fecha de realización del ensayo: 20 de noviembre – 03 de diciembre del 2020  
Fecha de emisión del informe: 04 de diciembre del 2020  
Condiciones ambientales: 21°C 64%HR

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
Cadmio	mg/kg	Standard Methods 3111B Modificado	< 0,01
Plomo	mg/kg	Standard Methods 3111B Modificado	< 0,01

*Cecilia Luzuriaga*  
Dra. Cecilia Luzuriaga  
GERENTE GENERAL

El presente informe solo es válido para la muestra analizada tal como fue recibida en LABOLAB.  
LABOLAB no se responsabiliza por los datos proporcionados por el cliente.  
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.  
Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.

**LABOLAB**  
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

### INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros  
Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503/ 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 098 700 1591  
E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / ceciliauzunaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

[www.labolab.com.ec](http://www.labolab.com.ec)

Quito - Ecuador

## Anexo 16. Resultados de los análisis de metales pesados (Pb y Cd) en conserva de pimienta verde del sembrío uno.



Orden de trabajo N° 210960  
Informe N° 210960  
Hoja 1 de 1

### DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

**Nombre:** LUIS JACINTO ZAMBRANO ALAVA  
**Dirección:** Calceta, Manabí  
**Muestra:** Conserva de pimienta verde S1  
**Descripción de la muestra:** Trozos de pimientos en líquido de gobierno  
**Fecha Elaboración:** 15 de marzo del 2021  
**Fecha Vencimiento:** 15 de junio del 2021  
**Fecha de Toma:** ---  
**Lote:** 1  
**Localización:** ---  
**Envase:** Vidrio  
**Conservación de la muestra:** Ambiente

### DATOS DEL LABORATORIO

**Fecha de recepción:** 17 de marzo del 2021  
**Toma de muestra por:** Cliente  
**Fecha de realización del ensayo:** 17 - 27 de marzo del 2021  
**Fecha de emisión del informe:** 28 de marzo del 2021  
**Condiciones ambientales:** 20,7°C 50%HR

METALES	UNIDAD	METODO	RESULTADO
Cadmio:	mg/ kg	Standard Methods 3111B Modificado	< 0,01
Plomo:	mg/ kg	Standard Methods 3111 B Modificado	< 0,02

*Cecilia Luzuriaga S*  
Dra. Cecilia Luzuriaga  
GERENTE GENERAL

El presente informe solo es válido para la muestra analizada tal como fue recibida en LABOLAB.

LABOLAB no se responsabiliza por los datos proporcionados por el cliente.

Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.



### INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros  
Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503 / 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 098 700 1591  
E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / cecilialuzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

[www.labolab.com.ec](http://www.labolab.com.ec)

Quito - Ecuador

## Anexo 17. Resultados de los análisis de metales pesados (Pb y Cd) en conserva de pimienta verde del sembrío dos.



Orden de trabajo N°210961  
Informe N° 210961  
Hoja 1 de 1

### DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

**Nombre:** LUIS JACINTO ZAMBRANO ALAVA  
**Dirección:** Calceta, Manabí  
**Muestra:** Conserva de pimienta verde S2  
**Descripción de la muestra:** Trozos de pimientos en líquido de gobierno  
**Fecha Elaboración:** 15 de marzo del 2021  
**Fecha Vencimiento:** 15 de junio del 2021  
**Fecha de Toma:** ---  
**Lote:** 1  
**Localización:** ---  
**Envase:** Vidrio  
**Conservación de la muestra:** Ambiente

### DATOS DEL LABORATORIO

**Fecha de recepción:** 17 de marzo del 2021  
**Toma de muestra por:** Cliente  
**Fecha de realización del ensayo:** 17 - 27 de marzo del 2021  
**Fecha de emisión del informe:** 28 de marzo del 2021  
**Condiciones ambientales:** 20,7°C 50%HR

METALES	UNIDAD	METODO	RESULTADO
Cadmio:	mg/ kg	Standard Methods 3111B Modificado	< 0,01
Plomo:	mg/ kg	Standard Methods 3111 B Modificado	< 0,02

*Cecilia Luzuriaga*  
Dra. Cecilia Luzuriaga  
GERENTE GENERAL

El presente informe solo es válido para la muestra analizada tal como fue recibida en LABOLAB.  
LABOLAB no se responsabiliza por los datos proporcionados por el cliente.  
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.  
Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.



### INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros  
Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503/ 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 098 700 1591  
E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / ceciliacruzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

www.labolab.com.ec

Quito - Ecuador

## Anexo 18. Resultados de los análisis de metales pesados (Pb y Cd) en conserva de pimienta verde del sembrío tres.



Orden de trabajo N°210962  
Informe N° 210962  
Hoja 1 de 1

### DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

**Nombre:** LUIS JACINTO ZAMBRANO ALAVA  
**Dirección:** Calceta, Manabí  
**Muestra:** Conserva de pimienta verde S3  
**Descripción de la muestra:** Trozos de pimientos en líquido de gobierno  
**Fecha Elaboración:** 15 de marzo del 2021  
**Fecha Vencimiento:** 15 de junio del 2021  
**Fecha de Toma:** ---  
**Lote:** 1  
**Localización:** ---  
**Envase:** Vidrio  
**Conservación de la muestra:** Ambiente

### DATOS DEL LABORATORIO

**Fecha de recepción:** 17 de marzo del 2021  
**Toma de muestra por:** Cliente  
**Fecha de realización del ensayo:** 17 - 27 de marzo del 2021  
**Fecha de emisión del informe:** 28 de marzo del 2021  
**Condiciones ambientales:** 20,7°C 50%HR

METALES	UNIDAD	METODO	RESULTADO
Cadmio:	mg/ kg	Standard Methods 3111B Modificado	< 0,01
Plomo:	mg/ kg	Standard Methods 3111 B Modificado	< 0,02

*Cecilia Luzuriaga*  
Dra. Cecilia Luzuriaga  
GERENTE GENERAL

El presente informe solo es válido para la muestra analizada tal como fue recibida en LABOLAB.  
LABOLAB no se responsabiliza por los datos proporcionados por el cliente.  
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.  
Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del IAL.

**LABOLAB**  
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

### INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros  
Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503/ 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 098 700 1591  
E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / ceciliacruzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

www.labolab.com.ec

Quito - Ecuador