



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,  
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Determinación de concentraciones de plomo, en cultivos de lechuga en la  
parroquia San Joaquín**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTOR: MARÍA CECILIA SANGURIMA BARROS**

**DIRECTOR: Ph.D. JACINTO VÁZQUEZ VÁZQUEZ**

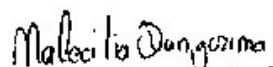
**MATRIZ CUENCA**

**2018**

## DECLARACIÓN

Yo, María Cecilia Sangurima Barros declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento; y eximo expresamente a la Universidad Católica de Cuenca y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

La Universidad Católica de Cuenca puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y la normatividad institucional vigente.



---

**MARÍA CECILIA SANGURIMA BARROS**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. María Cecilia Sangurima Barros, con CI: 0105357156, bajo mi supervisión.



---

**Ing. Jacinto Vázquez Vázquez**

**DIRECTOR**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi familia por guiarme y acompañarme a lo largo de mi vida, por ser mi fortaleza en momentos difíciles y sobre todo por regalarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y felicidad, por confiar y motivarme para cumplir con las metas planteadas.

A la Universidad Católica de Cuenca, y de manera particular a cada uno de los distinguidos docentes quienes con su ética colaboraron a mi formación profesional, por exigirnos, dedicarnos tiempo y compartir sus conocimientos.

Mi más sincero agradecimiento al Ingeniero Jacinto Vázquez por su apoyo incondicional, al ser mi tutor de trabajo de titulación, gracias por su tiempo y completa disponibilidad en el avance del trabajo, por sus observaciones, recomendaciones, por ser un ejemplo profesional y por su total confianza.

Al Ingeniero Edison Salazar, por contribuir a la realización del trabajo de titulación, por estar pendiente y motivar para la culminación del mismo, por sus consejos y recomendaciones.

Agradezco a todos mis compañeros de clase por haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vida que jamás olvidaré, a todos mis amigos por haber aportado para este logro y con quienes comparto mi felicidad.

***“El agradecimiento es la memoria del corazón.”***

***Lao Tse***

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación dedico a mis padres Germán y María Luisa, por confiar y creer en mí, por ser el mejor ejemplo de seres humanos que existe, por su dedicación, consejos y apoyo constante, por la sencillez que llevan en el corazón y haberme transmitido este gran valor y sobre todo por haberme dado un maravilloso regalo de existencia.

A mis hermanos Francisco y Teresa, por compartir momentos de calidad, por ser el apoyo constante y ser mis maestros de vida y los mejores guías del camino. A mi cuñado Fabián por aportar con sus consejos y ser un apoyo constante.

A mis sobrinas Anabel, Danna y Fracessa, por convertirse en la pieza fundamental de mi vida, por ser las mejores motivadoras, quienes alegran los días con sus sonrisas, quienes calman la tormenta y pintan los días oscuros.

A mis amigos de vida, por acompañarme en los mejores momentos de la universidad, por estrecharme la mano todo el tiempo, aportar en mi proyecto de vida y ser personas de quienes he aprendido por su valiosa presencia en mi vida.

A los miembros del Grupo Scout “Félix Roggia” y la “Asociación Rafalex”, por darme las mejores experiencias de vida, donde he conocido a personas espectaculares que han aportado en mi formación personal.

Cecilia Sangurima

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN .....	i
CERTIFICACIÓN .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	v
<b>RESUMEN</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
CAPÍTULO I	
1 INTRODUCCIÓN.....	- 1 -
Justificación: .....	- 2 -
Objetivo general:.....	- 2 -
Objetivos específicos:.....	- 2 -
Hipótesis: .....	- 2 -
CAPÍTULO II	
2 revisión de literatura .....	- 3 -
2.1 Generalidades de la parroquia San Joaquín .....	- 3 -
2.1.1 Contexto cultural .....	- 3 -
2.1.2 Contexto político .....	- 4 -
2.1.3 Clima .....	- 5 -
2.1.4 Precipitaciones .....	- 6 -
2.1.5 Actividades productivas .....	- 8 -
2.2 Contaminación del aire .....	- 8 -
2.2.1 Calidad del aire en Cuenca .....	- 10 -
2.2.2 Calidad del aire en San Joaquín .....	- 10 -
2.2.3 Estándares de calidad del aire y normativa .....	- 10 -
2.2.4 Efectos en plantas .....	- 11 -
2.3 Combustibles .....	- 12 -

2.3.1	Gasolina.....	- 12 -
2.3.2	Diésel.....	- 12 -
2.3.3	Consumo de Combustibles en Azuay.....	- 13 -
2.4	Contaminación al aire por combustibles.....	- 13 -
2.4.1	Plomo.....	- 14 -
2.4.2	La Horticultura.....	- 18 -
2.4.3	Lechugas de repollo.....	- 20 -
 CAPÍTULO III		
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	- 24 -
3.1	Delimitación.....	- 24 -
3.1.1	Delimitación espacial.....	- 24 -
3.2	Condiciones climáticas del ensayo.....	- 25 -
3.3	Proceso de siembra.....	- 25 -
3.3.1	Semillero.....	- 25 -
3.3.2	Preparación de la cama.....	- 25 -
3.3.3	Trasplante.....	- 26 -
3.3.4	Ubicación de las plántulas en el cultivo.....	- 26 -
3.3.5	Ubicación de las camas de cultivo.....	- 27 -
3.4	Mantenimiento de los cultivos.....	- 27 -
3.4.1	Riego.....	- 27 -
3.4.2	Rascadillo, aporque y deshierbe.....	- 27 -
3.4.3	Control de plaga.....	- 28 -
3.4.4	Preparación de insecticida biológico.....	- 29 -
3.5	Recolección de datos.....	- 29 -
3.5.1	Altura y diámetro de plantas.....	- 29 -
3.5.2	Colecta de muestras.....	- 29 -
3.5.3	Análisis de laboratorio.....	- 30 -
3.5.4	Análisis estadístico.....	- 30 -

