

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



DETERMINACION DE PLOMO POR EL METODO DE ABSORCION ATOMICA  
EN CUATRO ESPECIES VEGETALES CULTIVADAS EN EL CANTON SITIO  
DEL NIÑO MUNICIPIO DE SAN JUAN OPICO, DEPARTAMENTO DE LA  
LIBERTAD.

**TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR**

ANA MARIA TOBAR PREZA

KAREN GABRIELA VENTURA BELTRAN

**PARA OPTAR AL GRADO DE**  
LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA

NOVIEMBRE, 2013

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

**SECRETARIA GENERAL**

DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA

**FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA**

**DECANA**

LICDA. ANABEL DE LOURDES AYALA DE SORIANO

**SECRETARIO**

LIC. FRANCISCO REMBERTO MIXCO LÓPEZ

## **COMITE DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

### **COORDINADORA GENERAL**

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo.

### **ASESORES DE ÁREA DE QUÍMICA AGRÍCOLA**

MSc. Ena Edith Herrera Salazar.

MAE. María Elisa Vivar de Figueroa

### **DOCENTES DIRECTORES**

Lic. Guillermo Antonio Castillo Ruiz

Lic. Ramón Alberto Murcia

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestro señor Jesucristo por todas las pruebas que me ha puesto en el camino y que yo sé que él quiere lo mejor para nosotros sus hijos, es un Dios de misericordia y sin él nada es posible.

A mis asesores Lic. Guillermo Antonio Castillo Ruiz y Lic. Ramón Alberto Murcia por su gran colaboración, apoyo y atención, además del tiempo brindado para la realización de nuestro trabajo de graduación.

A mis asesoras de área MAE. María Elisa Vivar de Figueroa, MSc. Ena Edith Herrera Salazar y a la coordinadora general de trabajos de graduación Licda. Odette Rauda Acevedo por toda la ayuda e interés que han puesto de manifiesto para el desarrollo de nuestro trabajo de graduación.

A todos mis maestros de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, por brindarme sus enseñanzas y las bases académicas, para mi desarrollo como profesional así como mi desarrollo personal.

A todas aquellas personas que nos ayudaron y colaboraron en nuestro trabajo de investigación, especialmente a nuestra amiga Cleo, Dios te bendiga.

Gracias a todos ustedes.

**Ana Maria Tobar Preza**

## **AGRADECIMIENTOS**

“Conoce, pues, que Jehová tu Dios es Dios, Dios fiel, que guarda el pacto y la misericordia a los que le aman y guardan sus mandamientos, hasta mil generaciones.”(Deuteronomio 7;9).

Agradezco a Dios por su fidelidad por que hasta este momento nunca me ha dejado, El ha sido esencialmente indispensable para culminar mi carrera a sí que...¡gloria a Dios!.

Gracias a todas las personas que nos brindaron su apoyo, su tiempo, su esfuerzo, su valiosa orientación, para la realización del presente trabajo. Que Dios derrame bendiciones sobre sus vidas. Gracias a nuestros docentes directores Lic Guillermo Antonio Castillo, Lic Ramón Alberto Murcia; asesoras de área MSc. Ena Edith Herrera Salazar, MAE. María Elisa Vivar de Figueroa y Licda. Odette Rauda Acevedo Coordinadora General de Trabajos de Graduación.

Gracias a nuestra Universidad, por el programa de Becas que impulsa, a beneficio de muchos que tenemos un sueño y nos ayudan a cumplirlo.

Gracias Licda. Katia Eunice Leyton por su aprecio, sus consejos y apoyo en momentos difíciles, verdaderamente es una persona admirable, un instrumento de bendición, que Dios le bendiga a usted y a su familia.

Gracias a nuestra amiga Cleotilde Valdez Duran, por su valiosa ayuda, muchas bendiciones.

Gracias y bendiciones a todas las personas que se involucraron para que este sueño fuera realidad.

**Karen Gabriela Ventura Beltrán**

## **DEDICATORIA**

A mi mamá Angélica por los sacrificios hechos para sacarme adelante y hacer de mí la persona que soy hoy en día, por el apoyo y amor incondicional, muchísimas gracias. LA AMO.

A mi Tío Napo por el apoyo y la ayuda incondicional que siempre me ha dado, por creer en mí en todo momento, gracias, es un gran tío, lo quiero muchísimo.

A mi esposo Herbert, gracias por tu comprensión y paciencia, ante todo el amor incondicional que me brindas cada día. TE AMO.

A mi bebé hermoso Santiago Samuel por haber venido al mundo y por darme el privilegio de ser madre, confiando en Dios que se haga su voluntad.

A todos los que creyeron en mí, y que siempre me brindaron su apoyo y confianza, ahora les dedico el fruto de tantos años de estudio y esfuerzo.

A mis amigos(as) que siempre estuvieron conmigo y apoyaron en la realización de mi trabajo de graduación.

**Ana Maria Tobar Preza**

## **DEDICATORIA**

A mi Señor Jesús, porque todo lo que soy y lo que tengo se lo debo a usted.

A mi papá José Rafael Ventura Melchor, mi mamá María Eva Beltrán de Ventura, mis hermanos Marlo Alexander y Rafael Antonio, porque ha sido un esfuerzo continuo con muchos obstáculos pero que juntamente hemos enfrentado y Dios nos ha permitido vencer. Los admiro mucho, son un regalo muy preciado que Dios me ha dado. Esta es una victoria de todos ...lo logramos!

A mi familia, mis abuelos María Emma Melchor, Paulino Ventura, Cecilia Morales y Macedonio Beltrán, a mis tíos, primos, a todos (as) los que me extendieron la mano en obras y fe para ayudarme.

A todos mis hermanos en la fé miembros de la Iglesia Evangélica Príncipe de Paz, por sus oraciones, Gracias.

**Karen Gabriela Ventura Beltrán**

## INDICE

	pág.
Resumen	
<b>Capítulo I</b>	
1.0 Introducción	xx
<b>Capítulo II</b>	
2.0 Objetivos	
<b>Capítulo III</b>	
3.0 Marco Teórico	25
3.1 Plomo	25
3.1.1 Efectos del plomo sobre la salud	25
3.1.2 Tipos de intoxicación	27
3.1.3 Saturnismo (Envenenamiento por plomo)	28
3.1.4 Tratamiento	29
3.1.5 Valores normales de plomo en sangre	29
3.1.6 Movilidad del plomo en el suelo	30
3.1.7 Metales pesados en los cultivos	31
3.1.8 Nivel Máximo de plomo permitido en alimentos.	32



3.2 Ubicación del lugar de estudio	33
3.2.1 Cantón Sitio del Niño	34
3.3 Hortalizas	35
3.3.1 Clasificación de las hortalizas	36
3.3.2 Composición de las hortalizas	36
3.4 Generalidades de <b><i>Cucúrbita pepo</i></b> L (ayote)	38
3.4.1 Identificación botánica.	39
3.4.2 Principales características morfológicas	39
3.4.3 Suelos recomendables	40
3.4.4 Composición Nutricional	40
3.5 Generalidades de <b><i>Manihot esculenta</i></b> (yuca)	41
3.5.1 Identificación botánica	41
3.5.2 Principales características morfológicas	41
3.5.3 Suelos recomendables	42
3.5.4 Composición nutricional	42
3.6 Generalidades de <b><i>Sechium edule</i></b> (Güisquil)	43
3.6.1 Identificación botánica	43
3.6.2 Principales características morfológicas	44
3.6.3 Suelos recomendables	44
3.6.4 Composición nutricional	45

3.7 Generalidades de <i>Solanum melongena</i> L (berenjena)	46
3.7.1 Identificación botánica	46
3.7.2 Principales características morfológicas	47
3.7.3 Suelos recomendables	47
3.7.4 Composición Nutricional	47
3.8 Toma de Muestras	48
3.9 Espectroscopia de Absorción Atómica.	48
3.9.1 Descripción de la técnica.	49
3.9.2 Equipo de Absorción Atómica.	49
3.9.3 Aplicaciones	50
<b>Capítulo IV</b>	
4.0 Diseño Metodológico	52
4.1 Tipo de Estudio	52
4.2 Investigación bibliográfica	52
4.3 Investigación de campo	52
4.4 Parte experimental	54
4.4.1 Recolección y tratamiento de sub-muestras	54
4.4.2 Procedimiento para cuantificación de plomo	55
4.4.3 Tratamiento de resultados	57

4.4.4 Recolección y tratamiento de las sub-muestras de suelo.	58
4.4.5 Procedimiento para cuantificación de plomo	59
4.4.6 Determinación de pH en la muestra de suelo.	59
<b>Capítulo V</b>	
5.0 Resultados	62
<b>Capítulo VI</b>	
6.0 Conclusiones	71
<b>Capítulo VII</b>	
7.0 Recomendaciones	74
Bibliografía	
Glosario	
Anexos	

## INDICE DE ANEXOS

### ANEXO N°

1. Lugar de muestreo a 200 metros y 1000 metros alrededor de la ex fábrica de baterías Record.
2. Disoluciones para preparar la curva de estándares de plomo.
3. Lecturas de absorbancias y concentraciones de los estándares para realizar la curva de calibración.
4. Lecturas de absorbancias y concentraciones de las muestras testigo y muestras de las especies vegetales.
5. Lecturas de absorbancias y concentraciones de muestras de suelos.
6. Fotos.
7. Condiciones del Espectrofotómetro de absorción atómica para el estándar de plomo.
8. Sección tres: Metales pesados del Reglamento CE 1881/2006 de la Comisión de las Comunidades Europeas: Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios.
9. Cálculos para determinar mg Pb/ kg peso fresco en cebollines.
10. Norma oficial mexicana nom-147-semarnat/ssa1-2004: concentraciones de remediación de suelos contaminados.
11. Planteamiento de cálculos para determinar mg Pb/ kg de suelo en la parcela de yuca.
12. Peso de muestra de suelo y volumen utilizado y obtenido de HCl 0.1N.
13. Lecturas para análisis de plomo para especies vegetales y suelo.
14. Clasificación del pH del suelo según su grado de acidez.

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	N° Pág.
1. Ribete de Burton por una intoxicación crónica por plomo de origen laboral.	28
2. Cantones, del Municipio de San Juan Opico Departamento de la Libertad.	34
3. <b><i>Cucúrbita pepo</i></b> L (ayote)	38
4. <b><i>Manihot esculenta</i></b> (yuca)	41
5. <b><i>Sechium edule</i></b> (Güisquil)	43
6. <b><i>Solanum melongena</i></b> L (berenjena)	46
7. Toma de muestras	48
8. Componentes básicos de un equipo de absorción atómica.	49
9. Puntos de muestreo para especies vegetales en forma diagonal.	53

## INDICE DE TABLAS

TABLA N°	N° Pág.
1. Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios según el Reglamento CE 1881/2006 de la Comisión de las Comunidades Europeas.	32
2. Composición nutricional por cada 100 g. de parte comestible de <b><i>Cucúrbita pepo</i></b> L (ayote).	40
3. Composición nutricional por cada 100 g. de base seca de <b><i>Manihot esculenta</i></b> (yuca)	42
4. Composición nutricional por cada 100 g. de parte comestible de <b><i>Sechium edule</i></b> (güisquil).	45
5. Composición nutricional por cada 100 g. de parte comestible de <b><i>Solanum melongena</i></b> L (berenjena).	47
6. Volumen de HCl 0.1 N utilizado y obtenido en cada fracción de las especies vegetales.	64
7. Lecturas promedios del análisis de plomo para especies vegetales y suelo.	65
8. Cantidad de plomo (mg/kg) encontrada en las especies vegetales y suelo.	68

## ABREVIATURAS

**B:** Blanco

**CE:** Comunidad Europea

**cm:** Centímetros

**EAA:** Espectroscopia de Absorción Atómica

**F:** Fracción (ppm)

**g:** Gramos

**IQB:** Instituto de Investigación y Desarrollo Químico Biológico

**Kcal:** Kilocalorías

**Km<sup>2</sup> :** Kilómetros cuadrados

**m:** Metros

**mg:** Miligramos

**mg/dl:** Miligramos por decilitro

**mg/Kg:** Miligramos por kilogramo.

**mg Pb /kg peso fresco:** Miligramos de plomo por Kilogramo de peso fresco de muestra.

**mL:** Mililitros.

**Mx:** Muestra

**m<sup>2</sup>:** metros cuadrados

**N:** Normal

**ND:** No Detectado

**N°:** Numero.

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

**ppm:** Partes por millón

**UV:** Ultravioleta

$\bar{X}$ **F:** Media de las Fracciones

**µg/dl:** Microgramos por decilitro

**µg/100mL:** Microgramos por cada cien mililitros

**°C:** Grados Celsius

**°F:** Grados fahrenheit

**%:** Porcentaje



## RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad determinar plomo por el método de Absorción Atómica en cuatro especies vegetales ***Cucurbita pepo*** L (ayote), ***Manihot esculenta*** (yuca), ***Sechium edule*** (güisquil) y ***Solanum melongena*** L (berenjena) cultivadas alrededor de la ex fábrica de baterías Record ubicada en el Cantón Sitio del Niño, Municipio de San Juan Opico, Departamento de La Libertad.

Se recolectaron 3 sub muestras de cada especie vegetal antes mencionada, a una distancia de 200 metros de la ex fábrica. Adicionalmente se recolectó una muestra de ***Allium shoenooprasum*** (cebollines) aproximadamente a 1000 m. de la ex fábrica.

Las muestras fueron trasladadas a las instalaciones de Instituto de Investigación y Desarrollo Químico Biológico (IQB) ubicado en Santa Tecla, La Libertad; donde se les realizó un tratamiento previo macerando el material vegetal con ácido clorhídrico 0.1 N por un periodo de tres días. Posteriormente a la maceración las muestras se filtraron y a las soluciones obtenidas se les determinó plomo con el equipo de Absorción Atómica por el método de emisión de llama. Para cada una de las especies vegetales en estudio se llevó una muestra testigo, éstas se obtuvieron de lugares diferentes del Cantón Sitio del Niño.

En el análisis no se detectó plomo en las especies provenientes del Sitio del Niño: ***Cucurbita pepo*** L (ayote), ***Manihot esculenta*** (yuca), ***Sechium edule*** (güisquil) y ***Solanum melongena*** L (berenjena); por lo tanto al carecer de un valor no fue posible hacer la comparación con el límite establecido para plomo según el Reglamento CE 1881/2006 de la Comisión de las Comunidades Europeas: Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos

alimenticios. Sin embargo, en la muestra de *Allium shoenooprasum* (cebollines) se encontró 1.071 mg Pb/kg peso muestra, lo que sobrepasa el límite de 0.1 mg Pb/ kg peso fresco.

Posteriormente, se realizó un análisis para determinar el pH y concentraciones de plomo en muestras de suelo en las parcelas seleccionadas donde se recolectaron los vegetales.

Tres de las parcelas se encontraron contaminadas con plomo. Además la mayor parte de las muestras de suelo analizadas presentaron un pH cercano al neutro, encontrándose en un rango de pH 6.68 a 7.12, por lo tanto el plomo no tiene facilidad de movilización en el suelo, lo que disminuye la posibilidad de ser absorbido por los vegetales (19,40).

A pesar de que en cuatro de las cinco especies vegetales, recolectadas en la periferia de la ex fábrica, no fue detectable Plomo; los suelos cultivados continúan contaminados con éste metal; por lo tanto el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales juntamente con autoridades ambientales nacionales e internacionales deben continuar la descontaminación del suelo del Cantón Sitio del Niño; realizar monitoreos constantemente en el suelo y las hortalizas cultivadas en éste lugar, para que puedan evaluar el nivel de contaminación y así informar a los habitantes de la comunidad sobre los riesgos que se exponen al cultivar vegetales, además que los líderes comunales velen para que se sigan desarrollando acciones de saneamiento y movilización de recursos financieros en beneficio de la población afectada.

## **Capítulo I**

### **INTRODUCCION**

## 1.0 INTRODUCCION

El Plomo se ha utilizado en la fabricación de diversos productos tales como baterías, pigmentos, aleaciones, cerámicas, plásticos, municiones, soldaduras, armamento etc (40).pero a pesar de su utilidad es uno de los metales que tienen un mayor efecto dañino sobre la salud humana(16).

Este metal puede entrar en el cuerpo a través de la comida, agua y aire; una vez presente en la sangre, ocasiona daños en el sistema nervioso central y afecta órganos vitales como corazón, hígado, riñones y huesos.

En la actualidad la intoxicación por plomo se ha convertido en un grave problema de salud pública a nivel mundial, en el país esta problemática se ha visto agravada por el incidente causado por la ex fábrica de baterías Record, en donde el impacto en la salud de los habitantes de la zona donde esta se localiza fue tan grande debido a que permanentemente se encontraban en contacto directo con el agua, aire, suelo y alimentos altamente contaminados con plomo.

A pesar de que la fábrica fue clausurada, las consecuencias aún continúan, ya que el suelo en los alrededores puede seguir contaminado y es cultivado con especies vegetales que son comercializadas en los mercados de San Salvador, lo que podría ocasionar problemas de salud porque a altas concentraciones el plomo se acumula en los tejidos ocasionando daños permanentes en los consumidores (22).

Por tal motivo en el presente trabajo se determinó plomo en ***Cucurbita pepo*** L (ayote), ***Manihot esculenta*** (yuca), ***Sechium edule*** (güisquil) y ***Solanum melongena*** L (berenjena), las cuales se cultivan en la periferia de la ex fábrica de baterías Record ubicada en el Cantón Sitio del Niño, San Juan Opico, Departamento de La Libertad. Para cada una de estas especies se llevó una muestra testigo de diferente procedencia al Lugar de estudio.

El análisis se hizo utilizando el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica por emisión de llama ya que es un método confiable para este tipo de metal. A las muestras se les realizó un tratamiento previo macerando el material vegetal con ácido clorhídrico 0.1 N por un periodo de tres días. Posteriormente a la maceración las muestras se filtraron y a la solución obtenida se le determinó plomo. Además se analizó una muestra adicional de ***Allium shoenoprasum*** (cebollines).

Los valores obtenidos se compararon con los límites establecidos para plomo según el Reglamento CE 1881/2006 de la Comisión de las Comunidades Europeas: Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios.

Posteriormente se realizó un análisis de suelo de cada parcela seleccionada en el muestreo de vegetales, para determinar plomo.

La presente investigación se realizó de Marzo a Noviembre de 2013.

## **Capítulo II**

### **OBJETIVOS**

## 2.0 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar Plomo por el método de Absorción Atómica en cuatro especies vegetales, cultivadas en el Cantón Sitio del Niño, Municipio de San Juan Opico, Departamento de La Libertad.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

2.2.1 Seleccionar los puntos de muestreo.

2.2.2 Cuantificar el Plomo presente en las siguientes especies vegetales: ***Cucurbita pepo* L** (ayote), ***Manihot esculenta*** (yuca), ***Sechium edule*** (güisquil) y ***Solanum melongena* L** (berenjena); por el método de Absorción Atómica.

2.2.3. Comparar los resultados de análisis con los límites establecidos para Plomo según el Reglamento CE 1881/2006 de la Comisión de las Comunidades Europeas: Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios.

2.2.4 Comparar los valores encontrados de Plomo entre las especies estudiadas.

## **Capítulo III**

### **MARCO TEORICO**



### 3.0 MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Plomo <sup>(15)</sup>

El Plomo es un elemento químico tóxico de símbolo Pb, número atómico 82 y peso atómico 207.19. El Plomo es un metal pesado con densidad relativa, o gravedad específica, de 11.34, de color azulado, que se empaña para adquirir un color gris mate. Es blando dúctil maleable, se funde con facilidad a 327.4°C (621.3°F) y su temperatura de ebullición es de 1725°C (3164°F). Las valencias químicas normales son 2 y 4. Es relativamente resistente al ataque de los ácidos sulfúrico y clorhídrico. Pero se disuelve con lentitud en ácido nítrico. El Plomo es anfótero, ya que forma sales de plomo de los ácidos, así como sales metálicas del ácido plúmbico. El Plomo forma muchas sales, óxidos y compuestos organometálicos.

##### 3.1.1 Efectos del plomo sobre la salud <sup>(16)</sup>

El Plomo es uno de los cuatro metales pesados (cadmio, arsénico, mercurio, plomo) que tienen un mayor efecto dañino sobre la salud humana. Este puede entrar en el cuerpo humano a través de la comida (65%), agua (20%) y aire (15%).

El Plomo puede entrar en el agua potable a través de la corrosión de las tuberías. Esto es más común que ocurra cuando el agua es ligeramente ácida. Cabe mencionar que el Plomo no cumple ninguna función esencial en el cuerpo humano.

Es más común que la intoxicación con Plomo se dé por acumulación lenta con el paso del tiempo y esto ocurre por exposición repetitiva a pequeñas cantidades de este elemento. En este caso, puede que no se presenten síntomas obvios. Con el tiempo, incluso niveles bajos de exposición al Plomo pueden causar daño al desarrollo mental de un niño y los posibles problemas

de salud empeoran a medida que el nivel de este elemento en la sangre se eleva.

El Plomo es mucho más dañino para los niños que para los adultos, dado que puede afectar el cerebro y nervios en desarrollo. Este puede entrar en el feto a través de la placenta de la madre. Debido a esto puede causar serios daños al sistema nervioso y al cerebro de los niños por nacer.

Entre las posibles complicaciones de intoxicación con plomo tenemos:

- Problemas de comportamiento o atención
- Bajo rendimiento escolar
- Problemas auditivos
- Daño renal
- Reducción del coeficiente intelectual
- Lentitud en el crecimiento corporal

Los síntomas de la intoxicación con plomo pueden abarcar:

- Dolor y cólicos abdominales (generalmente el primer signo de una dosis tóxica alta de intoxicación)
- Comportamiento agresivo
- Anemia
- Estreñimiento
- Dificultad para dormir
- Dolores de cabeza

- Irritabilidad
- Pérdida de habilidades del desarrollo previas (en niños pequeños)
- Inapetencia y falta de energía
- Reducción de la sensibilidad

Los niveles muy altos pueden ocasionar vómitos, marcha inestable, debilidad muscular, convulsiones o coma.

### **3.1.2 Tipos de intoxicación** <sup>(16)</sup>

- Intoxicación aguda por plomo

La intoxicación aguda por este metal es relativamente rara, se presenta como consecuencia de la ingestión de compuestos de plomo solubles en ácido o por la inhalación de vapores del mineral. Las primeras manifestaciones de dicha intoxicación incluyen una notable astringencia en la boca, sed y regusto metálico. Después surgen náuseas, dolores abdominales y vómito. A nivel intestinal las heces suelen ser de color negro debido a la presencia de sulfuro de plomo, y a veces hay diarrea o estreñimiento. Entre los síntomas del Sistema Nervioso Central están parestesias, dolor y debilidad muscular. Este metal tiende a dañar los riñones provocando oliguria y cambios en la orina. La persona puede morir en uno o dos días y si logra vivir muy posiblemente puede mostrar los signos y síntomas característicos de la intoxicación crónica.

- Intoxicación crónica con plomo

Cuando aparecen las primeras manifestaciones de la intoxicación crónica (saturnismo o plumbismo), la persona tiene un color característico, siente cierto malestar y una gran fatiga, el aliento es fétido y baja mucho de peso.

### 3.1.3 Saturnismo (Envenenamiento por plomo) <sup>(17)</sup>

El plomo es un metal pesado y neurotóxico difícil de eliminar del organismo humano, por lo que al estar presente en la sangre, ocasiona daños en el sistema nervioso central y afecta órganos vitales como corazón, hígado, riñones y huesos.

El plomo puede ser inhalado y absorbido a través del sistema respiratorio o ingerido y absorbido por el tracto gastrointestinal, provocando una intoxicación o envenenamiento que se conoce como Plumbemia o Plumbosis.

En su estado avanzado, cuando la intoxicación es crónica se denomina Saturnismo, siendo ésta la forma más frecuente de presentación en niños y en adultos. Si la intoxicación se produce a través del agua ingerida, se le denomina "Saturnismo hídrico".



Fig. N° 1 Ribete de Burton por una intoxicación crónica por plomo, de origen laboral.

Respecto al origen del extraño término Saturnismo existen diversas teorías, algunos afirman que se debe a que en la antigüedad los alquimistas llamaban "saturno" al plomo, otros dicen que fue bautizada así por el dios griego Saturno, pues a éste se le representa como un demente y el Saturnismo es una enfermedad que en etapa avanzada produce alucinaciones y agresividad.

### **3.1.4 Tratamiento** <sup>(16)</sup>

- Intoxicación aguda

En casos en donde alguien potencialmente ha ingerido una dosis tóxica alta de plomo en un corto período de tiempo, se podrían llevar a cabo los siguientes tratamientos:

- Irrigación intestinal con solución de polietilenglicol
- Lavado gástrico

- Intoxicación crónica

La terapia de quelación es un procedimiento que puede eliminar los niveles altos de plomo que se han acumulado en el cuerpo de una persona con el tiempo.

Los adultos que han tenido niveles de plomo levemente elevados a menudo se recuperan sin problema.

### **3.1.5 Valores normales de plomo en sangre** <sup>(18)</sup>

El plomo es un metal pesado que no juega ningún papel en la fisiología humana, por lo que su nivel ideal en sangre debería ser cero. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define como intoxicación los valores de Plombemia de más de 15  $\mu\text{g}/\text{dl.}$ , mientras que el Centro de Prevención y Control de Enfermedades de Estados Unidos recomienda intervención médica cuando los niveles son mayores de 10  $\text{mg}/\text{dL}$  en niños y 25  $\text{mg}/\text{dL}$  en adultos.

Los valores normales son: Niños (0-10  $\mu\text{g}/100\text{mL}$ ) y Adultos (0-20  $\mu\text{g}/100 \text{ mL}$ ).

### 3.1.6 Movilidad del plomo en el suelo <sup>(19,39)</sup>

Una vez que el plomo cae al suelo, se adhiere fuertemente a partículas en el suelo y permanece en la capa superior del suelo. Mínimas cantidades de plomo pueden entrar a ríos, lagos y arroyos cuando partículas del suelo son movilizadas por el agua de lluvia. Pequeñas cantidades de éste metal provenientes de cañerías o de soldaduras de plomo pueden liberarse al agua cuando el agua es ácida o «blanda.» El plomo puede permanecer adherido a partículas del suelo o de sedimento en el agua durante muchos años. La movilización del plomo desde partículas en el suelo al agua subterránea es improbable a menos que la lluvia que cae al suelo sea ácida o «blanda.» La movilización del plomo en el suelo dependerá del tipo de sal de plomo y de las características físicas y químicas del suelo.

Factores que influyen en la movilización de metales pesados en el suelo:

- Características del suelo: pH, potencial redox, composición iónica de la solución del suelo, capacidad de cambio, presencia de carbonatos, materia orgánica, textura.
- Naturaleza de la contaminación: origen de los metales y forma de deposición.
- Condiciones medioambientales: acidificación, cambios en las condiciones redox, variación de temperatura y humedad.

El pH es un factor esencial, para que la mayoría de los metales tiendan a estar más disponibles en un pH ácido, excepto As, Mo, Se y Cr, los cuales tienden a estar más disponibles a pH alcalino es una variable importante para definir la movilidad del catión, debido a que en medios con pH moderadamente alto se produce la precipitación como hidróxidos. En medios muy alcalinos, pueden nuevamente pasar a la solución como hidrox-complejos. La adsorción de los metales pesados está fuertemente condicionada por el pH del suelo y por tanto, también su biodisponibilidad de sus compuestos.

La materia orgánica puede adsorber fuertemente a algunos metales. La textura favorece la entrada e infiltración de la contaminación de metales pesados en el suelo, por ejemplo la arcilla tiende a adsorber a los metales pesados, que quedan retenidos en sus posiciones de cambio, por el contrario los suelos arenosos carecen de capacidad de fijación de los metales pesados.

En general, los metales pesados incorporados al suelo pueden seguir cuatro diferentes vías <sup>(40)</sup>:

- Quedan retenidos en el suelo, ya sea disueltos en la fase acuosa del suelo, ocupando sitios de intercambio o específicamente adsorbidos sobre constituyentes inorgánicos del suelo, asociados con la materia orgánica del suelo y/o precipitados como sólidos puros o mixtos.
- Pueden ser absorbidos por las plantas y así incorporarse a las cadenas tróficas.
- Pasan a la atmósfera por volatilización.
- Se movilizan a las aguas superficiales o subterráneas.

El Plomo, en el suelo, se encuentra principalmente en forma de cationes ( $Pb^{2+}$ ), también es conocido su estado de oxidación  $Pb^{4+}$ . Algunos de los compuestos insolubles son  $Pb(OH)_3$ ,  $PbCO_3$ ,  $PbS$ ,  $PbSO_4$ . La velocidad de oxidación depende de factores como la humedad, la temperatura, el pH, el potencial redox, la cantidad de materia orgánica o la roturación de los suelos.

### **3.1.7 Metales pesados en los cultivos** <sup>(23)</sup>

Las plantas han desarrollado mecanismos altamente específicos para absorber y acumular nutrientes, sin embargo algunos metales y metaloides no esenciales para los vegetales son absorbidos y acumulados en la planta debido a que presentan un comportamiento electroquímico similar a los elementos nutritivos requeridos.

La absorción de metales pesados por las plantas es generalmente el primer paso de su entrada en la cadena alimentaria. La absorción y posterior acumulación depende de:

- 1- El movimiento de los metales desde la solución suelo a la raíz de la planta.
- 2-El paso de los metales por las membranas de las células corticales de la raíz.
- 3- La posible movilización de los metales desde las hojas hacia los tejidos de almacenamiento usados como alimento.

Después de la absorción por los vegetales los metales están disponibles para los herbívoros y humanos directamente o a través de la cadena alimentaria.

Las plantas capaces de absorber y acumular metales por sobre lo establecido como normal para otras especies en los mismos suelos se llaman hiperacumuladoras.

### 3.1.8 Nivel Máximo de plomo permitido en alimentos <sup>(13)</sup>.

Tabla N° 1 Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios según el Reglamento CE 1881/2006 de la Comisión de las Comunidades Europeas.

Alimentos	Contenidos máximos (mg Pb /kg peso fresco)
Cereales, legumbres y legumbres secas	0,20
Hortalizas, excluidas las del género <i>Brassica</i> , las hortalizas de hoja, las hierbas frescas y las setas. En el caso de las patatas, el contenido máximo se aplica a las patatas peladas	0,10
Hortalizas del género <i>Brassica</i> , hortalizas de hoja y setas cultivadas	0,30



### **3.2 Ubicación del lugar de estudio** <sup>(20)</sup>

San Juan Opico es un Municipio de El Salvador perteneciente al departamento de La Libertad .

Está ubicado a 42 kilómetros de San Salvador, capital de la república. El municipio tiene un territorio de 218 km<sup>2</sup> y una población de 74,280 habitantes según censo del 2007 ocupando el puesto número 13 en población.

Dentro de su territorio están los sitios arqueológicos precolombinos Joya de Cerén y San Andrés, además de una iglesia construida en la época colonial. Opico fue fundado como un pueblo de indios pipiles en 1572 y recibió el título de villa en 1881.

Cuenta con 28 cantones: San José la Cueva, Talcualuya, El Castillo, Buena Vista, Nombre de Dios, San Antonio, San Pedro Mártir, Tehuicho, Barranca Honda, Los Amates, Pitichorro, Nueva Encarnación, Chantusnene, San Nicolás Encarnación, Minas de Plomo, San Pedro Oriente, San Felipe, Los Encuentros, Agua Escondida, Lomas de Santiago, Joya de Cerén, Sitio del Niño, Chanmico, El Matazano, Sitio Grande, El Jabalí, Las Delicias, y Las Granadillas.

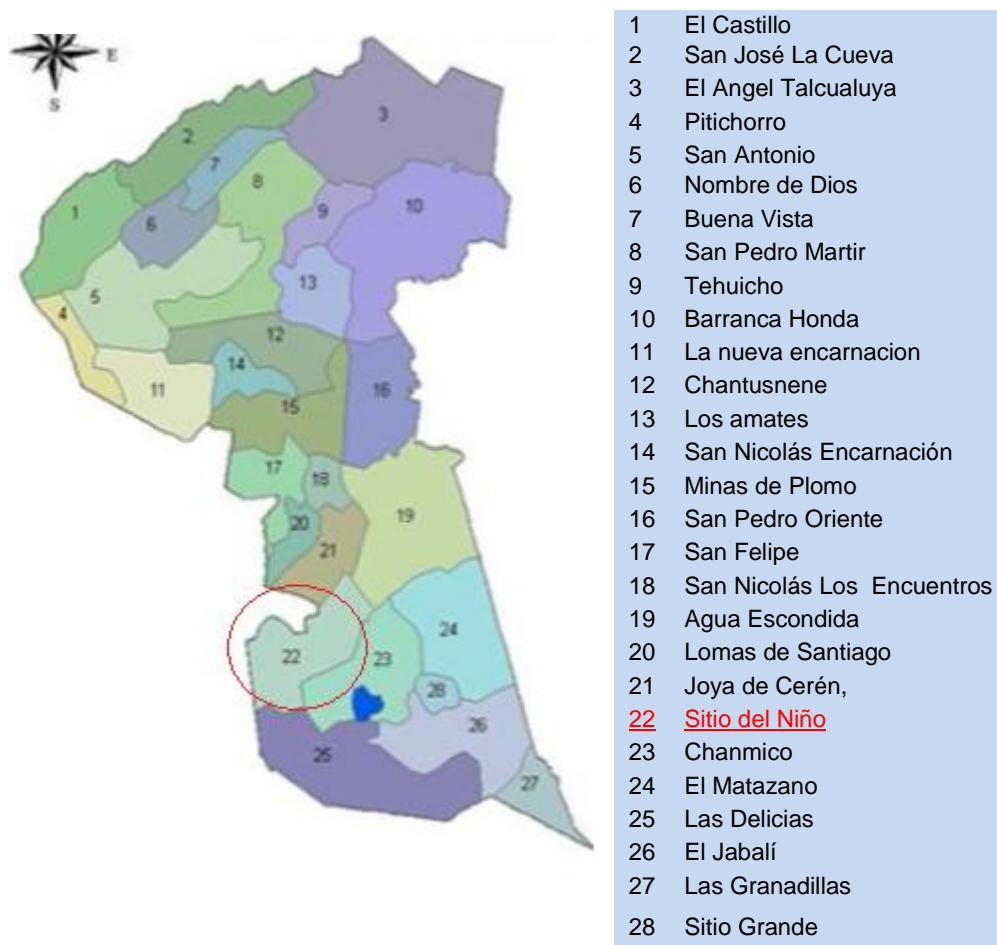


Fig. N° 2 Cantones, del Municipio de San Juan Opico Departamento de la Libertad (11)

### 3.2.1 Cantón Sitio del Niño (10)

El Cantón Sitio del Niño limita al norte con Joya de Cerén y Agua Escondida; al sur con Cantón las Delicias, al oeste con cantón Flor Amarilla (municipio de Ciudad Arce) y al este con Cantón Chanmico.