## CAPÍTULO IV

4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	- 31 -
4.1	Resultados .....	- 31 -
4.1.1	Condiciones meteorológicas durante el ensayo .....	- 31 -
4.1.2	Análisis de suelo .....	- 32 -
4.1.3	Altura y diámetro de plantas .....	- 34 -
4.1.4	Peso de plantas .....	- 35 -
4.1.5	Contenido de Pb en el follaje de lechugas de repollo .....	- 35 -

## CAPÍTULO V

5	CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES .....	- 41 -
5.1	Conclusiones .....	- 41 -
5.2	Recomendaciones .....	- 41 -
	BIBLIOGRAFÍA .....	- 42 -
6	ANEXOS .....	- 46 -

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Pisos bioclimáticos de la parroquia San Joaquín .....	- 6 -
Figura 2:	Pluviosidad media anual de la parroquia de San Joaquín. ....	- 7 -
Figura 3:	Lechuga de repollo .....	- 20 -
Figura 4:	Ubicación geográfica de la parroquia San Joaquín .....	- 24 -
Figura 5:	Preparación de cama para lechugas .....	- 25 -
Figura 6:	Trasplante de plántulas de lechuga de repollo .....	- 26 -
Figura 7:	Modelo de siembra de lechugas de repollo .....	- 26 -
Figura 8:	Ubicación de camas en cultivos .....	- 27 -
Figura 9:	Proceso de rascadillo en cultivos de lechugas .....	- 28 -
Figura 10:	Mosca blanca en lechuga de repollo .....	- 28 -
Figura 11:	Registro de altura y diámetro de las plantas .....	- 29 -
Figura 12:	Comportamiento de temperatura ambiente en la época de estudio .....	- 31 -
Figura 13:	Comportamiento de precipitación en la época de estudio .....	- 32 -
Figura 14:	Diagrama de cajas de la concentración de plomo en hortalizas .....	- 37 -
Figura 15:	Prueba de normalidad cultivo abierto .....	- 38 -
Figura 16:	Prueba de normalidad en cultivo bajo invernadero .....	- 39 -



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: División política y administrativa de la Parroquia San Joaquín. ....	- 4 -
Tabla 2: Organizaciones formales de la Parroquia San Joaquín .....	- 5 -
Tabla 3: Tipos de clima de la Parroquia San Joaquín .....	- 5 -
Tabla 4: Pisos bioclimáticos de la parroquia San Joaquín .....	- 6 -
Tabla 5: Principales Contaminantes atmosféricos, y su origen .....	- 9 -
Tabla 6: Valor según la Organización Mundial de la Salud (OMS) .....	- 11 -
Tabla 7: Cantidad de vehículos en el Azuay que utilizan gasolina y diésel .....	- 13 -
Tabla 8: Movilidad del plomo en el suelo en función del pH. ....	- 17 -
Tabla 9: Clasificación de hortalizas .....	- 19 -
Tabla 10: Taxonomía de la lechuga .....	- 20 -
Tabla 11: Parámetros de lechuga de repollo .....	- 21 -
Tabla 12: Caracterización del sustrato suelo .....	- 33 -
Tabla 13: Altura y diámetro de lechuga en la 4ta, 8va, 14va semana de cultivo. ....	- 34 -
Tabla 14: Promedio peso y raíz de los ejemplares .....	- 35 -
Tabla 15: Promedio de concentración de plomo en lechugas de repollo .....	- 36 -
Tabla 16: Homogeneidad de varianza .....	- 38 -
Tabla 17: Prueba t de datos independientes .....	- 40 -

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Listado de precipitaciones mensual de los meses de estudio .....	- 46 -
Anexo 2: Análisis del sustrato suelo .....	- 50 -
Anexo 3: Resultados de concentración de plomo en el follaje de lechugas. ....	- 54 -
Anexo 4: Plan de Acción .....	- 55 -

## RESUMEN

El incremento poblacional ha ocasionado la expansión de la ciudad y el aumento del parque automotor del cantón Cuenca, dando como resultado un deterioro de la calidad del aire, lo que pone en riesgo la producción agrícola en las zonas rurales, por este motivo el objetivo del presente estudio fue determinar la concentración de plomo en el follaje de lechugas de repollo en un cultivo abierto y bajo invernadero en la parroquia San Joaquín. Se sembraron doce lechugas de repollo en camas que fueron ubicadas en condiciones de cielo abierto y bajo invernadero con un suelo sustrato común para el desarrollo de las plantas, el mismo que fue caracterizado, los resultados evidenciaron que el contenido de plomo en el follaje de la lechuga provino en su mayoría del aire. Al momento de la cosecha, se enviaron muestras de follaje para el análisis del contenido de plomo mediante el método de absorción atómica, el cultivo bajo invernadero presentó valores menores con un promedio de 0.066 mg/Kg, en tanto que el cultivo abierto obtuvo valores mayores con un promedio de 0.087 mg/Kg, de acuerdo a la Prueba T independiente, no hay diferencia estadística significativa, en relación con los datos de la Organización Mundial de la Salud se considera que estas hortalizas son aptas para el consumo humano.

Palabras clave: CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA, COMBUSTIBLES, PLOMO, HORTICULTURA, FOLLAJE.