Fundada en 1950 con el nombre de Finca de Beneficio Proporcional. Después fue cambiado su nombre a Sitio del Niño debido a dos versiones una de carácter religioso porque fueron concedidas las tierras a los pobladores en vísperas de navidad y la otra por el hallazgo arqueológico de un cementerio con

cuerpos pequeños parecidos a los de niños, pero sin la seguridad de cual versión prevalece más.

Por muchos años la fuente de ingresos de los pobladores se debió a la agricultura (cultivo de caña, maíz, y frijol), aunque en la actualidad es considerada como zona industrial, ya que cuenta con varias industrias tales como: Kimberly Clark, textilera DURAFLEX, TROPIGAS El Salvador, entre otras incluyendo la fábrica de baterías RECORD de El Salvador, que actualmente se encuentra cerrada, se dejó de laborar el 24 de septiembre de 2007 debido a los problemas de salud que aquejaban a los pobladores de la zona por las emisiones de plomo presentes en el agua, suelo y aire.

### **3.3 HORTALIZAS** (21, 22)

Las hortalizas se definen como un conjunto de plantas cultivadas generalmente en huertas o regadíos, que se consumen como alimento, ya sea de forma cruda o preparada culinariamente.

El término hortaliza incluye a las verduras y a las legumbres verdes como las habas y los guisantes. Dentro del concepto de hortalizas se excluyen a las frutas y a los cereales.

Las hortalizas y verduras frescas son alimentos que contribuyen a hidratar nuestro organismo por su alto contenido de agua, además de ser nutritivas y saludables son ricas en vitaminas, minerales, fibra y, en menor medida, en almidón y azúcares, hecho que explica su bajo aporte calórico. Son también una fuente indiscutible de sustancias de acción antioxidante. Por todo ello se consideran fundamentales para la salud e indispensables dentro del concepto de dieta equilibrada.

### 3.3.1 Clasificación de las hortalizas <sup>(21)</sup>

Según la parte de la planta comestible, las hortalizas se clasifican en:

-Frutos: Berenjena, pimiento, tomate, guindillas, calabaza.

-Bulbos: cebolla, ajo seco.

-Hojas y tallos verdes: Acelgas, achicoria, cardo, endivia, escarola, lechuga, espinacas, perejil, col, brócoli, coles de bruselas.

-Flor: alcachofa, coliflor.

-Tallos jóvenes: esparrago.

-Legumbres frescas o verdes: Guisantes, habas, judías verdes.

-Raíces: Zanahoria, nabo, remolacha, rábano.

-Pepónides: calabacín, calabaza y pepino.

### 3.3.2 Composición de las hortalizas <sup>(21, 22)</sup>

Los principales componentes de las hortalizas son los siguientes:

Agua: Las hortalizas contienen una gran cantidad de agua, aproximadamente un 80% de su peso.

Glúcidos: Según el tipo de hortalizas la proporción de hidratos de carbono es variable, siendo en su mayoría de absorción lenta. En consecuencia, según la cantidad de glúcidos las hortalizas pertenecen a distintos grupos: Grupo A: Contienen menos de un 5% de hidratos de carbono. Pertenecen a este grupo, el apio, la espinaca, la berenjena, el coliflor, la lechuga, el pimiento, el rábano, el tomate. Grupo B: Contienen de un 5 a un 10% de hidratos de carbono

(alcachofa, cebolla, zanahoria, remolacha). Grupo C: Contienen más del 10% de hidratos de carbono (patata, mandioca).

Vitaminas y minerales: La mayoría de las hortalizas contienen gran cantidad de vitaminas y minerales y pertenecen al grupo de alimentos reguladores en la rueda de los alimentos, al igual que las frutas. La vitamina A está presente en la mayoría de las hortalizas en forma de provitamina.

Sustancias volátiles: La cebolla contiene disulfurodipropilo, que es la sustancia que hace llorar.

Lípidos y proteínas: Presentan un contenido bajo de estos macronutrientes.

Valor calórico: La mayoría de las hortalizas son hipocalóricas. Debido a este bajo valor calórico las hortalizas deberían estar presentes en un gran porcentaje en una dieta contra la obesidad.

Fibra dietética: Del 2 al 10% del peso de las hortalizas es fibra alimentaria. La fibra dietética es pectina y celulosa, que suele ser menos digerible que en la fruta por lo que es preciso la cocción de las hortalizas para su consumo en la mayor parte de las ocasiones. La mayoría de las hortalizas son ricas en fibra (berenjena, coliflor, brócoli).

Sustancias antioxidantes: En la actualidad se conoce la importancia de otros componentes propios de plantas y llamados fitoquímicos. Su papel en relación con la salud es de enorme interés porque disminuyen el riesgo de contraer ciertas enfermedades. Numerosas observaciones han demostrado que los antioxidantes retrasan la aparición de los deterioros funcionales más importantes asociados al proceso de envejecimiento.

Carotenoides. Sólo pueden ser sintetizados en las plantas y llegan a los tejidos de los animales a través de los alimentos. Entre los más comunes se encuentran el alfa-caroteno, el beta-caroteno, el gamma-caroteno y la criptoxantina, a los que se les denomina provitaminas A. Estos carotenoides son responsables del color amarillo, anaranjado o rojizo de algunas hortalizas. El beta-caroteno es el más importante como provitamina A. La razón principal del interés por el beta-caroteno son las evidencias que relacionan esta provitamina con la prevención y tratamiento del cáncer, además de prevenir la oxidación de la fracción conocida como "mal colesterol" o LDL-colesterol, lo que ayuda a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

Las recomendaciones de consumo de hortalizas frescas se sitúan entre tres y cinco raciones al día, es decir; un mínimo de 400 gramos diarios.

### 3.4 Generalidades de *Cucúrbita pepo* L (ayote) <sup>(2)</sup>



Fig. N° 3 *Cucúrbita pepo* L (ayote)

El ayote es una hortaliza rastrera Originaria de América Tropical y de regiones Subtropicales es cultivada o sub-espontánea. Es común encontrarla en lugares donde se siembra el maíz, frijol y terrenos baldíos. Es utilizada como alimento tanto el fruto como la semilla.

### 3.4.1 Identificación botánica. <sup>(14)</sup>

División	:	Embriophyta, Asiphonograma, Criptógamas vasculares
Subdivisión	:	Angiospermas.
Clase	:	Dicotiledóneas.
Orden	:	Cucurbitales
Familia	:	Cucurbitaceae.
Género	:	<i>Cucurbita</i> .
Especie	:	<i>C. pepo</i> .

### 3.4.2 Principales características morfológicas <sup>(14, 25)</sup>

**-Planta:** anual de crecimiento indeterminado y porte rastrero.

**-Sistema radicular:** Se desarrolla muy rápido, pudiendo llegar hasta una profundidad de 3-4m. (dependiendo de las diferentes condiciones edafoclimáticas) y lateralmente puede alcanzar de 3-5 m. La mayor parte de las raíces se desarrollan a una profundidad no mayor de 0.60 m.

**-Fruto:** Pepónide carnoso, unilocular, sin cavidad central, de color variable, liso, estriado, reticulado, etc. Se recolecta aproximadamente cuando se encuentra a mitad de su desarrollo; el fruto maduro contiene numerosas semillas y no es comercializable debido a la dureza del epicarpio y a su gran volumen. Las semillas son de colores blanco-amarillento, ovals, alargadas, puntiagudas, lisas, con un surco longitudinal paralelo al borde exterior.

### 3.4.3 Suelos recomendables <sup>(14)</sup>

Los suelos más recomendables son los fértiles, profundos, con subsuelo permeable, de buena estructura, aluviales, arcillo arenosos. Los suelos de textura pesada, de mal drenaje no son convenientes, pues hay poca aireación y se tiende a acumular agua, lo que podría provocar la muerte de la planta o afectar los rendimientos. Tampoco son convenientes los de textura muy suelta como los arenosos, ya que no retienen un balance de humedad adecuada.

El pH más adecuado debe ser de ligeramente ácido hasta neutro. Puede haber una variación entre 5.5 y 6.8.

### 3.4.4 Composición Nutricional <sup>(26)</sup>

Tabla N° 2: Composición nutricional por cada 100 g. de parte comestible de *Cucúrbita pepo L* (ayote).

Componente	Contenido
Calorías	37.00 kcal
Agua	88.72 g
Carbohidratos	8.80 g
Grasas	0.23 g
Proteínas	1.45 g
Fibra	1.50 g
Cenizas	0.80 g
Calcio	31.00 mg
Fósforo	32.00 mg
Potasio	350.00 mg
Ácido ascórbico	12.30 mg



### 3.5 Generalidades de *Manihot esculenta* (yuca) <sup>(3)</sup>



Fig. N° 4 *Manihot esculenta* (yuca)

La yuca es el vegetal farináceo por excelencia de las zonas tropicales. Una gran parte de la población de la América Tropical, y en especial de Brasil y del continente Africano, depende de la yuca como alimento y en tales casos es la principal fuente de calorías.

#### 3.5.1 Identificación botánica <sup>(28)</sup>

Reino : Plantae  
 Familia : Euphorbiaceae  
 Género : *Manihot*  
 Especie : *Esculenta*

#### 3.5.2 Principales características morfológicas <sup>(27)</sup>

- Planta: La yuca es un arbusto perenne de tamaño variable, que puede alcanzar los 3 m de altura. Se pueden agrupar los cultivares en función de su altura en: bajos (hasta 1,50 m), intermedios (1,50-2,50 m) y altos (más de 2,5 m).

- Sistema radicular: Comprende la corteza externa, la corteza media y la corteza interna y el cilindro central, estela, pulpa o región vascular. La corteza externa llamada también súber o corcho, corresponde un 0,5-2,0% del total de la raíz. La corteza media está formada por felodermis sin esclerénquima. Posee un contenido en almidón bajo. Constituye un 9-15% del total de la raíz. La corteza interna está constituida por parte del parénquima de la corteza primaria, floema primario y secundario. Por último, el cilindro central está formado básicamente por el xilema secundario. La raíz reservante no tiene médula y pueden ser raíces de pulpa amarilla, crema y blanca.

### 3.5.3 Suelos recomendables <sup>(27,3)</sup>

No es un cultivo exigente en cuanto a suelo, se da desde en suelos muy pobres en elementos nutritivos hasta en aquellos con una alta fertilidad. Preferiblemente los suelos han de tener un pH ligeramente ácido, entre 6 y 7, con una cierta cantidad de materia orgánica y han de ser sueltos, porosos y friables, evitando suelos con excesos de agua o desérticos.

### 3.5.4 Composición nutricional <sup>(27)</sup>

Tabla N°3: Composición nutricional por cada 100 g. de base seca de ***Manihot esculenta*** (yuca).

Componente	Contenido
Valor energético	132.00 kcal
Agua	65.20 g
Proteína	1.00 g
Grasa	0.40 g
Carbohidratos totales	32.80 g
Fibra	1.00 g
Cenizas	0.60 g

Tabla N° 3 (Continuación)

Calcio	40.00 mg
Fosforo	34.00 mg
Hierro	1.40 mg
Tiamina	0.05 mg
Niacina	0.60 mg
Acido ascórbico	19.00 mg
Porción no comestible	32.00 g

### 3.6 Generalidades de *Sechium edule* (Güisquil) <sup>(14)</sup>

Fig. N°5 *Sechium edule* (Güisquil)

Es originario de México y otras regiones de Centroamérica y se le considera una de las hortalizas más antiguas. El güisquil llegó a América del Sur, Jamaica, Cuba, Sur de Estados Unidos de América en el siglo XVIII.

#### 3.6.1 Identificación botánica <sup>(14)</sup>

División : Embriophyta, Asiphonograma, Criptógamas vasculares.  
 Subdivisión : Angiospermas.  
 Clase : Dicotiledóneas.

Orden	:	Cucurbitales
Familia	:	Cucurbitaceae.
Género	:	<i>Sechium</i>
Especie	:	<i>S. edule</i> .

### **3.6.2 Principales características morfológicas** <sup>(31,14)</sup>

El güisquil es una trepadora perenne, monoica, con raíces engrosadas y tallos delgados, ramificados, de hasta 10 m de longitud.

- Fruto: Es una baya, con una longitud de 8-18 cm, diámetro de 7-12 cm. Dependiendo de la variedad, el color del epicarpo del fruto puede variar desde blanco a verde oscuro, con diversas tonalidades, también el epicarpo puede ser regular a muy arrugado y de suave a muy espinoso. El mesocarpo o parte comestible es firme con color de blanco a verdoso y representa la parte más apreciada de la planta en cuanto a la alimentación humana se refiere, ya que está representada básicamente por parénquima rico en almidón y agua.

### **3.6.3 Suelos recomendables** <sup>(14)</sup>

Prefiere suelos profundos, con subsuelo bien permeable, buena estructura, textura desde arcillosa arenosa a ligera, que garanticen un buen drenaje.

El pH más favorable para el cultivo oscila entre 5.5-6.5, aunque puede desarrollarse bien en suelos de reacción neutra.

### 3.6.4 Composición nutricional <sup>(33)</sup>

Tabla N° 4: Composición nutricional por cada 100 g. de parte comestible de ***Sechium edule*** (güisquil)

Componente	Contenido
Calorías	26.0 – 31.0 kcal
Agua	89.0 – 93.4 g
Proteínas	0.9 – 1.1 g
Grasas	0.1 – 0.3 g
Carbohidratos	3.5 – 7.7 g
Fibra	0.4 – 1.0 g
Cenizas	0.4 – 0.6 g
Calcio	12.0–19.0 mg
Fósforo	4.0 – 30.0 mg
Hierro	0.2 – 0.6 mg
Magnesio	14.0 mg
Sodio	4.0 mg
Potasio	150.0 mg
Ácido ascórbico	11.0 – 20.0 mg
Riboflavina	0.04 mg
Niacina	0.4 – 0.5 mg

### 3.7 Generalidades de *Solanum melongena* L (berenjena) <sup>(14)</sup>



Fig. N° 6 *Solanum melongena* L (berenjena)

La berenjena es originaria de la India y se considera a la China como el centro de difusión. Según diversos autores de la India la berenjena fue llevada primero a China y Japón, luego a Arabia, Persia, Afganistán y otros países europeos del sur. Luego del descubrimiento de América los españoles la difundieron por todo el continente.

#### 3.7.1 Identificación botánica <sup>(14)</sup>

- División : Embriophyta, Asiphonograma, Criptógamas vasculares.
- Subdivisión : Angiospermas.
- Clase : Dicotiledóneas.
- Orden : Polemoniales
- Familia : Solanaceae
- Género : *Solanum*
- Especie : *S. melongena* L.

### 3.7.2 Principales características morfológicas <sup>(35,14)</sup>

-Planta: es herbácea, aunque sus tallos presentan tejidos lignificados que le dan un aspecto arbustivo y anual.

-Sistema radicular: Es bien ramificado, concentrando la mayor parte de las raíces ubicadas a una profundidad de 0.40 m. Dependiendo de las condiciones de suelo y humedad, las raíces pueden situarse mas superficialmente o profundamente.

-Fruto: es una baya alargada o globosa, de color negro, morado, blanco, blanco jaspeado de morado o verde. Presenta pequeñas semillas de color amarillo.

### 3.7.3 Suelos recomendables <sup>(35)</sup>

-**Suelo:** es poco exigente en suelo, debido a que posee un potente y profundo sistema radicular. No obstante, los suelos más adecuados son los francos y profundos. En suelos arcillosos pueden presentarse problemas de asfixia radicular, mostrando rápidamente los síntomas. Los valores de pH óptimos oscilan entre 6 y 7.

### 3.7.4 Composición Nutricional <sup>(36)</sup>

Tabla N° 5: Composición nutricional por cada 100 g. de parte comestible de *Solanum melongena* L (berenjena).

Componente	Contenido
Calorías	26.0 Kcal
Agua	92.03 g
Proteína	1.02 g
Grasa	0.18 g
Cenizas	0.71 g
Carbohidratos	6.07 g

Tabla N° 5 (Continuación)

Fibra	2.50 g
Calcio	7.00 mg
Hierro	0.27 mg
Fósforo	22.00 mg
Vitamina C	1.70 mg

### 3.8 Toma de muestras <sup>(4,42)</sup>

La toma de muestra para cultivos y suelo se puede hacer de la siguiente manera:

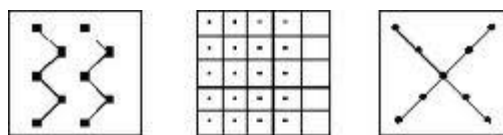


Figura N° 7 Diseños para realizar la toma de muestras en suelo.

La primera forma es de Zigzag, la segunda es de cuadrícula y la tercera es diagonal. Hay que mezclar bien todas las tomas. No se deben dejar las muestras al sol ni exponerlas a altas temperaturas.

En análisis de suelos para cultivos herbáceos la muestra se tomará a una profundidad de 0 a 30 cm. Para cultivos leñosos se tomarán dos muestras, una de 0 a 30 cm de profundidad (suelo) y otra de 30 a 60 cm (subsuelo).

### 3.9 Espectroscopia de Absorción Atómica <sup>(37)</sup>

La espectroscopia de absorción atómica (EAA) es un método instrumental. Se emplean principalmente radiaciones del espectro ultravioleta (UV), visible y Rayos X.



Consiste en la medición de las especies atómicas por su absorción a una longitud de onda particular. La especie atómica se logra por atomización de la muestra. La técnica de atomización más usada es la absorción atómica con flama o llama, que nebuliza la muestra y luego la disemina en forma de aerosol dentro de una llama de aire de acetileno u óxido nitroso-acetileno.

### 3.9.1 Descripción de la técnica <sup>(38)</sup>

La técnica de absorción en flama en una forma concisa consta de lo siguiente:

La muestra en forma líquida es aspirada a través de un tubo capilar y conducida a un nebulizador donde esta se desintegra y forma un roció o pequeñas gotas de líquido. Las gotas formadas son conducidas a una flama, donde se producen una serie de eventos que originan la formación de átomos. Estos átomos absorben cualitativamente la radiación emitida por la lámpara y la cantidad de radiación absorbida está en función de su concentración.

La señal de la lámpara una vez que pasa por la flama llega a un monocromador, que tiene como finalidad el discriminar todas las señales que acompañan la línea de interés.

Esta señal de radiación electromagnética llega a un detector o transductor y pasa a un amplificador y por último a un sistema de lectura.

### 3.9.2 Equipo de Absorción Atómica <sup>(39)</sup>

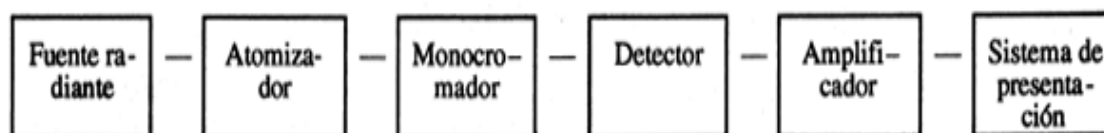


Fig. N°8 Componentes básicos de un equipo de absorción atómica.

### **3.9.3 Aplicaciones** <sup>(39)</sup>

La EAA constituye una de las técnicas empleadas para la determinación de más de 60 elementos.

Entre algunas de sus múltiples aplicaciones tenemos el análisis de:

- Aguas
- Muestras geológicas
- Muestras orgánicas
- Metales y aleaciones
- Petróleo y sus subproductos

Además de una amplia gama de muestras de industrias químicas y farmacéuticas.

## **Capítulo IV**

### **DISEÑO METODOLOGICO**

## 4.0 DISEÑO METODOLOGICO

### 4.1 Tipo de Estudio

**Retrospectivo:** Se abordan investigaciones hechas anteriormente acerca de la concentración de plomo en suelo, plantas y aire del Cantón Sitio del Niño y en sus alrededores.

**Prospectivo:** Será un antecedente para futuras investigaciones.

**Experimental:** Se llevó a cabo un Análisis Químico Instrumental, en las instalaciones del Instituto de Investigación y Desarrollo Químico Biológico (IQB) ubicado en Santa Tecla, La Libertad.

### 4.2 Investigación Bibliográfica

Se realizó en:

- Biblioteca de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca Dr. Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca de la Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (USAM).
- Biblioteca del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal Enrique Álvarez Córdova (CENTA).
- Internet.

### 4.3 Investigación de Campo

Se hizo una visita de campo a la zona de estudio la cual está ubicada en el Cantón Sitio del Niño, Municipio de San Juan Opico, Departamento de la Libertad, para identificar las áreas de cultivo y establecer los puntos de

Muestreo<sup>(4)</sup>. Se tomó como criterio principal de selección las áreas que se encontraban más cercanas de las instalaciones de la Ex fábrica de Baterías<sup>(4)</sup>.

En cada punto de muestreo se tomaron muestras en forma diagonal, de dos esquinas opuestas y del centro de cada una de las parcelas, las cuales miden 15 m<sup>2</sup>.

Para realizar la toma de muestras se contó con la colaboración del dueño de los cultivos quien nos autorizó únicamente la recolección de tres muestras de cada especie vegetal estudiada, cada muestra la constituye un fruto. Las tres muestras se unieron para formar una muestra total de cada especie vegetal.

Los puntos de muestreo se esquematizan en figura N° 1, que a continuación se presenta:

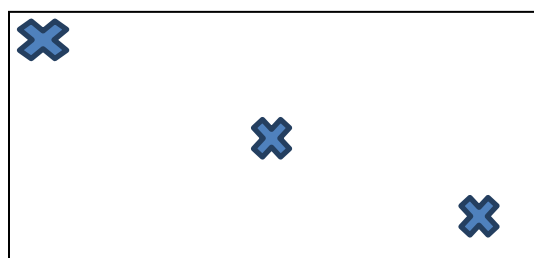


Figura N° 9 Puntos de muestreo en forma diagonal para especies vegetales <sup>(4,42)</sup>.

Las parcelas muestreadas están ubicadas a una distancia de 200 m. de la ex fábrica de Baterías Record <sup>(Ver anexo N° 1)</sup>.

Se entrevistó a un miembro del comité ambiental del Sitio del Niño “Libre de plomo”, él manifestaba que la población del Cantón Sitio del Niño se ha visto muy afectada a raíz del incidente causado por la ex fábrica de baterías Record; además aseguró que aún hay habitantes que cultivan vegetales en las cercanías de ésta ex fábrica, lo cual se confirmó a través de un recorrido por los

alrededores ya que se observó un área cultivada con diferentes especies vegetales tales como yuca, berenjena, tomate, maíz, güisquil, pipián, ayote y frijol. Es probable que éstos vegetales se comercialicen en los mercados.

Para fines de ésta investigación se utilizó una muestra testigo para cada especie vegetal en estudio, las cuales se obtuvieron de lugares diferentes del Cantón Sitio del Niño, San Juan Opico, La Libertad. El güisquil provenía del municipio de Berlín departamento de Usulután y las tres especies restantes (yuca, berenjena y ayote) del Cantón El Carmen departamento de Cuscatlán. Las muestras testigos se codificaron y para su respectivo análisis se trataron de igual manera que las muestras.

**Universo:** Hortalizas cultivadas en los alrededores de la ex fábrica de Baterías Record, ubicada en el Cantón Sitio del Niño, San Juan Opico, La Libertad.

**Muestra:** Tres muestras de cada especie vegetal (yuca, berenjena, ayote, y güisquil).

**Tipo de muestreo:** Dirigido y puntual ya que se recolectó la muestra en un lugar específico.

#### **4.4 Parte Experimental**

##### **4.4.1 Recolección y tratamiento de sub-muestras.**

1. Recolectar manualmente tres sub-muestras de cada especie vegetal utilizando guantes de látex, y empacar en bolsas de polipropileno nuevas, limpias, rotular.
2. Transportar hacia las instalaciones del Instituto de Investigación y Desarrollo Químico Biológico (IQB) en hieleras.

3. Lavar los vegetales con agua destilada.
4. Retirar el epicarpio con la ayuda de un cuchillo, excepto en berenjena y ayote. Proseguir a cortar cada una de los vegetales en trozos pequeños (aproximadamente de  $1\text{cm}^2$ ).
5. Colocar los vegetales cortados de una misma especie vegetal en un recipiente limpio con capacidad adecuada, obteniendo la muestra total (por lo tanto se obtendrá una muestra total yuca, berenjena, güisquil y ayote.)

#### **4.4.2 Procedimiento para cuantificación de plomo**

##### **A) Maceración**

1. Pesar en una balanza semi analítica, separadamente tres veces las cantidades siguientes de las especies vegetales: yuca 150.0 g., berenjena 100.0 g., ayote 100.0 g. y güisqui 75.0 g.
2. Agregar a cada una de las tres fracciones de muestra de cada especie, cantidad suficiente de ácido clorhídrico 0.1 N hasta cubrirlas.
3. Macerar por tres días a una temperatura de  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ , asegurándose de cubrir el recipiente que contiene la maceración con papel parafilm.
4. Filtrar por gravedad la solución a través de papel filtro corriente.
5. Medir el volumen obtenido de filtrado, utilizando para ello una probeta graduada.
6. Colocar el filtrado en balones volumétricos de 100.0 mL, rotulando debidamente como fracción 1, fracción 2, fracción 3; por lo tanto para cada especie vegetal se tendrán 3 fracciones.

## B) Cuantificación

1. Preparar los estándares de plomo para la curva de calibración (0.2 ppm, 0.4 ppm, 1.2 ppm, 1.6 ppm y 2.0 ppm). (Ver anexo N° 2.)
2. Correr el blanco (HCl 0.1 N) y ajustar a cero el equipo, a una longitud de onda de 283.3 nm.
3. Elaborar la curva de calibración con los estándares preparados en el numeral 1 parte B. (ver anexo N° 3)
4. Enjuagar el nebulizador con disolvente (HCl 0.1 N).
5. Hacer la lectura de absorbancia de cada fracción de la muestra.
7. A cada fracción se le realizaron lecturas por triplicado.

## C) Planteamiento de cálculos

Las lecturas de concentración de plomo se obtienen en ppm (mg/L de Pb, µg/mL de Pb) por lo que es necesario hacer una conversión para llegar a unidades de mg Pb/kg, que son las unidades que establece el Reglamento CE 1881/2006 de la Comisión de las Comunidades Europeas: Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios, en peso fresco (Ver anexo N° 8).

A continuación se presenta un caso hipotético para hacer el cálculo matemático:

Datos de una muestra vegetal "Y":

Concentración de plomo encontrada	: 0.5 ppm
Peso de muestra vegetal	: 43.7 g.
Volumen de volumen de HCl 0.1 N obtenido después de macerar	: 95 mL



Paso 1. Desarrollar el cálculo para obtener los microgramos ( $\mu\text{g}$ ) de Pb en la muestra.

0.5 ppm de Pb = 0.5  $\mu\text{g}$ / mL de Pb

$$\begin{array}{r} 0.5 \mu\text{g} \quad \text{—————} 1 \text{ mL} \\ \times \quad \text{—————} 95 \text{ mL} \\ \hline x = 47.5 \mu\text{g} \end{array}$$

Paso 2. Conversión de 47.5  $\mu\text{g}$  de Pb encontrados en muestra a mg.

47.5 $\mu\text{g}$	1 mg	0.0475 mg de Pb
	1000 $\mu\text{g}$	

Paso 3. Conversión de peso de la muestra a unidad de kg.

43.7 g	1 kg	0.0437 kg
	1000 g	

Paso 4. Obtención de unidades: mg Pb/kg peso muestra.

0.0475 mg ————— 0.0437 kg de muestra.

X ————— 1 kg de muestra.

X = 1.087 mg Pb/kg peso muestra.

#### 4.4.3 Tratamiento de resultados

Los resultados que se obtuvieron de las muestras vegetales en unidades de mg Pb/kg peso fresco se tabularon y posteriormente se compararon con el límite establecido por el Reglamento CE 1881/2006 de la Comisión de las Comunidades Europeas: Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios, que es de 0.1 mg Pb/ kg peso fresco (Ver Anexo N°8).

Además se compararon las medias aritméticas de las concentraciones de plomo entre las especies estudiadas.

#### **4.4.4 Recolección y tratamiento de las sub-muestras de suelo** <sup>(4)</sup>

Se realizó un análisis del suelo para determinar plomo en las parcelas muestreadas.

Las sub-muestras de suelo se tomaron siguiendo la misma ubicación de los puntos de muestreo de las especies vegetales.

1. Recolectar tres sub-muestras de suelo (Ver figura N° 1) en cada parcela, utilizar una pala de acero inoxidable y tomar la muestra una profundidad de 0-30 cm, utilizando guantes limpios.
2. Tomar una cantidad aproximada de media libra de suelo por cada sub-muestra, depositar en bolsas de polipropileno nuevas, limpias.
3. Rotular cada sub-muestra con información general de la parcela de la que fue recolectada: fecha, lugar de muestreo, muestreador, análisis requerido y otros datos importantes.
4. Transportar hacia las instalaciones del Instituto de Investigación y Desarrollo Químico Biológico (IQB) en hielera.
5. Retirar de las muestras de suelo todo material vegetal, piedras e insectos.
6. Unir las tres sub-muestras de suelo correspondiente a una parcela en un recipiente con capacidad adecuada y mezclar, para obtener una muestra total. Proceder de igual manera para las muestras de suelo de las otras parcelas (güisquil, berenjena y ayote).

#### **4.4.5 Procedimiento para cuantificación de plomo en muestras de suelo.**

##### **A) Maceración**

1. De la muestra compuesta de suelo de cada parcela, pesar en balanza semi analítica separadamente tres veces, 100.0 g., obteniendo así tres fracciones para cada parcela. (Ver Anexo N° 12)
2. Agregar a cada una de las tres fracciones de muestra de suelos, 65.0 mL de ácido clorhídrico 0.1 N.
3. Continuar el tratamiento de las muestras de igual forma como se describe en el procedimiento 4.4.2, literal A), a partir del numeral 3.

#### **4.4.6 Determinación de pH en la muestra de suelo.**<sup>(7)</sup>

Se determinó el pH para tener un indicio de la movilidad del Plomo en el suelo de cada parcela.

##### **- Calibración de pHmetro**<sup>(7)</sup>

1. Encender el pHmetro presionando la tecla “power” (Encendido/Apagado).
2. Presionar la opción “Mode” y aparecerá la opción “Calibrate” y luego presionar la opción “Yes”.
3. Sumergir el electrodo en solución Buffer pH 7.00, cuando la lectura sea de 7.00 aparecerá en la pantalla la señal “Ready” y una señal auditiva que indicará que la lectura es estable. Presionar la tecla “Yes” y se enjuaga el electrodo.
4. Sumergir el electrodo en solución Buffer pH 4.00, cuando la lectura sea de 4.00 aparecerá en la pantalla la señal “Ready” y una señal auditiva que indicará que la lectura es estable. Presionar la tecla “Yes”. En la pantalla

aparecerá el valor del Sloope o pendiente (el valor de sloope deberá estar entre 92-105%).

5. Una vez terminada la calibración dejar sumergido el electrodo en solución buffer pH 7.00.

- Tratamiento de muestra (7)

1. Pesar 20.0 g de suelo en un vaso precipitado de 50.0 mL.

2. Adicionar con pipeta volumétrica 20.0 mL de agua destilada libre de CO<sub>2</sub>.

3. Agitar durante 5 minutos manualmente.

4. Dejar en reposo durante 1 hora.

- Lectura de pH

1. Sumergir el electrodo en la muestra, dejar estabilizar el equipo.

2. Anotar la lectura de pH.

3. Realizar lavados al electrodo con agua destilada antes de efectuar la siguiente medición.

## **Capítulo V**

### **RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS**

## 5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Para iniciar la investigación de la contaminación de Plomo en las cuatro especies vegetales, primero se hizo un viaje de campo al Cantón Sitio del Niño con el objetivo de recorrer las áreas de cultivo cercanas a la ex fábrica de Baterías Record e identificar los cultivos que se siembran en estas tierras. El recorrido fue guiado por uno de los miembros del comité Libre de Plomo quien nos comentaba que a pesar de la restricción <sup>(44)</sup> permanecen agricultores que cosechan la tierra, durante el recorrido se observó un terreno bastante amplio a unos 200 m de la ex fábrica, en éste terreno se podían distinguir diferentes parcelas cada una de un área de 15 m<sup>2</sup> en donde habían cultivos tales como maíz, frijol, pipián, güisquil, berenjena, yuca y ayote. En esta primer visita se decidió seleccionar para el trabajo de investigación: berenjena, güisquil, ayote por su alto contenido de agua <sup>(26, 33,36)</sup> y la yuca por ser un tubérculo comestible así como mayor contacto con el suelo.