## **ABSTRACT**

The population increase has caused the expansion of the increase of the automotive park of the Cuenca town, resulting in a deterioration of air quality, which puts agricultural production at risk in rural area, for this reason the objective of the present study was to determine the concentration of lead in the foliage of cabbage lettuces in an open and greenhouse culture in the San Joaquin parish. Twelve lettuce of cabbage were planted in beds that located under open-pit conditions and under greenhouse conditions with a common substrate oil for the development of the plants, the same one that was characterized, and the results showed that the content of lead in the foliage of the Lettuce came mostly from the air. At the time of harvest, foliage samples were sent for the analysis of the content of lead by the method of atomic absorption, the greenhouse crop had lower values with an average of 0.66 mg/kg, while the open crop had higher values with an average of 0.087 mg/kg, according to the independent T-test, there is no significant statistical difference, in relation to the data of the World Health Organization it is considered that these vegetables are suitable for human consumption.

Keywords: ATMOSPHERIC CONTAMINATION, FUELS, LEAD, HORTICULTURE, FOLIAGE.

# CAPÍTULO I

## 1 INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica se ha incrementado notablemente en los últimos años y constituye uno de los problemas actuales que enfrenta el ser humano a nivel mundial. El crecimiento económico y poblacional está asociado al incremento de las unidades motoras y el consumo de combustibles fósiles para su funcionamiento. (Simioni, 2003)

Cuenca, es la tercera ciudad del Ecuador por la población, con alrededor de 614 539 individuos en el año 2018 (Arévalo, 2018), la ciudad cuenta con una red local para el monitoreo de la calidad del aire, que está a cargo de la Empresa Pública de Movilidad, Tránsito y Transporte, cuya responsabilidad es entregar un informe anual del índice de la calidad del aire de la ciudad (EMOV EP, 2015), así como la matriculación vehicular con la finalidad del control de emisiones de gases a la atmósfera, en el año 2017 la empresa matriculó más de 86 000 vehículos (Cáceres, 2018)

Las parroquias rurales del cantón, cada vez están más cercanas a la zona urbana, este es el caso de la parroquia San Joaquín, que se encuentra a 3.78 Km de la ciudad de Cuenca (Gad Parroquial San Joaquín, 2015), y por la cual cruza una de las vías principales que conducen a la ciudad de Guayaquil, razón por la que se provoca un mayor flujo vehicular en el sector.

La horticultura es una actividad primaria que se desarrolla en la parroquia San Joaquín, de tal manera que se encuentra dentro de los mayores productores del cantón Cuenca, sus hortalizas son enviadas a Guayaquil, Machala, entre otras, el propósito de los agricultores es la obtención de productos saludables, de mayor calidad nutritiva, sin la presencia de agentes nocivos para la salud de las personas (Díaz, 2012), se recalca que el consumo de hortalizas es indispensable para los seres humanos, razón por la que el cuerpo necesita sus propiedades alimenticias, ricas en vitaminas, minerales, fibras y antioxidantes. (Pérez, Martínez, Carbajal, & Zamora, 2012).

El tema de la contaminación atmosférica ha sido objeto de debates en diferentes espacios que conectan con los problemas ambientales a nivel mundial (World Health Organization, 2016), además de lo mencionado, los informes de la Empresa Pública de Movilidad, Tránsito y Transporte no cuentan con información referente a la concentración de plomo y que, los cultivos de hortalizas en la parroquia San Joaquín están cercanos a las vías con mayor flujo vehicular, justifican el desarrollo de esta investigación.

### **Justificación:**

Debido al crecimiento poblacional, la cercanía de las zonas rurales, el uso de combustibles y la contaminación al aire que estos provocan, se realizan análisis de laboratorio para determinar la concentración de plomo presente en la parte foliar de lechugas de repollo, en cultivos abierto y bajo invernadero de la parroquia de San Joaquín, siendo esta la mayor productora hortícola de la ciudad.

Cuenca, es un cantón de la provincia del Azuay que ha estado en constantes cambios por el aumento de población, es así que hoy en día las parroquias rurales están muy próximas al área urbana, el proceso migratorio ha permitido la ocupación de nuevos espacios y ha configurado el paisaje de la ciudad y sus alrededores (Bermeo, 2013).

En la parroquia San Joaquín por la contaminación del aire se pone en riesgo la seguridad de los alimentos, la misma que puede condicionar la composición nutricional, siendo las principales amenazas para el hábito de consumo de estos productos, como consecuencia de la contaminación por industrias, combustibles con presencia de plomo, cadmio, aluminio, material particulado, entre otros.

### **Objetivo general:**

Determinar la concentración de plomo en el follaje de lechugas de repollo en un cultivo abierto y bajo invernadero en la parroquia de San Joaquín perteneciente al cantón Cuenca.

### **Objetivos específicos:**

- Caracterizar el sustrato suelo utilizado para la evaluación del contenido de plomo en el follaje de lechugas de repollo.
- Comparar los resultados del contenido de plomo en el follaje de lechuga de repollo en cultivo abierto y bajo invernadero.
- Proponer un plan de acción preventiva en función de los resultados del contenido de plomo en el follaje de lechuga.

### **Hipótesis:**

Por la contaminación del aire generada por combustibles fósiles, industrias y diferentes medios que contienen plomo, se plantea una hipótesis nula en la que los promedios de la concentración de plomo en el follaje de lechugas del cultivo abierto es igual que el promedio de invernadero, y una hipótesis alternativa que hace referencia a que los promedios de concentración del cultivo abierto con el invernadero son diferentes.

## **CAPÍTULO II**

### **2 REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **2.1 Generalidades de la parroquia San Joaquín**

La parroquia San Joaquín poseía una situación jurídica y tenencia diferente a la actual, se la consideraba como zona periférica, sus territorios pertenecían a las parroquias colindantes como Baños, Chaucha, Sayausí, San Sebastián, y la parroquia Sucre, de la cual sus habitantes dependían eclesiásticamente.