Al cabo de un mes desde la primera visita al lugar de estudio se realizó una segunda visita a la zona para recolectar tres muestras en cada parcela de las especies vegetales, cada muestra la constituye un fruto; en cada punto de muestreo se tomaron las muestras en forma diagonal, de dos esquinas opuestas y del centro de cada una de las parcelas. (Ver fig. Nº 1)

En el estudio se incorporó a petición del guía comunitario el análisis de **Allium shoenoprasum** (cebollines) <sup>(47)</sup>, éstos se encontraban sembrados a unos 1000 m de la ex fábrica. Se tomó únicamente una muestra de ésta especie, con un peso de 38.72 g.

Después de la recolección tratamiento y análisis de las muestras de hortalizas, se obtuvieron los resultados para la determinación de plomo en cada una de estas.

Dos semanas después del análisis de las especies vegetales, se realizó un análisis de suelo en cada parcela muestreada, para determinar presencia de plomo. Para tomar las muestras de suelo se utilizó una pala de acero inoxidable, y la muestra se tomó a una profundidad de 30 cm. El tratamiento y análisis se hizo de igual forma que para los vegetales

Tabla N° 6: Volumen de HCl 0.1 N utilizado y obtenido en cada fracción de las especies vegetales.

Especie vegetal	Peso de muestra (g)	Volumen de HCl 0.1N, inicial para maceración.	Volumen de HCl 0.1 N, obtenido después de macerar.
<b><i>Manihot esculenta</i></b> (yuca)	Fracción 1: 150.40	150 mL	138 mL
	Fracción 2: 150.26	150 mL	140 mL
	Fracción 3: 150.34	150 mL	138 mL
<b><i>Solanum melongena</i></b> <i>L</i> (berenjena)	Fracción 1: 100.01	200 mL	187 mL
	Fracción 2: 100.03	200 mL	187 mL
	Fracción 3: 100.07	200 mL	185 mL
<b><i>Cucurbita pepo L</i></b> (ayote)	Fracción 1: 100.11	120 mL	110 mL
	Fracción 2: 100.17	120 mL	110 mL
	Fracción 3: 100.14	120 mL	110 mL
<b><i>Sechium edule</i></b> (güisquil)	Fracción 1: 75.06	125 mL	114 mL
	Fracción 2: 75.08	125 mL	115 mL
	Fracción 3: 75.00	125 mL	115 mL
<b><i>Allium shoenoprasum</i></b> (Cebollines)	Fracción 1: 38.72	100 mL	90 mL
Ty	150.35	150 mL	140 mL
Tb	100.05	200 mL	188 mL
Ta	100.16	130 mL	120 mL
Tg	75.07	125 mL	114 mL

Ty=Testigo de yuca

Tb=Testigo de berenjena

Ta= Testigo de ayote

Tg= Testigo de güisquil



Para obtener los pesos que se reportan en la tabla N° 1 se cortaron en trozos pequeños tres muestras de cada vegetal en estudio, las cuales se unieron y se distribuyeron de la manera que especifica la tabla N° 1. Los volúmenes de HCl 0.1 N variaban entre muestra porque cada una de las especies vegetales tienen diferentes densidades frente a este solvente, y al final se filtraron las muestras obteniendo diferentes volúmenes del extracto.

Tabla N° 7: Lecturas promedios del análisis de plomo para especies vegetales y suelo. (Ver anexo N° 13)

Resultados del análisis de Plomo en las especies vegetales seleccionadas.			Resultados del análisis de Plomo en suelos.	
Vegetales	Testigo (ppm)	Muestra Vegetal (ppm)	Muestra de suelo (ppm)	pH (1:1) en agua
<b><i>Manihot esculenta</i></b> (yuca)	ND	ND	0.174	6.68
<b><i>Solanum melongena L</i></b> (berenjena)	0.072	ND	ND	6.76
<b><i>Cucurbita pepo L</i></b> (ayote)	0.033	ND	ND	7.70
<b><i>Secchium edule</i></b> (güisquil)	0.008	ND	0.020	6.70
<b><i>Allium shoenoprasum</i></b> (Cebollines)	-	0.461	0.007	7.12

ND = No Detectado.

- = Análisis no realizado por lo que no aparece lectura de concentración de plomo.

ppm = mg/ mL ó, µg/mL

De acuerdo a los datos presentados en la tabla N° 2, en las cuatro especies vegetales en estudio (yuca, berenjena, ayote y güisquil) no se detectó plomo, a pesar de que el método utilizado para el análisis posee una sensibilidad de 0.5ppb. Sin embargo en la muestra de cebollines se detectó una concentración de plomo de 0.461 ppm; éstos resultados podrían sugerir que no hay una relación entre la distancia de la fuente de contaminación (instalaciones de ex fábrica de baterías Record) y el grado de contaminación de los vegetales, porque los primeros cuatro vegetales mencionados fueron recolectados a 200 m. de la ex fábrica lo que indicaría mayor probabilidad de contaminación y los cebollines al encontrarse a 1000 m. de la ex fábrica tendrían menos probabilidades de estar contaminados.

Debido a estos resultados se decidió realizar un análisis de suelo a cada parcela de donde se recolectaron las muestras vegetales para determinar si el suelo estaba contaminado con plomo. Además se le tomó el pH para determinar si el plomo tiene la facilidad de movilizarse, ya que éste tiende a estar más disponible a pH ácido (19,39).

El 80% de las muestras de suelo presentaron un pH cercano al neutro por lo tanto el plomo no tiene facilidad de movilización en el suelo, pero sí éste metal puede permanecer en la capa superior del suelo adherido a constituyentes inorgánicos o asociados con la materia orgánica (19,39).

En el análisis de suelo se obtuvieron datos que confirman la presencia de plomo en la parcela de yuca, güisquil y cebollines. Sin embargo, a pesar de que se encontraron concentraciones del metal de 0.174,0.020 y 0.007 respectivamente, éstas no sobrepasan el límite de 400 mg Pb/ kg suelo de uso agrícola (46). Es de considerar que los vegetales de las dos primeras parcelas mencionadas no presentaron cantidades de plomo, lo que refleja que no ha llegado a capas más profundas del suelo y por tanto la raíz de los vegetales no lo absorben.(23)

En el caso de los cebollines, tanto ésta muestra vegetal como el lugar en donde estaban cultivados se encuentra contaminada con plomo, una variante que puede influir para que los cebollines si hayan absorbido plomo del suelo es su propia naturaleza ya que este es una hortaliza de bulbo que se desarrolla a pocos centímetros bajo la superficie por lo que puede tener un contacto más directo con el plomo (47)

Un factor que puede contribuir a que no se haya detectado contaminación por plomo en las parcelas restantes es que éstas se encuentran en un área en donde al haber precipitaciones se forman escorrentías que producen arrastre del suelo, y si el plomo permanece en la superficie del suelo, juntamente va a ser arrastrado con éste.(40)

Otro dato de importancia que mostró el análisis realizado es que tres de las muestras testigo procedentes de lugares alejados de la zona de estudio presentaron concentraciones significativas de plomo, lo que es preocupante ya que todos estamos expuestos a la contaminación por plomo por ser consumidores de hortalizas.

Es importante mencionar que con el método de maceración utilizado no se tiene una certeza de que se produzca una extracción completa de plomo en una muestra de especie vegetal u orgánica, contaminada con éste metal;La efectividad del método no está comprobada ya que no se han realizado los estudios necesarios.

Tabla N° 8 Cantidad de Plomo (mg/kg) encontrada en las especies vegetales y suelo.

Resultados del análisis de Plomo en las especies vegetales seleccionadas.				Resultados del análisis de Plomo en suelos.		
Especie Vegetal	Plomo (ppm).	mg Pb/ kg peso fresco	Límite de plomo mg Pb/ kg peso fresco (ver anexo 9)	Plomo (ppm).	mg Pb/kg suelo	Límite de plomo para suelo agrícola mg Pb/kg suelo (Ver anexo 10)
<b><i>Manihot esculenta</i></b> (yuca)	0	0	0.1	0.174	0.08352	400
<b><i>Solanum melongena</i></b> L (berenjena)	0	0		ND	-	
<b><i>Cucurbita pepo</i></b> L (ayote)	0	0		ND	-	
<b><i>Sechium edule</i></b> (güisquil)	0	0		0.020	0.00960	
<b><i>Allium shoenostrum</i></b> (Cebollines)	0.461	1.071		0.007	0.00357	
Ty	0	0		-	-	
Tb	0.072	0.1353		-	-	
Ta	0.033	0.0395		-	-	
Tg	0.008	0.0121		-	-	

Ty=Testigo de yuca      Tb=Testigo de berenjena      ND = No Detectable \*

Ta= Testigo de ayote      Tg= Testigo de güisquil      - : Análisis no realizado

mg Pb/ kg peso fresco = miligramos de plomo por kilogramo de peso fresco de muestra vegetal

mg Pb/ kg suelo =miligramos de plomo por kilogramo de suelo

\*El método tiene una sensibilidad de 0.5 ppb

No se realizó la comparación de los resultados obtenidos de ***Cucurbita pepo*** L (ayote), ***Manihot esculenta*** (yuca), ***Sechium edule*** (güisquil) y ***Solanum melongena*** L (berenjena,) con el límite de 0.1 mg Pb/ kg peso fresco que establece el Reglamento CE 1881/2006 de la Comisión de las Comunidades Europeas: Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios; debido a que las especies vegetales no presentaron una cantidad de plomo detectable.

En cuanto al análisis de cebollines, éstos presentan 1.071 mg Pb/ kg peso fresco (Ver anexo N° 9), lo cual excede el límite de 0.1 mg Pb/ kg peso fresco Reglamento CE 1881/2006 de la Comisión de las Comunidades Europeas: Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios.

Además se observa en la tabla N° 3 que las tres muestras de suelo contaminadas con plomo no sobrepasan el límite de 400 mg Pb/ kg suelo establecido por la Norma Oficial Mexicana Nom-147-Semarnat/ssa1-2004: Concentraciones de Remediación de Suelos Contaminados (ver anexo 10).

Datos de interés obtenidos en el análisis fueron los arrojados por las muestras testigos de ayote, güisquil y berenjena, ya que éstas resultaron contaminadas con plomo. Las tres muestras testigo presentaron valores de 0.0395, 0.0121 y 0.1353 (mg Pb/ kg peso fresco), respectivamente. La concentración de plomo de las dos primeras muestras testigos están por debajo del límite de 0.1 mg Pb/ kg peso fresco establecido por el Reglamento CE 1881/2006 de la Comisión de las Comunidades Europeas: Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. Sin embargo el nivel de contaminación de la muestra testigo de berenjena está por encima del límite del presente Reglamento.

## **Capítulo VI**

### **CONCLUSIONES**

## 6.0 CONCLUSIONES

1. En las especies vegetales ***Cucurbita pepo*** L (ayote), ***Manihot esculenta*** (yuca), ***Sechium edule*** (güisquil) y ***Solanum melongena*** L (berenjena), cultivadas en la periferia de la ex fábrica de Baterías Record, no se detectó plomo por el método de Emisión de llama.
2. La comparación de los resultados obtenidos de ***Cucurbita pepo*** L (ayote), ***Manihot esculenta*** (yuca), ***Sechium edule*** (güisquil) y ***Solanum melongena*** L (berenjena), con el límite de 0.1 mg Pb/ kg peso fresco que establece el Reglamento CE 1881/2006 de la Comisión de las Comunidades Europeas: Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios; no se realizó debido a que las especies vegetales no presentaron una cantidad de plomo detectable.
3. De acuerdo al análisis realizado, la muestra de cebollines presentó un valor de 1.071 mg Pb/ kg peso fresco, lo que sobrepasa el límite establecido por el Reglamento CE 1881/2006 de la Comisión de las Comunidades Europeas: Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios.; la cual indica como valor máximo de plomo en hortalizas 0.1mg Pb/ kg peso fresco.
4. Se identificó en un radio de 1500 m alrededor de la ex fábrica de baterías Record, personas que cultivan los suelos de la zona, la cual es un área restringida por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales <sup>(44)</sup>.

5. Los resultados del análisis de Plomo en suelo, nos indicó que las parcelas en donde se cultivan ***Manihot esculenta*** (yuca), ***Sechium edule*** (güisquil) y ***Allium shoenoprasum*** (cebollines), están contaminadas con el metal, presentando valores de: 0.08352 mg Pb/ kg suelo, 0.00960 mg Pb/ kg suelo y 0.00357 mg Pb/ kg suelo, respectivamente; dichos valores no sobrepasan el límite de 400 mg Pb/ kg suelo de uso agrícola.<sup>(46)</sup>
  
6. El 80 % de las muestras de suelo analizadas poseen un pH neutro, el cual favorece que el plomo se encuentre precipitado en las primeras capas del suelo. <sup>(19,39)</sup>



## **Capítulo VII**

### **RECOMENDACIONES**

## 7.0 RECOMENDACIONES

1. Cuantificar trazas de plomo en muestras vegetales, por el método de horno de grafito de espectrofotometría de absorción atómica ya que éste posee mayor sensibilidad que el de emisión de llama.
2. Que el Ministerio de Agricultura y Ganadería realice análisis de plomo en las diferentes hortalizas que se cultivan y comercializan en el territorio nacional juntamente con sus respectivas parcelas, ya que tres de las muestras testigos utilizadas en el estudio se encontraron contaminadas con este metal.
3. Demostrar la capacidad de extracción de plomo por el método de maceración, contaminando una muestra testigo con una cantidad conocida del metal y posteriormente realizar el análisis y de acuerdo a los resultados determinar el porcentaje de recuperación.
4. Que el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales juntamente con autoridades ambientales nacionales e internacionales agilicen la descontaminación del suelo del cantón Sitio del Niño; además que se realice un monitoreo constantemente en el suelo y las hortalizas cultivadas en este lugar, para que puedan evaluar el nivel de contaminación y así informar a los habitantes de la comunidad sobre los riesgos a los que se exponen al cultivar.
5. Que el Ministerio de Agricultura y Ganadería gestione ante el organismo competente una norma salvadoreña que regule el límite máximo de plomo permitido en hortalizas.

6. Que el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales realice un monitoreo constante de los suelos que se encuentran en los alrededores de la ex fábrica de Baterías Record, para determinar si realmente las medidas tomadas inicialmente están siendo efectivas en la descontaminación del suelo, e informar a la comunidad para que continúen gestionando medidas de saneamiento con el fin de volver a reactivar el cultivo seguro del suelo agrícola del Cantón Sito del niño.

## **BIBLIOGRAFIA**

## BIBLIOGRAFIA

1. Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C). Official Methods of Analysis.14° th.Edited by Sinney Willians.1984.
2. Asociación de promotores comunales salvadoreños APROCSAL. Cincuenta especies de la flora medicinal existente en El Salvador. Imprenta Díaz. Abril 2002. 19,20 p.
3. Casseres E. Producción de Hortalizas. Instituto interamericano de ciencias agrícolas. Tercera edición. San José, Costa Rica: IICA; 1980. 319-327 p.
- 4.CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal) 2005.Muestreo y análisis de suelos. Boletín Técnico 17. San Salvador, El Salvador. 13,23 p.  
Disponible en: [www.centa.gob.sv](http://www.centa.gob.sv) [Consultado el 25.06. 2013].
5. Codex Standard 193-1995 .Norma General del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los Alimentos y Piensos.  
Disponible:[www.codexalimentarius.net/input/download/.../17/CXS\\_193s.pdf](http://www.codexalimentarius.net/input/download/.../17/CXS_193s.pdf)  
[Consultado el 10.01.2013 ]
6. Guerrero de Mena M G. Obtención y aprovechamiento de extractos vegetales de la flora salvadoreña. San Salvador. Octubre 1989.
7. Herrera Flores K. I. Evaluación de la contaminación por plomo en suelos del Cantón Sitio del Niño, municipio de San Juan Opico, departamento de la Libertad. [Trabajo de graduación de Licenciatura en Química y Farmacia].San Salvador: Universidad de El Salvador. Facultad de Química y Farmacia; 2009. 79 p.

8. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), 2010. Estado de emergencia ambiental por plomo, nueve colonias de San Juan Opico están comprendidas dentro del radio de 1500 afectados por la medida partiendo desde las instalaciones de la fábrica de baterías. La Prensa Gráfica, viernes 20 de agosto de 2010. Nacionales.10 p.
9. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Informe del Proceso de la Declaratoria de Emergencia Ambiental por contaminación de plomo en Cantón Sitio del Niño (Agosto 2010-Septiembre 2012). Disponible en:[http://www.marn.gob.sv/phocadownload/Informe\\_Corte\\_Cuentas\\_Emergencia\\_Ambiental.pdf](http://www.marn.gob.sv/phocadownload/Informe_Corte_Cuentas_Emergencia_Ambiental.pdf) [Consultado el 16.04.2013 ]
10. Pérez K L, Portillo J A. Determinación de la contaminación de plomo en la atmosfera del Cantón Sitio del Niño, Municipio de San Juan Opico, Departamento de la Libertad utilizando un biosensor vegetal *Tillandsia juncia* (GALLITO). [Trabajo de graduación de Licenciatura en Química y Farmacia].San Salvador: Universidad de El Salvador. Facultad de Química y Farmacia; 2011.
- 11.PortilloK, Sandoval C. Evaluación de los residuos de plomo presentes en frutas y hortalizas cultivadas en el Cantón del Sitio del Niño, valle de Zapotitan, La Libertad [Trabajo de graduación en ingeniería de alimentos]San Salvador: Universidad Dr. José Matías Delgado. Facultad de Agricultura e Investigación Agrícola;2011.44p.Disponible en:<http://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/04/AGI/ADSE0000877.pdf> [ consultado el 25.01.2013]
- 12.Skoog, D. 2000. Química Analítica. 7° ed .S .1, MX, Editorial Mac Graw-Hill.656 p.