En 1902 se anexan a San Joaquín los territorios de Soldados y se bautiza a la parroquia en honor al misionero salesiano Joaquín Espinelly, anteriormente se tenía previsto llamarla María Auxiliadora, pero al no ser concretado como nombre parroquial, proclamaron a la virgen como protectora y patrona de la parroquia (Durán & Jerves, 2015), a finales del año 1994 y comienzos de 1995, en el gobierno del Dr. José María Velasco Ibarra, se decreta su parroquialización.

##### **2.1.1 Contexto cultural**

###### **2.1.1.1 Religioso.**

En el año de 1927 se inicia la construcción del Nuevo Templo, se formó un comité que presidió el Señor Fidel Vásquez, la obra se inició con tres cruces, la comunidad se unió sin escatimar sacrificios o dinero. El nuevo Templo tiene una estructura muy compleja, como por ejemplo la cubierta, que es en estilo de tijera, las paredes son de adobe y construida por manos de mujeres y niños.

###### **2.1.1.2 Tradiciones.**

En esta parroquia se dedican a la elaboración de artesanías en duda, plantaciones de hortalizas y flores, y platos criollos como carne asada, papas con cuero, habas, mote pillo. La tradición de la Parroquia al tener una festividad es la presentación de disfraces, danzas folklóricas, grupos musicales, quema de juegos artificiales, castillos.

###### **2.1.1.3 Costumbres.**

En los funerales permanece la costumbre conocido como “el cinco” para el lavado de ropa del difunto, que se realiza con la colaboración de familiares y vecinos. Se mantiene la costumbre de realizar mingas comunitarias que unen a la parroquia. Las festividades se realizan el 7 de febrero de todos los años, fecha en la que se reconoció como Parroquia Civil en el año de 1945.

### 2.1.2 Contexto político

El territorio de San Joaquín se encuentra dividido por 24 comunidades como se observa en la tabla 1, de las cuales Soldados, Sustag, Turupamba y Liguña, ocupan el 88,6% del territorio, de estas la comunidad de Soldados ocupa la mitad del territorio de San Joaquín. Las 20 restantes ocupan el 15,4% (Inga, 2015).

Tabla 1: División política y administrativa de la Parroquia San Joaquín.

Comunidades	Superficie (ha)	% de territorio de la parroquia
SOLDADOS	10560,61	50,27
SUSTAG	6080,67	28,95
LIGUIÑA	841,49	4,01
CHUCCHUGUZO	55,02	0,26
LA IMACULADA	480,00	2,28
SAN JOSÉ	406,05	1,93
CAÑARO	399,22	1,90
PINCHISANA ALTO	27,82	0,13
PINCHISANA BAJO	448,91	2,14
TURUPAMBA	1130,88	5,38
BALZAY ALTO	44,92	0,21
BALZAY BAJO	40,18	0,19
CRISTO DEL CONSUELO	7,07	0,03
CRUZ VERDE	24,99	0,12
LAS PALMERAS	23,09	0,11
CENTRO PARROQUIAL	98,17	0,47
BARABÓN CHICO ALTO	16,22	0,08
FRANCISCO XAIER	12,98	0,06
CHACARUMI	19,59	0,09
MEDIO EJIDO	16,56	0,08
FLORIDA	14,72	0,07
BARABÓN CHICO BAJO	53,46	0,25
SANTA TERESITA	183,95	0,88
JUAN PABLO	21,03	0,10
TOTAL	2107,61	100.00

Fuente: (GAD Parroquial San Joaquín, 2014).

Las distintas formas de organización social que existen en la zona rural se caracterizan en base a los sistemas de producción, generalmente por las formas de acceso a los recursos como tierra, agua, capital y para financiar la producción.

En la Tabla 2, se definen los diferentes tipos de organizaciones formales, jurídicas que involucran a los habitantes de la Parroquia San Joaquín.

Tabla 2: Organizaciones formales de la Parroquia San Joaquín

<b>Organización</b>	<b>Actividad</b>
Asociación de pequeños comerciantes minoristas de San Joaquín	Comercialización de los productos agrícolas en el mercado.
Cooperativa Agrícola Paraíso del Azuay	Trabajos en agricultura y ganadería.
Cooperativa Agrícola Balcón del Azuay	Trabajos en agricultura y ganadería.
Comité de la iglesia de San Joaquín	Manejan fondos, para mejoras de la iglesia.
Organización Bio-corredor de Yanuncay	Atraer al turismo, preservar el medio ambiente.
Asociación de Ganaderos de Yanuncay	Procurar la unión de todos los ganaderos del sector para mancomunar esfuerzos en la defensa de sus derechos.
Asociación de productores Agroecológicos de Yanuncay	Asociación sin fines de lucro con el Objeto de Mejorar la Salud.
Grupo de productores Agroecológicos	Fortalecer las iniciativas de la parroquia enmarcadas en las prácticas agroecológicas.

Fuente: (GAD Parroquial San Joaquín, 2015).

### 2.1.3 Clima

La parroquia San Joaquín está definida por dos pisos climáticos que constituye el punto de partida del razonamiento agroecológico.

Tabla 3: Tipos de clima de la Parroquia San Joaquín

<b>Tipo de clima</b>	<b>Temperatura</b>	<b>ms.n.m</b>
Frio andino	1 a 10 °C	3200 - 4340
Templado interandino	12 a 16 °C	2591 - 3200

Fuente: (GAD Parroquial San Joaquín, 2015)

Como se observa en la tabla 3, el piso frio andino, va desde los 3200 hasta los 4340 ms.n.m. Su temperatura promedio varía entre 1 a 10 °C, se dan torrenciales aguaceros, neblinas espesas y lloviznas casi constantes, esta zona corresponde a los páramos, mientras que, el piso templado Interandino, va desde los 2591 hasta los 3200 ms.n.m. y una temperatura promedio entre 12 y 16 °C, donde está localizada nuestra zona de estudio, este piso tiene una época lluviosa templada, la presencia de vientos frecuentes y en época seca vientos fuertes con aire seco y cálido (Inga, 2015).