13. Unión Europea. 2006. Contenido máximo de determinantes contaminantes en los productos alimenticios. Reglamento CE 1881/2006 de la Comisión. Diario Oficial de la Unión Europea 20.12.2006, L 364/5-L364/24.[Consultado el 14.06.2013 ]
14. Valdez V. Cultivo de hortalizas en trópicos y subtropicos. Primera edición. Santo Domingo: Corripio C. por A; 1991. 153-165 p (Berenjena), 215-235 p (Ayote) y 261-271 p (Güisquil).
- 15.<http://www.lenntech.es/periodica/elementos/pb.htm>.  
[Consultado el 15.12.2012].
- 16.<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002473.htm>  
[Consultado el 15.12.2012 ].
- 17.<http://www.salud.com/salud-en-general/plombemia-o-saturnismo--plomo-en-sangre-iii.asp>. [Consultado el 16.12.2012 ]
- 18.<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/870/87012672005.pdf>  
[Consultado el 16.12.2012 ]
- 19.[http://www.unep.org/hazardoussubstances/Portals/9/Lead\\_Cadmium/docs/Trade\\_Reports/LAC/Trade\\_report\\_LAC\\_Spanish\\_and\\_English.pdf](http://www.unep.org/hazardoussubstances/Portals/9/Lead_Cadmium/docs/Trade_Reports/LAC/Trade_report_LAC_Spanish_and_English.pdf)  
[ Consultado el 27.12.2012 ]
- 20.[http://es.wikipedia.org/wiki/San\\_Juan\\_Opico](http://es.wikipedia.org/wiki/San_Juan_Opico) [Consultado el 18.12.2012 ]
- 21.[http://www.alimentacion.org.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=62:tipologia-y-composicion-de-lashortalizas&catid=81:hortalizas&Itemid=54](http://www.alimentacion.org.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=62:tipologia-y-composicion-de-lashortalizas&catid=81:hortalizas&Itemid=54)  
[Consultado el 17.12.2012 ],Tipología y composición de las hortalizas.

22. <http://verduras.consumer.es/documentos/conozcamos/clasificacion.php>  
[Consultado el 17.12.2012 ]
23. [http://bibliotecadigital.sag.gob.cl/documentos/medio\\_ambiente/criterios\\_calidad\\_suelos\\_aguas\\_agricolas/pdf\\_suelos/6\\_metales\\_pesados\\_cultivos.pdf](http://bibliotecadigital.sag.gob.cl/documentos/medio_ambiente/criterios_calidad_suelos_aguas_agricolas/pdf_suelos/6_metales_pesados_cultivos.pdf)  
[Consultado el 10.01.2013 ]
24. [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20870\\_sg7.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20870_sg7.pdf)  
[Consultado el 05.07.2013 ]
25. <http://www.infoagro.com/hortalizas/calabacin.htm> [Consultado el 16.04.2013 ]
26. [http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/AYOTE](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/AYOTE). [Consultado el 16.04.2013 ]
27. <http://www.infoagro.com/hortalizas/yuca.htm> [Consultado el 18.12.2012 ]
28. [http://enciclopedia.us.es/index.php/Manihot\\_esculenta](http://enciclopedia.us.es/index.php/Manihot_esculenta)  
[Consultado el 19.06.2013]
29. [http://www.cadenahortofruticola.org/admin/bibli/415compendio\\_cultivo\\_yuca.pdf](http://www.cadenahortofruticola.org/admin/bibli/415compendio_cultivo_yuca.pdf) (Yuca) [Consultado el 17.04.2013 ]
30. [http://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/1732/1/Monografia\\_.pdf](http://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/1732/1/Monografia_.pdf)  
[Consultado el 19.06.2013 ]
31. <http://foro.fuentedepermacultura.org/index.php?topic=475.0>  
[Consultado el 12.04.2013 ]
32. <http://www.fundesyram.info/biblioteca/displayFicha.php?fichaID=1197>  
[Consultado el 17.04.2013 ]
33. [http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/CHAYOTE.HTM](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/CHAYOTE.HTM) [Consultado el 17.04.2013 ]



34. [https://es.wikipedia.org/wiki/Solanum\\_melongena](https://es.wikipedia.org/wiki/Solanum_melongena) [Consultado el 15.04.2013]
35. <http://www.infoagro.com/hortalizas/berenjena.htm> [Consultado el 15.04.2013]
36. [http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/BERENJENA.HTM](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/BERENJENA.HTM) [Consultado el 15.04.2013 ]
37. <http://www.quiminet.com/articulos/la-espectrometria-de-absorcion-atmica-31648.htm> [ Consultado el 19.12.2012 ].
38. [http://www.ancap.com.uy/docs\\_concursos/ARCHIVOS/LLAMADOS%20FINALIZADOS/REF%2022\\_2011%20TECNICO%20LABORATORIO%20LUBRICANTES/MATERIAL%20DE%20ESTUDIO/ESPECTROMETRIA.PDF](http://www.ancap.com.uy/docs_concursos/ARCHIVOS/LLAMADOS%20FINALIZADOS/REF%2022_2011%20TECNICO%20LABORATORIO%20LUBRICANTES/MATERIAL%20DE%20ESTUDIO/ESPECTROMETRIA.PDF) [Consultado el 19.12.2012 ]
39. <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB482S/AB482S04.htm> [Consultado el 18.12.2012 ]
40. <http://www.monografias.com/trabajospdf/fitorremediacion/fitorremediacion.pdf> [Consultado el 27.12.2012 ]
41. <http://www.mma.gob.cl/retc/1279/article-43805.html> [Consultado el 14.06.2013 ]
42. [http://www.larioja.org/upload/documents/518266\\_inea\\_interpretacion\\_suelos.pdf](http://www.larioja.org/upload/documents/518266_inea_interpretacion_suelos.pdf) [Consultado el 25.06.2013 ]
43. [rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8252/3/T7Abasorc.doc](http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8252/3/T7Abasorc.doc) [Consultado el 26.06.2013 ]
44. [http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=162:especiales&id=706:declaracion-de-estado-de-emergencia-ambiental-en-sitio-del-nino](http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&catid=162:especiales&id=706:declaracion-de-estado-de-emergencia-ambiental-en-sitio-del-nino) [Consultado el 19.12.2012]

45. [http://www.ecured.cu/index.php/PH\\_en\\_los\\_suelos](http://www.ecured.cu/index.php/PH_en_los_suelos)  
[Consultado el 07.07.2013]
46. <http://relasc.org/relasc-docs-orden/menu-biblioteca/ponencias-de-eventos/mexico/foro-relasc-13-mayo-2013/normatividad-regular-concentraciones-de-metales.pdf> [Consultado el 13.09.2013]
47. <http://w4.siap.sagarpa.gob.mx/AppEstado/monografias/Hortalizas/Cebollin.html> [Consultado el 13.09.2013]
48. [http://www.ecured.cu/index.php/Materia\\_org%C3%A1nica](http://www.ecured.cu/index.php/Materia_org%C3%A1nica)  
[Consultado el 15.09.2013]
49. [http://www.ecured.cu/index.php/Metales\\_pesados](http://www.ecured.cu/index.php/Metales_pesados)  
[Consultado el 15.09.2013]
50. [http://books.google.com.sv/books?id=EnsP16QoBXUC&pg=PA42&dq=texturas+del+suelo:+suelo+franco&hl=es&sa=X&ei=luabUpGtAY\\_NkQem3oCwDA&ved=0CCsQ6AEwAA#v=onepage&q=texturas%20del%20suelo%3A%20suelo%20franco&f=false](http://books.google.com.sv/books?id=EnsP16QoBXUC&pg=PA42&dq=texturas+del+suelo:+suelo+franco&hl=es&sa=X&ei=luabUpGtAY_NkQem3oCwDA&ved=0CCsQ6AEwAA#v=onepage&q=texturas%20del%20suelo%3A%20suelo%20franco&f=false) [Consultado el 27.11.2013]
51. [http://www.esacademic.com/dic.nsf/es\\_mediclopedia/233/absorci%C3%B3n](http://www.esacademic.com/dic.nsf/es_mediclopedia/233/absorci%C3%B3n)  
[Consultado el 15.09.2013]
52. <http://www.wordreference.com/definicion/hortalizas>  
[Consultado el 15.09.2013]
53. [ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6706s/x6706s06.htm](ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm) [Consultado el 17.09.2013]
54. <http://biologiageneral.blogcindario.com/2008/03/00003-glucidos.html>  
[Consultado el 17.09.2013]

55. <http://quimica1general1.blogspot.com/2008/06/el-qumico-dans-slpstirensen.html> [Consultado el 17.09.2013]
56. <http://definicion.de/vegetal/> [Consultado el 17.09.2013]
57. <http://www.alegsa.com.ar/Definicion/de/adsorcion.php>  
[Consultado el 17.09.2013]
58. <http://www.wordreference.com/definicion/nocivo> [Consultado el 17.09.2013]

## GLOSARIO

**Absorber:** Proceso de penetración activa o pasiva de una sustancia externa al interior de un organismo.(51)

**Adsorción:** Unión de moléculas, átomos o iones, a las superficies de otras sustancias.(57)

**Glúcido:** Biomoléculas formadas básicamente por carbono, hidrogeno y oxígeno. Se les suele llamar hidratos de carbono o carbohidratos. (54)

**Hortalizas:** Verduras y demás plantas comestibles que se cultivan en las huertas.(52)

**Materia orgánica:** La materia orgánica o componente orgánico del suelo agrupa varios compuestos que varían en proporción y estado. La materia orgánica está compuesta por residuos animales o vegetales. Se trata de sustancias que suelen encontrarse en el suelo y que contribuyen a su fertilidad. con un buen nivel de materia orgánica: de lo contrario, las plantas no crecerán.(48)

**Metales pesados.** Son aquellos cuya densidad es por lo menos cinco veces mayor que la del agua. El término de metal pesado refiere a cualquier elemento químico metálico que tenga una relativa alta densidad y sea tóxico o venenoso en concentraciones bajas. Tienen aplicación directa en numerosos procesos de producción de bienes y servicios. (49)

**Nocivo:** Dañino, pernicioso, perjudicial. (58)

**pH:** Grado de acidez o basicidad de una solución, éste se mide por la concentración del ión hidrógeno; los valores de pH están comprendidos en una escala de 0 a 14, el valor medio es 7; el cual corresponde a solución neutra, los

valores que se encuentran por debajo de 7 indican soluciones ácidas y valores por encima de 7 corresponde a soluciones básicas o alcalinas.<sup>(55)</sup>

**Suelo franco:** Es aquel que presenta una proporción equitativa de cada una de las tres partículas, arena, limo y arcilla. <sup>(50)</sup>

**Textura del suelo:** contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa. <sup>(53)</sup>

**Vegetal:** Ser orgánico que crece y tiene vida aunque no muda de lugar por impulso voluntario. El término también se utiliza para nombrar a todo aquello perteneciente o relativo a las plantas. Los alimentos vegetales incluyen a las hortalizas (como las verduras y los tubérculos) y las legumbres.<sup>(56)</sup>

## **ANEXOS**

## ANEXO N°1



Fig. N° 10: Lugar de muestreo a 200 metros y 1000 metros alrededor de la ex fábrica de baterías Record.

## ANEXO N° 2

1,000.0 ppm de Plomo (Pb)

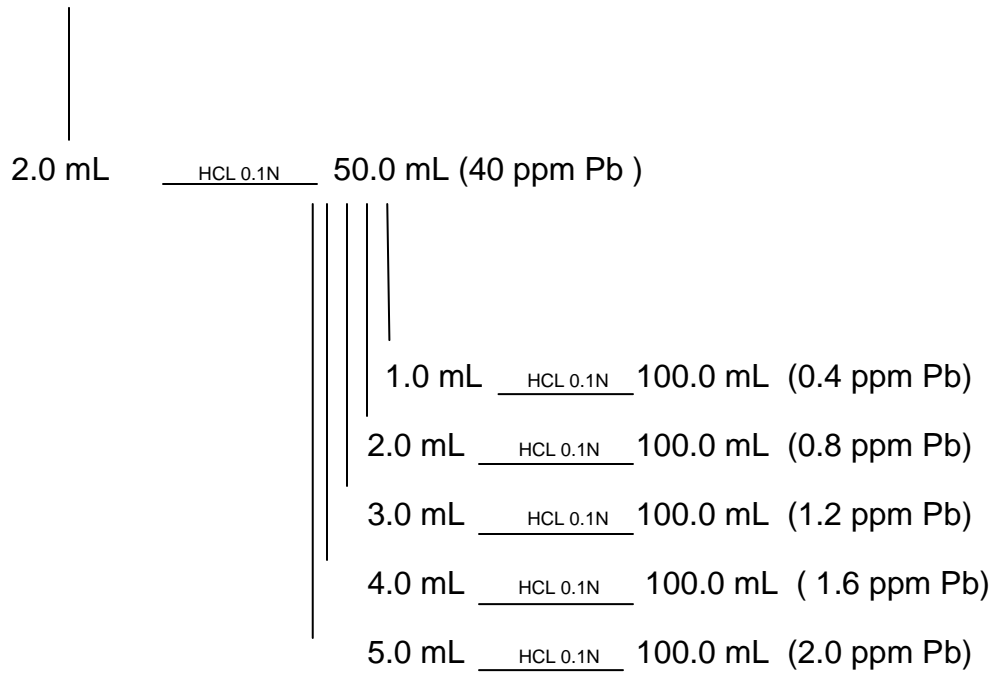


Fig. N° 11: Cascada de disoluciones para preparar la curva de estándares de Plomo.



**ANEXO N°3**

**LECTURAS DE ABSORBANCIAS Y CONCENTRACIONES DE LOS  
ESTÁNDARES DE PLOMO PARA REALIZAR LA CURVA DE CALIBRACIÓN.**

Cuadro N° 1: Lectura de absorbancias y concentraciones de los estándares de Plomo para realizar la curva de calibración.

-----						
Element: Pb Seq. No.: 9						
Sample ID: Std1						
-----						
Repl	SampleConc	StndConc	Blncorr	Peak	Peak	Time
#	mg/L	mg/L	Signal	Area	Height	
1			0.002	0.132	0.135	18:22:26
2			0.002	0.132	0.134	18:22:28
3			0.002	0.132	0.134	18:22:31
Mean:			0.002			
SD :			0.000			
%RSD:			6.68			
Standard number 1 applied. [0.4]						
Correlation Coefficient: 1.0000				Slope: 0.0046		
-----						
Element: Pb Seq. No.: 10						
Sample ID: Std2						
-----						
Repl	SampleConc	StndConc	Blncorr	Peak	Peak	Time
#	mg/L	mg/L	Signal	Area	Height	
1			0.005	0.135	0.137	18:23:01
2			0.005	0.135	0.137	18:23:03
3			0.005	0.135	0.138	18:23:06
Mean:			0.005			
SD :			0.000			
%RSD:			2.42			
Standard number 2 applied. [0.8]						
Correlation Coefficient: 1.0000				Slope: 0.0038		
-----						
Element: Pb Seq. No.: 11						
Sample ID: Std3						
-----						
Repl	SampleConc	StndConc	Blncorr	Peak	Peak	Time
#	mg/L	mg/L	Signal	Area	Height	
1			0.008	0.138	0.140	18:24:01
2			0.008	0.138	0.140	18:24:04
3			0.008	0.138	0.140	18:24:07
Mean:			0.008			
SD :			0.000			
%RSD:			2.79			
Standard number 3 applied. [1.2]						
Correlation Coefficient: 1.0000				Slope: 0.0022		
-----						
Element: Pb Seq. No.: 12						
Sample ID: Std4						
-----						
Repl	SampleConc	StndConc	Blncorr	Peak	Peak	Time
#	mg/L	mg/L	Signal	Area	Height	
1			0.011	0.141	0.143	18:24:31
2			0.011	0.141	0.143	18:24:33
3			0.011	0.141	0.143	18:24:36
Mean:			0.011			
SD :			0.000			
%RSD:			1.21			
S-shaped calibration curve detected. Two-coefficient equation used.						
Standard number 4 applied. [1.6]						
Correlation Coefficient: 0.9940				Slope: 0.0046		

Continuación de cuadro N° 1

Element: Pb Seq. No.: 13						
Sample ID: Std5						
Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1			0.014	0.144	0.147	18:24:56
2			0.014	0.144	0.147	18:24:59
3			0.014	0.144	0.146	18:25:02
Mean:			0.014			
SD :			0.000			
%RSD:			0.85			
Standard number 5 applied. [2.0]						
Correlation Coefficient: 0.9979				Slope: 0.0046		

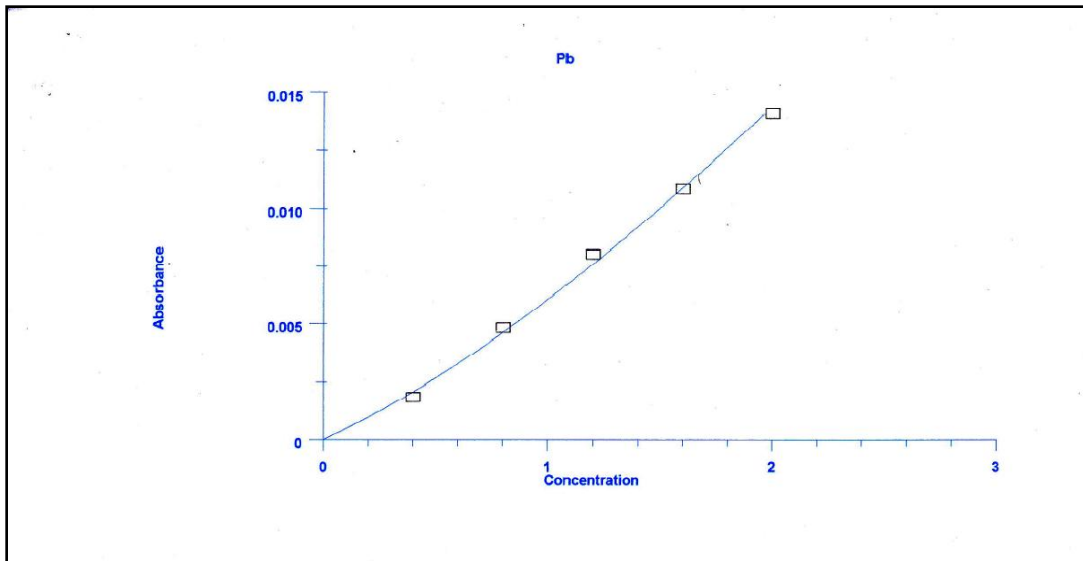


Fig. N° 12: Grafico Absorbancia vrs Concentración de los estándares de Plomo.

Cuadro N°2: Lecturas de calibración para el estándar de Plomo

Calibration data for Pb						
Standard ID	Mean Signal (Absorbance)	Entered Concentration (mg/L)	Calculated Concentration (mg/L)	Standard Deviation	%RSD	
Calib Blank	0.000	----	0.000	0.000	107.304	
Std1	0.002	0.4	0.361	0.000	6.676	
Std2	0.005	0.8	0.830	0.000	2.425	
Std3	0.008	1.2	1.254	0.000	2.791	
Std4	0.011	1.6	1.594	0.000	1.214	
Std5	0.014	2.0	1.965	0.000	0.855	
Correlation Coefficient: 0.99792		Slope: 0.00459				

**ANEXO N°4**

**LECTURAS DE ABSORBANCIAS Y CONCENTRACIONES DE PLOMO DE  
LAS MUESTRAS TESTIGO Y MUESTRAS DE LAS ESPECIES VEGETALES  
ANALIZADAS.**

Cuadro N°3: Lecturas de absorbancias y concentraciones de Plomo en muestra testigo y muestras de Yuca.

Element: Pb Seq. No.: 8						
Sample ID: Blanco Yuca						
Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.001	0.001	0.000	0.129	0.133	17:41:23
2	-0.001	-0.001	0.000	0.129	0.132	17:41:26
3	-0.001	-0.001	0.000	0.129	0.133	17:41:28
Mean:	0.000	0.000	0.000			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	220.8	220.8	220.81			

Element: Pb Seq. No.: 14						
Sample ID: Yuca 1						
Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.507	-0.507	-0.002	0.128	0.131	18:26:00
2	-0.666	-0.666	-0.002	0.127	0.130	18:26:04
3	-0.620	-0.620	-0.002	0.128	0.129	18:26:06
Mean:	-0.598	-0.598	-0.002			
SD :	0.082	0.082	0.000			
%RSD:	13.67	13.67	11.12			

Element: Pb Seq. No.: 15						
Sample ID: Yuca 2						
Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.847	-0.847	-0.003	0.127	0.129	18:26:33
2	-0.899	-0.899	-0.003	0.127	0.129	18:26:36
3	-0.771	-0.771	-0.003	0.127	0.129	18:26:38
Mean:	-0.839	-0.839	-0.003			
SD :	0.064	0.064	0.000			
%RSD:	7.63	7.63	5.58			

Element: Pb Seq. No.: 16						
Sample ID: Yuca 3						
Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.728	-0.728	-0.003	0.127	0.129	18:27:14
2	-0.742	-0.742	-0.003	0.127	0.130	18:27:17
3	-0.771	-0.771	-0.003	0.127	0.130	18:27:20
Mean:	-0.747	-0.747	-0.003			
SD :	0.022	0.022	0.000			
%RSD:	2.98	2.98	2.24			

Cuadro N°4: Lecturas de absorbancias y concentraciones de Plomo en muestra testigo y muestras de Berenjena.

-----						
Element: Pb Seq. No.: 14						
Sample ID: Blanco Berenjena						
-----						
Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.070	0.070	0.006	0.135	0.138	17:53:47
2	0.073	0.073	0.006	0.135	0.139	17:53:49
3	0.074	0.074	0.006	0.136	0.138	17:53:52
Mean:	0.072	0.072	0.006			
SD :	0.002	0.002	0.000			
%RSD:	2.80	2.80	2.79			
-----						
Element: Pb Seq. No.: 20						
Sample ID: Berenjena 1						
-----						
Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-1.503	-1.503	-0.004	0.126	0.128	18:30:05
2	-1.522	-1.522	-0.004	0.126	0.128	18:30:07
3	-1.309	-1.309	-0.004	0.126	0.129	18:30:10
Mean:	-1.445	-1.445	-0.004			
SD :	0.118	0.118	0.000			
%RSD:	8.15	8.15	4.75			
-----						
Element: Pb Seq. No.: 21						
Sample ID: Berenjena 2						
-----						
Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-1.419	-1.419	-0.004	0.126	0.128	18:30:31
2	-1.469	-1.469	-0.004	0.126	0.128	18:30:33
3	-1.391	-1.391	-0.004	0.126	0.128	18:30:37
Mean:	-1.426	-1.426	-0.004			
SD :	0.039	0.039	0.000			
%RSD:	2.76	2.76	1.58			
-----						
Element: Pb Seq. No.: 22						
Sample ID: Berenjena 3						
-----						
Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-1.604	-1.604	-0.004	0.125	0.128	18:31:16
2	-1.584	-1.584	-0.004	0.126	0.129	18:31:19
3	-1.514	-1.514	-0.004	0.126	0.128	18:31:22
Mean:	-1.567	-1.567	-0.004			
SD :	0.047	0.047	0.000			
%RSD:	3.03	3.03	1.65			

Cuadro N° 5: Lecturas de absorbancias y concentraciones de Plomo en muestra testigo y muestras de Ayote.

Element: Pb Seq. No.: 9						
Sample ID: Blanco Aote						
Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.031	0.031	0.003	0.132	0.136	17:42:05
2	0.034	0.034	0.003	0.132	0.136	17:42:08
3	0.035	0.035	0.003	0.132	0.136	17:42:10
Mean:	0.033	0.033	0.003			
SD :	0.002	0.002	0.000			
%RSD:	5.75	5.75	5.75			

Element: Pb Seq. No.: 23						
Sample ID: Ayote 1						
Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-1.238	-1.238	-0.004	0.126	0.128	18:31:52
2	-1.132	-1.132	-0.004	0.126	0.128	18:31:55
3	-1.235	-1.235	-0.004	0.126	0.128	18:31:58
Mean:	-1.202	-1.202	-0.004			
SD :	0.060	0.060	0.000			
%RSD:	5.02	5.02	3.18			

Element: Pb Seq. No.: 24						
Sample ID: Ayote 2						
Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-1.035	-1.035	-0.003	0.127	0.129	18:32:27
2	-1.091	-1.091	-0.004	0.126	0.129	18:32:30
3	-0.983	-0.983	-0.003	0.127	0.129	18:32:32
Mean:	-1.036	-1.036	-0.003			
SD :	0.054	0.054	0.000			
%RSD:	5.25	5.25	3.52			

Element: Pb Seq. No.: 25						
Sample ID: Ayote 3						
Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-1.392	-1.392	-0.004	0.126	0.128	18:32:53
2	-1.384	-1.384	-0.004	0.126	0.128	18:32:56
3	-1.325	-1.325	-0.004	0.126	0.128	18:32:58
Mean:	-1.367	-1.367	-0.004			
SD :	0.037	0.037	0.000			
%RSD:	2.71	2.71	1.60			



Cuadro N° 6: Lecturas de absorbancias y concentraciones de Plomo en muestra testigo y muestras de Güisquil.

```

=====
Element: Pb   Seq. No.: 11
Sample ID: Blanco Guisquil
=====
Repl  SampleConc  StndConc  BlnkCorr  Peak  Peak  Time
#     mg/L      mg/L      Signal    Area  Height
1     0.009      0.009    0.001    0.129  0.132  17:52:46
2     0.007      0.007    0.001    0.129  0.132  17:52:48
3     0.007      0.007    0.001    0.129  0.132  17:52:51
Mean: 0.008      0.008    0.001
SD : 0.001      0.001    0.000
%RSD: 16.20     16.20     16.19

```

```

=====
Element: Pb   Seq. No.: 17
Sample ID: Guisquil 1
=====
Repl  SampleConc  StndConc  BlnkCorr  Peak  Peak  Time
#     mg/L      mg/L      Signal    Area  Height
1     -0.930     -0.930   -0.003    0.127  0.129  18:28:16
2     -0.821     -0.821   -0.003    0.127  0.129  18:28:18
3     -0.817     -0.817   -0.003    0.127  0.129  18:28:21
Mean: -0.856     -0.856   -0.003
SD : 0.064      0.064    0.000
%RSD: 7.46      7.46     5.32

```

```

=====
Element: Pb   Seq. No.: 18
Sample ID: Guisquil 2
=====
Repl  SampleConc  StndConc  BlnkCorr  Peak  Peak  Time
#     mg/L      mg/L      Signal    Area  Height
1     -1.033     -1.033   -0.003    0.127  0.130  18:28:48
2     -0.874     -0.874   -0.003    0.127  0.130  18:28:50
3     -0.857     -0.857   -0.003    0.127  0.130  18:28:53
Mean: -0.921     -0.921   -0.003
SD : 0.097      0.097    0.000
%RSD: 10.51     10.51     7.26

```

```

=====
Element: Pb   Seq. No.: 19
Sample ID: Guisquil 3
=====
Repl  SampleConc  StndConc  BlnkCorr  Peak  Peak  Time
#     mg/L      mg/L      Signal    Area  Height
1     -1.234     -1.234   -0.004    0.126  0.128  18:29:34
2     -1.063     -1.063   -0.003    0.126  0.129  18:29:37
3     -0.978     -0.978   -0.003    0.127  0.129  18:29:40
Mean: -1.092     -1.092   -0.003
SD : 0.130      0.130    0.000
%RSD: 11.95     11.95     7.75
=====

```



Cuadro N° 7: Lecturas de absorbancias y concentraciones de Plomo en muestra de Cebollines.

Repl #	SampleConc mg/L	StdConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.494	0.494	0.003	0.127	0.130	18:38:46
2	0.460	0.460	0.002	0.127	0.129	18:38:49
3	0.428	0.428	0.002	0.127	0.129	18:38:52
Mean:	0.461	0.461	0.002			
SD :	0.033	0.033	0.000			
%RSD:	7.15	7.15	8.10			

**ANEXO N°5**

**LECTURAS DE ABSORBANCIAS Y CONCENTRACIONES DE PLOMO EN  
LAS MUESTRAS DE SUELOS ANALIZADAS.**

Cuadro N° 8: Lecturas de absorbancias y concentraciones de Plomo en las muestras de suelo de Yuca.

```

=====
Element: Pb   Seq. No.: 5   Date: 17/07/2013
Sample ID: Mx Yuca 1
=====
Repl  SampleConc  StndConc  BlnkCorr  Peak  Peak  Time
#      mg/L      mg/L      Signal    Area  Height
1      0.182      0.182     0.015     0.145  0.148  17:39:15
2      0.183      0.183     0.015     0.145  0.148  17:39:18
3      0.184      0.184     0.016     0.145  0.149  17:39:20
Mean:  0.183      0.183     0.016
SD :   0.001      0.001     0.000
%RSD:  0.35        0.35      0.35
  
```

```

=====
Element: Pb   Seq. No.: 6   Date: 17/07/2013
Sample ID: Mx Yuca 2
=====
Repl  SampleConc  StndConc  BlnkCorr  Peak  Peak  Time
#      mg/L      mg/L      Signal    Area  Height
1      0.174      0.174     0.015     0.144  0.148  17:40:05
2      0.171      0.171     0.015     0.144  0.147  17:40:08
3      0.171      0.171     0.014     0.144  0.147  17:40:10
Mean:  0.172      0.172     0.015
SD :   0.002      0.002     0.000
%RSD:  1.23        1.23      1.22
  
```

```

=====
Element: Pb   Seq. No.: 7   Date: 17/07/2013
Sample ID: Mx3 Yuca
=====
Repl  SampleConc  StndConc  BlnkCorr  Peak  Peak  Time
#      mg/L      mg/L      Signal    Area  Height
1      0.167      0.167     0.014     0.143  0.147  17:40:40
2      0.170      0.170     0.014     0.144  0.148  17:40:43
3      0.166      0.166     0.014     0.143  0.147  17:40:46
Mean:  0.168      0.168     0.014
SD :   0.002      0.002     0.000
%RSD:  1.20        1.20      1.20
  
```

Cuadro N° 9: Lecturas de absorbancias y concentraciones de Plomo en las muestras de suelo de Berenjena.

=====						
Element: Pb Seq. No.: 22						
Sample ID: Berenjena 1						
-----						
Repl	SampleConc	StndConc	BlnkCorr	Peak	Peak	Time
#	mg/L	mg/L	Signal	Area	Height	
1	-0.016	-0.016	-0.001	-0.031	-0.030	19:05:54
2	-0.014	-0.014	-0.001	-0.031	-0.030	19:05:57
3	-0.012	-0.012	-0.001	-0.031	-0.030	19:05:59
Mean:	-0.014	-0.014	-0.001			
SD :	0.002	0.002	0.000			
%RSD:	13.99	13.99	14.00			
=====						
Element: Pb Seq. No.: 23						
Sample ID: Berenjena 2						
-----						
Repl	SampleConc	StndConc	BlnkCorr	Peak	Peak	Time
#	mg/L	mg/L	Signal	Area	Height	
1	-0.022	-0.022	-0.002	-0.032	-0.030	19:06:40
2	-0.021	-0.021	-0.002	-0.032	-0.031	19:06:42
3	-0.022	-0.022	-0.002	-0.032	-0.030	19:06:45
Mean:	-0.022	-0.022	-0.002			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	3.12	3.12	3.12			
=====						
Element: Pb Seq. No.: 24						
Sample ID: Berenjena 3						
-----						
Repl	SampleConc	StndConc	BlnkCorr	Peak	Peak	Time
#	mg/L	mg/L	Signal	Area	Height	
1	-0.019	-0.019	-0.002	-0.032	-0.030	19:07:21
2	-0.022	-0.022	-0.002	-0.032	-0.031	19:07:24
3	-0.024	-0.024	-0.002	-0.032	-0.031	19:07:26
Mean:	-0.022	-0.022	-0.002			
SD :	0.003	0.003	0.000			
%RSD:	11.62	11.62	11.63			

Cuadro N° 10: Lecturas de absorbancias y concentraciones de Plomo en las muestras de suelo de Ayote.

=====						
Element: Pb Seq. No.: 18						
Sample ID: Ayote 1						
-----						
Repl	SampleConc	StndConc	Blncorr	Peak	Peak	Time
#	mg/L	mg/L	Signal	Area	Height	
1	-0.021	-0.021	-0.002	-0.032	-0.030	19:03:21
2	-0.018	-0.018	-0.002	-0.032	-0.030	19:03:23
3	-0.021	-0.021	-0.002	-0.032	-0.030	19:03:26
Mean:	-0.020	-0.020	-0.002			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	6.50	6.50	6.50			
=====						
Element: Pb Seq. No.: 19						
Sample ID: Ayote 2						
-----						
Repl	SampleConc	StndConc	Blncorr	Peak	Peak	Time
#	mg/L	mg/L	Signal	Area	Height	
1	-0.040	-0.040	-0.003	-0.033	-0.032	19:03:51
2	-0.041	-0.041	-0.003	-0.034	-0.032	19:03:54
3	-0.042	-0.042	-0.004	-0.034	-0.032	19:03:56
Mean:	-0.041	-0.041	-0.004			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	2.56	2.56	2.56			
=====						
Element: Pb Seq. No.: 21						
Sample ID: Ayote 3						
-----						
Repl	SampleConc	StndConc	Blncorr	Peak	Peak	Time
#	mg/L	mg/L	Signal	Area	Height	
1	-0.028	-0.028	-0.002	-0.032	-0.031	19:04:48
2	-0.025	-0.025	-0.002	-0.032	-0.030	19:04:51
3	-0.026	-0.026	-0.002	-0.032	-0.031	19:04:53
Mean:	-0.026	-0.026	-0.002			
SD :	0.002	0.002	0.000			
%RSD:	6.95	6.95	6.95			

Cuadro N° 11: Lecturas de absorbancias y concentraciones de Plomo en las muestras de suelo de Güisquil.