San Joaquín, presenta con cuatro tipos bioclimáticos como se aprecia en la tabla 4, siendo el montano alto superior el de mayor presencia en la parroquia con 78,07%, ubicado en las zonas altas en donde predomina la vegetación natural principalmente de páramo y vegetación arbustiva, mientras que, el montano alto con el 12,04% ubicado en las estribaciones de la



cordillera, y en menor proporción el montano alto que cubre las zonas con presencia de asentamientos poblacionales y zonas de cultivos. Pisos bioclimáticos que se observa en la figura 1 (Andrade & Campoverde, 2017).

Tabla 4: Pisos bioclimáticos de la parroquia San Joaquín

PISOS BIOCLIMÁTICOS	
Tipo	Porcentaje %
Montano	9,45%
Montano alto	12,04%
Montano alto superior	78,07%
Subnival	0,44%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Fuente: (GAD Parroquial San Joaquín, 2015)

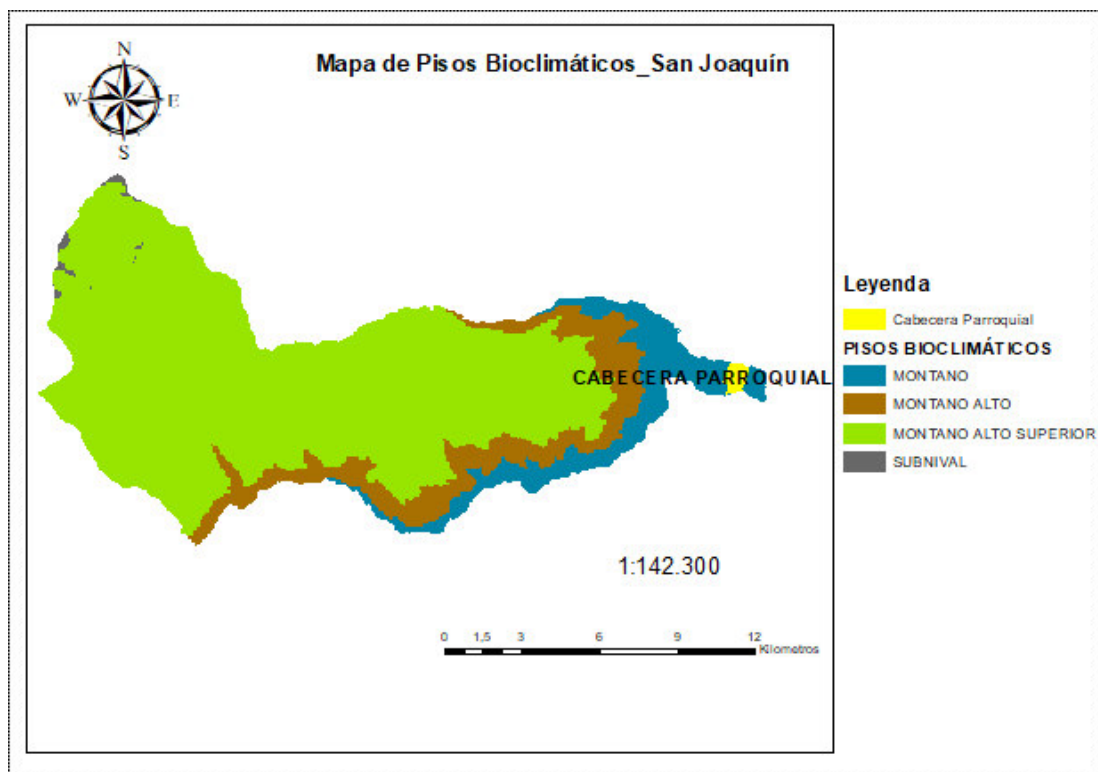


Figura 1: Pisos bioclimáticos de la parroquia San Joaquín

Fuente: (GAD Parroquial San Joaquín, 2015)

#### 2.1.4 Precipitaciones

Por medio de la Red Hidrometeorológica impulsada por la empresa pública ETAPA y el Cuerpo Suizo de Socorro incrementan 14 estaciones de medida distribuidas en las principales subcuencas del cantón, para el año 2013 se inicia con 33 estaciones nuevas de última tecnología las mismas que servirán para el monitoreo, estudios de investigación, y comportamiento de lluvia en la ciudad (ETAPA, 2018).

En la parroquia San Joaquín, se ha registrado la pluviosidad por una de las estaciones hidrometereológica de ETAPA, que ha permitido la generación de un mapa de Isoyetas que, para la parroquia, presenta precipitaciones promedio anuales que fluctúan entre 750 mm a 1250 mm, como se observa en la figura 2 correspondiente a la pluviosidad media anual de la parroquia.

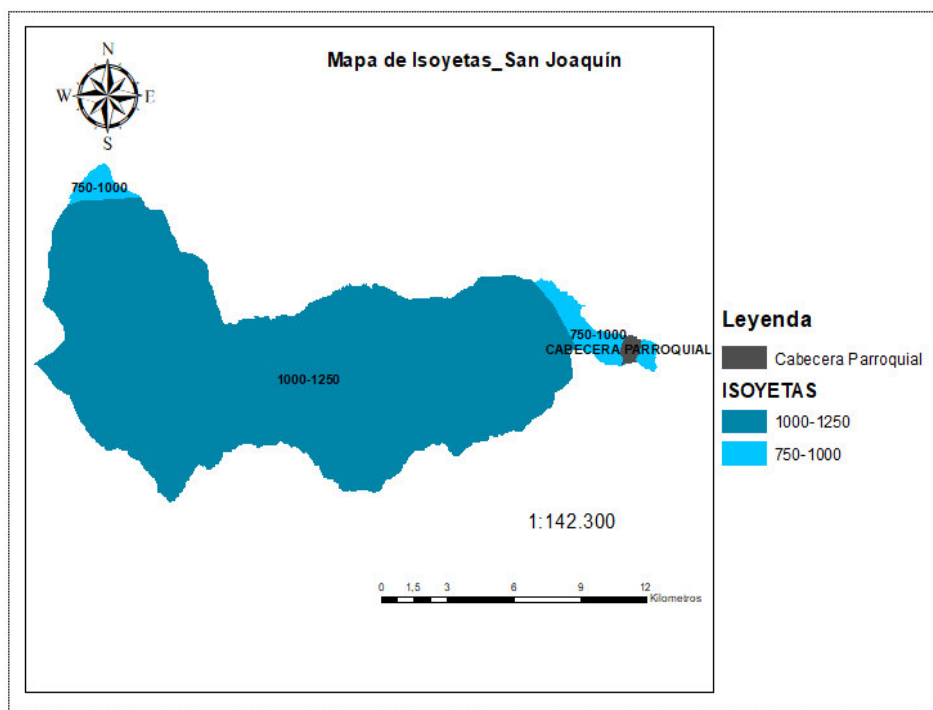


Figura 2: Pluviosidad media anual de la parroquia de San Joaquín.  
Fuente: (Gad Parroquial San Joaquín, 2015)

El régimen de lluvias presenta variaciones a lo largo del año con dos épocas caracterizadas, la primera con mayor intensidad de precipitaciones entre los meses de octubre a mayo con picos en los meses de diciembre, marzo y abril; mientras que la otra época es un poco seca y se presenta en los meses de junio a septiembre (GAD Parroquial San Joaquín, 2015).

El rango de precipitaciones mínimas anuales fluctúa entre 750 y 1000 mm, mientras que las máximas presentaciones registradas varían entre 1000 y 1250 mm anuales (GAD Parroquial San Joaquín, 2014).

### **2.1.5 Actividades productivas**

Una de las grandes ventajas que tiene San Joaquín para la producción y consumo de los productos es la red vial que cuenta con 104,6 Km de los que aproximadamente, el 6.41% se encuentra en buen estado, mientras que el 55.54% presenta un estado regular y el 38,05% un mal estado.

Entre las vías principales de acceso a la cabecera tenemos la calle Monseñor Leonidas Proaño y la autopista vía al Cajas (GAD Parroquial San Joaquín, 2015).

#### **2.1.5.1 Agricultura.**

Antes de 1950 la agricultura en San Joaquín era de subsistencia, se caracterizaba por el policultivo de maíz, trigo y cebada. En la misma década la apertura de la vía principal de ingreso a la parroquia facilitó el acceso a los mercados. Por esta razón se inició la producción de flores, la horticultura y la cestería como útil para el transporte de las hortalizas (Zhirzhán, 2013).

#### **2.1.5.2 Horticultura.**

La horticultura fue promovida a gran escala en el año 1972 gracias al Cuerpo de Paz, este grupo capacitó, asesoró y facilitó las semillas necesarias para la siembra de hortalizas, en especial de col y lechuga. (GAD Parroquial San Joaquín, 2015)

El Centro de Reconversión Económica del Austro (CREA), introdujo el uso de agroquímicos en la población, actualmente se siembra en pequeñas extensiones, y la producción es vendida en los mercados de la ciudad de Cuenca. Los agricultores utilizaban compost que inicialmente lo realizaba el CREA, sin embargo, por la falta de selección de basura, los agricultores optaron por el uso de gallinaza, obtenida localmente. Esta actividad fue desarrollada en un principio por los mismos comerciantes de hortalizas (Rodas, 2017).

## **2.2 Contaminación del aire**

Por contaminación del aire se entiende la presencia de sustancias en la atmósfera, que resultan de actividades humanas o de procesos naturales, en concentración superiores a los rangos permisibles, por un tiempo suficiente y bajo circunstancias tales que interfieren con el confort, salud y bienestar de los seres humanos o del ambiente. La contaminación del aire consiste en una elevada concentración de gases y partículas que flotan en el ambiente reduciendo la calidad del aire (Ministerio del Ambiente, 2015).

La contaminación del aire proviene de varias fuentes, sin embargo el sector del transporte es uno de los grandes emisores, especialmente de material particulado, compuestos orgánicos volátiles (Inga, 2015). Debido a la combustión interna de los vehículos se emiten gases, hidrocarburos y partículas suspendidas que se constituyen en los principales contaminantes como el monóxido de carbono, ozono, gases, vapores, dióxido de azufre y plomo (Molina & Jiménez), este último nuestra fuente de estudio.

Las emisiones y concentraciones en el ambiente de contaminantes tienen efectos generalizados en la salud de la población, existen valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud (Organización Mundial de la Salud, 2018), países del mundo como Finlandia, Uruguay, Perú, Colombia, Alemania, Canadá, Honduras, Guatemala, Ecuador, se suman al cuidado del ambiente, en un evento de la Organización de Naciones Unidas denominado "Pacto Mundial para el Medio Ambiente", realizado el primero de marzo de 2018 en la ciudad de Bogotá, cuyo objetivo es proteger la salud humana, redoblar esfuerzos para la protección de los ecosistemas del mundo (Castro, 2018).

La contaminación al aire no tiene su origen único en las actividades humanas, también existen los procesos naturales que se llevan a cabo en el ambiente, como, por ejemplo, la muerte de un animal que ocasiona la producción de sustancias de olor desagradable, los desechos del ganado que pasan por un proceso de descomposición que generan algunos gases como el amoníaco (EMOV EP, 2015).