Element: Pb Seq. No.: 6

Sample ID: Sample001 *Guis. L*

Repl #	SampleConc mg/L	StdConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.026	0.026	0.002	-0.028	-0.026	18:52:36
2	0.028	0.028	0.002	-0.028	-0.025	18:52:39
3	0.028	0.028	0.002	-0.028	-0.026	18:52:42
Mean:	0.028	0.028	0.002			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	5.13	5.13	5.12			

Element: Pb Seq. No.: 7

Sample ID: 2 Guisquil

Repl #	SampleConc mg/L	StdConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.025	0.025	0.002	-0.028	-0.026	18:53:00
2	0.023	0.023	0.002	-0.028	-0.026	18:53:03
3	0.025	0.025	0.002	-0.028	-0.026	18:53:05
Mean:	0.024	0.024	0.002			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	5.19	5.19	5.19			

Element: Pb Seq. No.: 8

Sample ID: Guisquil 3

Repl #	SampleConc mg/L	StdConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.009	0.009	0.001	-0.029	-0.027	18:53:49
2	0.009	0.009	0.001	-0.029	-0.028	18:53:51
3	0.009	0.009	0.001	-0.029	-0.027	18:53:54
Mean:	0.009	0.009	0.001			
SD :	0.000	0.000	0.000			
%RSD:	2.47	2.47	2.47			

Cuadro N° 12: Lecturas de absorbancias y concentraciones de Plomo en las muestras de suelo de Cebollines.

Repl #	SampleConc mg/L	StdConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.007	0.007	0.001	-0.029	-0.027	18:54:53
2	0.006	0.006	0.001	-0.030	-0.028	18:54:56
3	0.007	0.007	0.001	-0.029	-0.028	18:54:58
Mean:	0.007	0.007	0.001			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	7.88	7.88	7.88			

**ANEXO Nº 6**

**FOTOS DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE MUESTRAS VEGETALES  
Y SUELO**





Fig. N° 13: Recolección de las especies vegetales.



Fig. N° 14: Obtención de muestras de cada especie vegetal.

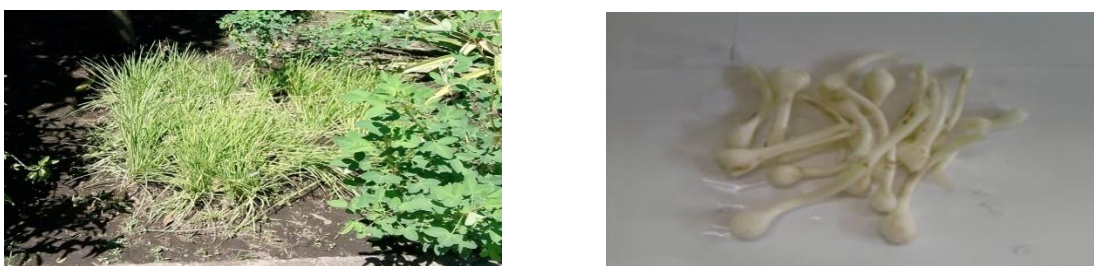


Fig. N° 15 : Muestra de cebollines.



Fig. N° 16: Muestras de guisquil, yuca y berenjena cortadas previamente a la maceración.



Fig. N° 17: Muestras de ayote y cebollines previamente a la maceración.



Fig. N° 18: Maceración de las muestras de cada especie vegetales.

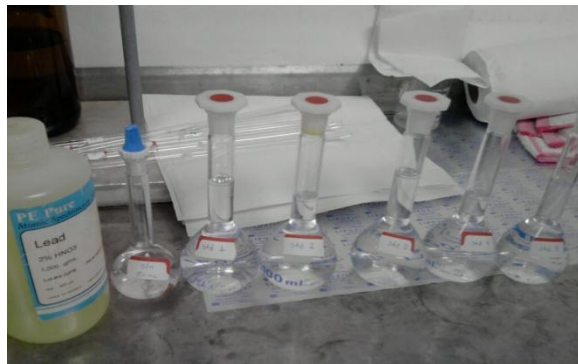


Fig. N° 19: Preparación de estándares para la curva de calibración.

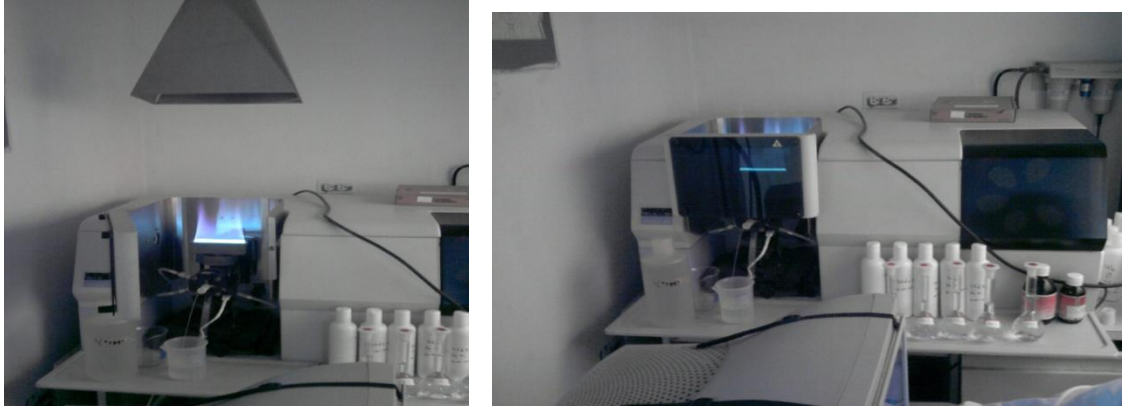


Fig. N° 20: Equipo de Espectrofotometría de Absorción atómica.



Fig. N° 21: Sitios de muestreo de suelo.



Fig. N° 22: Maceración de las muestras de suelo.



## ANEXO N° 7

### Pb (82)

#### Standard Atomic Absorption Conditions for Pb

Wavelength (nm)	Slit (nm)	Relative Noise	Characteristic Concentration (mg/L)	Characteristic Concentration Check (mg/L)	Linear Range (mg/L)
283.3	0.7	0.43	0.45	20.0	20.0
217.0	0.7	1.0	0.19	9.0	20.0
205.3	0.7	1.4	5.4	250.0	---
202.2	0.7	1.8	7.1	350.0	---
261.4	0.7	0.35	11.0	500.0	---
368.3	0.7	0.40	27.0	1200.0	---
364.0	0.7	0.33	67.0	3000.0	---

1. Recommended Flame: air-acetylene, oxidizing (lean, blue)
2. Data obtained with a standard nebulizer and flow spoiler. Operation with a High Sensitivity nebulizer or impact bead will typically provide a 2-3 × sensitivity improvement.
3. Characteristic Concentration with a  $N_2O-C_2H_2$  flame at 283.3 nm: 2.7 mg/L
4. Table contains HCL data. EDL sensitivity values approximately the same.

#### Standard Flame Emission Conditions for Pb

Wavelength (nm)	Slit (nm)	Flame
405.8	0.2	Nitrous oxide-acetylene

#### Stock Standard Solution

*LEAD, 1000 mg/L.* Dissolve 1.598 g of lead nitrate,  $Pb(NO_3)_2$ , in 1% (v/v)  $HNO_3$  and dilute to 1 liter with 1% (v/v)  $HNO_3$ .



#### Warning

This element is toxic and should be handled with extra care.

#### Light Sources

Both Electrodeless Discharge Lamps (EDLs) and Hollow Cathode Lamps are available for lead. EDLs provide greater light output and longer life than Hollow Cathode Lamps. For lead, both EDLs and Hollow Cathode Lamps provide approximately the same sensitivity and detection limit. With multielement lamps containing copper, the Cu 216.5 nm resonance line may interfere with lead determinations at the lead 217.0 nm line. The lead 283.3 nm line should be used instead.

#### Interferences

Large excesses of other elements (e.g., 10,000 mg/L Fe) may interfere with the lead signal.

Fig. N° 23: Condiciones del Espectrofotómetro de absorción atómica para el estándar de Plomo.

## ANEXO N° 8

Tabla N°9. Sección tres: Metales pesados del Reglamento CE 1881/2006 de la Comisión de las Comunidades Europeas: Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. (13)

Productos alimenticios (1)		Contenidos máximos (mg/kg peso fresco)
3.1	<b>Plomo</b>	
3.1.1	Leche cruda (6), leche tratada térmicamente y leche para la fabricación de productos lácteos	0,020
3.1.2	Preparados para lactantes y preparados de continuación (4) (8)	0,020
3.1.3	Carne (excluidos los despojos) de bovinos, ovinos, cerdos y aves de corral (6)	0,10
3.1.4	Despojos de bovinos, ovinos, cerdos y aves de corral (6)	0,50
3.1.5	Carne de pescado (24) (25)	0,30
3.1.6	Crustáceos, excluida la carne oscura del cangrejo, así como la cabeza y el tórax de la langosta y de crustáceos similares de gran tamaño ( <i>Nephropidae</i> y <i>Palinuridae</i> ) (26)	0,50
3.1.7	Moluscos bivalvos (26)	1,5
3.1.8	Cefalópodos (sin vísceras) (26)	1,0
3.1.9	Cereales, legumbres y legumbres secas	0,20
3.1.10	<u>Hortalizas</u> , excluidas las del género <i>Brassica</i> , las hortalizas de hoja, las hierbas frescas y las setas (27). En el caso de las patatas, el contenido máximo se aplica a las patatas peladas	0,10

## ANEXO N°9

Planteamiento de cálculos para convertir la concentración de plomo encontrada en los cebollines a unidades de mg Pb/ kg peso fresco y posteriormente comparar el resultado con el límite máximo de 0.1 mg Pb/ kg peso fresco <sup>(13)</sup>

Datos:

Concentración de plomo encontrada : 0.461 ppm

Peso de muestra vegetal : 38.72 g

Volumen de volumen de HCl 0.1 N obtenido después de macerar : 90 mL

Paso 1. Desarrollar el cálculo para obtener los microgramos ( $\mu\text{g}$ ) de Pb en la muestra.

0.461 ppm de Pb = 0.461  $\mu\text{g}$ / mL de Pb

0.461  $\mu\text{g}$  ————— 1 mL

x ————— 90 mL

x = 41.49  $\mu\text{g}$

Paso 2. Conversión de 40.14  $\mu\text{g}$  de pb encontrados en muestra a mg.

41.49 $\mu\text{g}$	1 mg	0.04149 mg de Pb
—————		
	1000 $\mu\text{g}$	

Paso 3. Conversión de peso de la muestra a unidad de kg.

38.72 g	1 kg	0.03872 kg
—————		
	1000 g	

Paso 4. Obtención de unidades: mg Pb/kg peso muestra.

0.04149 mg ————— 0.03872 kg de muestra.

X ————— 1 kg de muestra.

X = 1.071 mg Pb/kg peso muestra.

## ANEXO N° 10

Tabla N°10: NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004:  
CONCENTRACIONES DE REMEDIACION DE SUELOS  
CONTAMINADOS. (46)

Contaminante	Uso agrícola/residencial /comercial (mg/kg)	Uso industrial (mg/kg)
Arsénico	22	260
Bario	5 400	67 000
Berilio	150	1900
Cadmio	37	450
Cromo Hexavalente	280	510
Mercurio	23	310
Níquel	1 600	20 000
Plata	390	5 100
Plomo	400	800
Selenio	390	5 100
Talio	5,2	67
Vanadio	78	1000



**ANEXO N°11**

**PLANTEAMIENTO DE CÁLCULOS PARA DETERMINAR MG PB/ KG DE  
SUELO EN LA PARCELA DE YUCA.**

Planteamiento de cálculos para convertir la concentración de plomo encontrada en muestras de suelo a unidades de mg Pb/ kg de suelo. Esta conversión tiene como propósito poder comparar los valores obtenidos con el valor que establece la Norma Oficial Mexicana Nom-147-Semarnat/ssa1-2004: Concentraciones de Remediación de Suelos Contaminados. (46)

Datos:

- Concentración de plomo encontrada en la muestra se suelo de la parcela de yuca : 0.174 ppm
- Peso promedio de muestra de suelo :100g
- Volumen de volumen de HCl 0.1 N obtenido después de macerar : 48 mL

Paso 1. Desarrollar el cálculo para obtener los microgramos ( $\mu\text{g}$ ) de Pb en la muestra.

$$0.174 \text{ ppm de Pb} = 0.174 \mu\text{g/ mL de Pb}$$

$$\begin{array}{l} 0.174\mu\text{g} \text{ ————— } 1 \text{ mL} \\ x \text{ ————— } 48 \text{ mL} \end{array}$$

$$x = 8.352 \mu\text{g}$$

Paso 2. Conversión de  $\mu\text{g}$  de Pb encontrados en muestra a mg.

$$\begin{array}{|l|l|l|} \hline 8.352\mu\text{g} & 1 \text{ mg} & 0.008352 \text{ mg de Pb} \\ \hline & 1000 \mu\text{g} & \\ \hline \end{array}$$

Paso 3. Conversión de peso de la muestra a unidad de kg.

$$\begin{array}{|l|l|l|} \hline 100 \text{ g} & 1 \text{ kg} & 0.1 \text{ kg} \\ \hline & 1000 \text{ g} & \\ \hline \end{array}$$

Paso 4. Obtención de unidades: mg Pb/kg peso muestra.

0.008352mg ————— 0.1 kg de muestra.

X ————— 1 kg de muestra.

X= 0.08352 mg Pb/kg peso muestra.

## ANEXO N° 12

Tabla N° 11: Peso de muestra de suelo y volumen utilizado y obtenido de HCl 0.1N

Suelo	Peso de muestra (g)	Volumen de HCl 0.1 N utilizado para macerar	$\bar{X}$ de volumen de HCl 0.1 N obtenido después de macerar
Parcela de <i>Manihot esculenta</i> (yuca)	Fracción 1: 100.04	65 mL	48 mL
	Fracción 2: 100.03		
	Fracción 3: 100.01		
Parcela de <i>Solanum melongena L</i> (berenjena)	Fracción 1: 100.02		52 mL
	Fracción 2: 100.02		
	Fracción 3: 100.02		
Parcela de <i>Cucurbita pepo L</i> (ayote)	Fracción 1: 100.04		47 mL
	Fracción 2: 100.02		
	Fracción 3: 100.04		
Parcela de <i>Sechium edule</i> (güisquil)	Fracción 1: 100.04		48 mL
	Fracción 2: 100.02		
	Fracción 3: 100.04		
Suelo de <i>Allium shoenoprasum</i> (Cebollines)	100.03		51 mL

**ANEXO N°13**

**LECTURAS DE ANÁLISIS DE PLOMO EN LAS ESPECIES VEGETALES Y  
SUELO.**

Tabla N° 12 Lecturas de análisis de plomo en las especies vegetales y suelo.

Análisis de las especies vegetales						Análisis de suelo				
Vegetales	Tv	F1	F2	F3	$\bar{X}F$	F1	F2	F3	$\bar{X}F$	pH
	MX									
<b><i>Manihot esculenta</i></b> (yuca)	Ty	ND	-	-	ND	-	-	-	-	-
	Mx	ND	ND	ND	ND	0.183	0.172	0.168	0.174	6.68
<b><i>Solanum melongena L</i></b> (berenjena)	Tb	0.072	-	-	0.072	-	-	-	-	-
	Mx	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6.76
<b><i>Cucurbita pepo L</i></b> (ayote)	Ta	0.033	-	-	0.033	-	-	-	-	-
	Mx	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7.70
<b><i>Sechium edule</i></b> (güisquil)	Tg	0.008	-	-	0.008	-	-	-	-	-
	Mx	ND	ND	ND	ND	0.028	0.024	0.009	0.020	6.70
<b><i>Allium shoenoprasum</i></b> (Cebollines)	Mx	0.461	-	-	0.461	0.007	-	-	0.007	7.12

F= Fracción (ppm)

$\bar{X}F$ = Media de las Fracciones

ND= No Detectado

Mx= Muestra

Ty=Testigo de yuca

Ta= Testigo de ayote

Tb=Testigo de berenjena

Tg= Testigo de güisquil

- = el signo negativo indica que no se realizó el análisis de esas fracciones por lo que no se obtuvieron lecturas de concentración de plomo.

## ANEXO N° 14

Tabla N° 13 Clasificación del pH del suelo según su grado de acidez (45).

Clasificación	Valores de pH
Muy acido	< 5,5
Acido	5,6 - 6,5
Neutro	6,6 - 7,5
Básico o ligeramente alcalino	7,6 - 8,5
Muy alcalino	>8,6