En la tabla 5 se observa las principales fuentes de contaminación atmosférica y su origen, como por ejemplo el plomo proviene del tráfico, industria de cerámica, manufactura metálica, incineración de residuos.

Tabla 5: Principales Contaminantes atmosféricos, y su origen

Contaminante	Origen					
	Tráfico	Industria cerámica	Manufactura metálica	Incineración de residuos	Agricultura	Ganadería
Material Particulado	x	X	x	x	x	x
CO	x	X		x		x
SO <sub>2</sub>	x		x	x	x	
NO <sub>2</sub>	x			x		
COV	x			x		
Pb	x	X	x	x		
Hg		X	x	x		

Fuente: (Spiro & Stigliani, 2006).

Dependiendo de las propiedades físicas y químicas y de las condiciones meteorológicas de la zona, los contaminantes pueden ser transportados o depositados a miles de kilómetros de distancia (Spiro & Stigliani, 2006).

### **2.2.1 Calidad del aire en Cuenca**

Cuenca, la tercera ciudad principal del Ecuador, ubicada al sur del país, se encuentra a una altura de 2550 ms.n.m, con un clima templado en promedio de 15°C, y con una velocidad de viento media entre 4 m/s y 5,5 m/s (EMOV EP, 2015).

La empresa pública EMOV construyó en la ciudad de Cuenca, una Red de Monitoreo para vigilar la calidad del aire ambiente que respira la ciudadanía, con diecinueve puntos de vigilancia que incluye estaciones de monitoreo para el aire; con la finalidad de controlar la mayor fuente de emisiones de gases se ha implementado centros de revisión técnica vehicular para proteger la salud y el ambiente de la ciudad (EMOV EP, 2015), mediante este programa, entre enero y octubre del año 2017, en Cuenca se ha matriculado 75 248 vehículos, según un informe realizado por el Ing. Adrián Castro, gerente de la EMOV EP.

En Cuenca, se realiza anualmente la Revisión Técnica Vehicular (RTV), realizada por la EMOV EP, revisión que no se exige en otras jurisdicciones, siendo esta la razón para que los propietarios de los vehículos matriculen en cantones aledaños e incluso en la provincia del Cañar (EMOV EP, 2015), acciones que conllevan a una falta de revisión y concentración de gases que generan los vehículos que transitan en la ciudad.

### **2.2.2 Calidad del aire en San Joaquín**

En la parroquia San Joaquín no se dispone de una estación para monitorear la calidad del aire, se ha considerado la información disponible en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, donde se evalúa zonas de emisión de contaminantes a lo largo del tiempo y constituye un posible riesgo a la salud de la población (Gad Parroquial San Joaquín, 2015).

Los contaminantes se evidencian hacia el Este de la parroquia, es decir la zona que colinda con el área urbana de la ciudad de Cuenca, siendo la amenaza de contaminación de nivel medio para la mayoría de las comunidades, aunque el centro parroquial presenta amenaza de contaminación alta (Gad Parroquial San Joaquín, 2015).

### **2.2.3 Estándares de calidad del aire y normativa**

Los estándares de calidad definen niveles de contaminantes que no deben ser excedidos para garantizar la protección de la salud pública.

Según el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA), en el párrafo IV del aire y de las emisiones a la atmósfera dice:

Art. 219.- De la calidad del aire.- Corresponde a características del aire ambiente como el tipo de sustancias que lo componen, la concentración de estas y el periodo en el que se presentan en un lugar y tiempo determinado; estas características deben garantizar el equilibrio ecológico, la salud y el bienestar de la población (Ministerio del Ambiente, 2015).

Art. 221.- Emisiones a la atmósfera desde fuentes fijas de combustión. - Las actividades que generan emisiones a la atmósfera desde fuentes fijas de combustión se someterán a la normativa técnica y administrativa establecida en el Anexo III y en los Reglamentos específicos vigentes, lo cual será de cumplimiento obligatorio a nivel nacional (Ministerio del Ambiente, 2015).

La Organización Mundial de la Salud, fue la primera en definir guías sobre la calidad del aire y varios países como Argentina, Bolivia, Chile, Colombia Costa Rica, Ecuador, México, Venezuela, Canadá, China se rigen a esta para establecer sus normativas (Organización Mundial de la Salud, 2008), es así como en la tabla 6, se observa el límite permisible de plomo para Ecuador.

Tabla 6: Valor según la Organización Mundial de la Salud (OMS)

Contaminante	Tiempo promedio de muestreo <i>meses</i>	Valor límite <i>µg/m<sup>3</sup></i>	Efectos más relevantes sobre la salud
Plomo (Pb)	3	1.5	Afecta a la formación de la sangre, efectos del desarrollo de los niños
	12	0.5	

Fuente: (Organización Mundial de la Salud, 2008).

#### 2.2.4 Efectos en plantas

Los efectos perjudiciales de la contaminación del aire no se limitan a los que tienen que ver con la salud humana, si no también plantas y animales. El desarrollo normal de las plantas se basa en el intercambio entre el vegetal y el aire, por lo que ciertos contaminantes pueden penetrar en las hojas, acción que afecta al desarrollo de la planta, pero merma el nivel de polución en la zona (Spiro & Stigliani, 2006).

El uso de productos químicos puede dañar las hojas de las plantas, provocando cambio en el color natural, agujeros y manchas. La contaminación del aire debilita a las plantas y las hace más susceptibles a la infestación de insectos y plagas (Centro de estudios medioambientales del mediterraneo, 2007).

## **2.3 Combustibles**

Se llama combustible a toda sustancia natural o artificial, que se puede presentar en estado sólido, líquido o gaseoso, que combinada con oxígeno produzca reacción con desprendimiento de calor. (Spiro & Stigliani, 2006)

Al ser el transporte la principal fuente de contaminación urbana, los procedimientos de prevención se han centrado en los combustibles líquidos empleados en los automóviles. La normativa sobre la contaminación ha originado una reformulación de las gasolinas y combustibles de forma que proporcionen buena eficacia, posibiliten el funcionamiento óptimo de los motores y disminuyan la contaminación (Spiro & Stigliani, 2006).

Por medio de la destilación fraccionada del petróleo se pueden obtener diferentes tipos de combustibles de características muy diferentes entre sí, esto se debe a que los componentes al ser sometidos al proceso de destilación poseen puntos de ebullición a diferentes temperaturas, entre estas podemos encontrar las más usadas como gasolina y diésel (Instituto para la diversificación y ahorro de la energía, 2005).

### **2.3.1 Gasolina.**

La gasolina también llamada naftas, es el principal producto de la refinación del petróleo, corresponden a una mezcla de hidrocarburos utilizados como combustible en motores de combustión interna (auto, avión), y cuando se combina con aire y se comprime tiene la tendencia a inflamarse. Además de generar residuos altamente contaminantes para el medio ambiente, también posee una característica en emisiones sólidas mínimas conocido como hollín, en forma de partículas de carbono (Cajisaca & Uzhca, 2010).

A pesar del incremento del octanaje de la gasolina comercializada en el Ecuador, esta no deja de ser una fuente de contaminación, sin embargo, las emisiones han reducido.

La combustión de gasolina es la fuente principal de contaminación de plomo, esta fuente es responsable de cerca del 80% del total de plomo en la atmósfera. Este elemento se añade a la gasolina como plomo tetra etilo, y se emite en gran parte por los tubos de escape como partículas diminutas de compuestos inorgánicos de plomo. Cerca del 50% de esta emisión cae en un radio de 100 m de los caminos (Repsol YPF, 2010).

### **2.3.2 Diésel.**

También es llamado gasóleo o gasoil, es una sustancia blancuzca o verdosa a cual posee una densidad de  $850 \text{ kg/m}^3$ , el cual se utiliza dentro de la industria automotriz para el funcionamiento de vehículos de motores de encendido por compresión, (Olivares-Rieumont

et al., 2010) como por ejemplo buses, camiones y volquetas, que son más costosos, pesados, difíciles de arrancar y ruidosos.

Los motores a diésel no poseen ahogador por lo que el consumo de combustible es menor a plena potencia en comparación con los motores a gasolina, pero producen mayor CO<sub>2</sub>, observando salir humo negro de los tubos de escape (Repsol YPF, 2010).

Los gases de escape de diésel son un tipo de contaminación que surge de la combustión de combustible diésel, estos son una mezcla de diferentes tipos de gases y partículas muy pequeñas de hollín. Las personas que se exponen a los gases de escape de diésel, cuando conducen, toman el bus o están en carreteras, vías y avenidas, pueden ser vulnerables a altos niveles de gases, así como, las personas que trabajan como camioneros o conductores u otros empleos en los que se usan los motores de diésel (Healthy Hearts Need Clean Air, 2001).

### 2.3.3 Consumo de Combustibles en Azuay.

El rápido crecimiento del parque automotor, conlleva a un mayor consumo de combustible, en la tabla 7 se muestra la cantidad de vehículos por uso particular, de alquiler, de gobierno y por tipo de combustible que utilizan los vehículos matriculados en el año 2015 (INEC, 2015).

Tabla 7: Cantidad de vehículos en el Azuay que utilizan gasolina y diésel

Tipo de combustible	Total	Particular	Alquiler	Estado	Municipio	Gobiernos Seccionales
Diésel	10 156	8 189	1 413	263	235	56
Gasolina	94 705	92 037	1 916	539	191	22

Fuente: (Torres & López, 2016).

En el año 2015 el 95% de los vehículos fueron de uso particular, en su gran mayoría como jeeps, camionetas y motocicletas, los vehículos destinados al transporte de pasajeros y taxis ocupan un mayor porcentaje en automóviles, los vehículos a gasolina el 89% y los vehículos de diésel el 11%, los vehículos que utilizan GLP, como combustible representan un porcentaje mínimo (Torres & López, 2016).

## 2.4 Contaminación al aire por combustibles

La atmósfera contiene varios gases que en concentraciones mayores que las normales, son perjudiciales para los seres humanos, animales y dañinos para las plantas. Estos incluyen



el ozono, dióxido de azufre, y una amplia gama de variedad de compuestos orgánicos volátiles (Organización Mundial de la Salud, 2008), otros como el benceno y el butadieno, son considerados como gases potencialmente tóxicos que contaminan el aire.

En la mayoría de los países del mundo, los vehículos automotores, la actividad industrial y la generación de electricidad representar un gran porcentaje de la producción antropogénica de los óxidos de nitrógeno y azufre, que en conjunto con partículas y compuestos orgánicos volátiles se describen como contaminantes primarios, debido a que se producen directamente por el proceso de combustión. La concentración local de los contaminantes del aire depende de la magnitud de las fuentes y de la eficiencia de dispersión, las variaciones diarias se ven afectadas por las condiciones meteorológicas, como por ejemplo el viento, altitud, temperatura, precipitación y humedad (Astudillo, 2012).

#### **2.4.1 Plomo**

El plomo es un metal pesado de densidad es 11.4 g/ml a 16°C, de color plateado con tono azulado que se empaña para adquirir un color gris mate (Empresa Pública de Hidrocarburos, 2000).

La mayor parte de la concentración de plomo en el medio ambiente proviene de la actividad humana que incluye quema de combustibles fósiles, minería y procesos de manufactura. Este metal no es biodegradable y persiste en el suelo, aire, agua y viviendas (Bermúdez, 2010).

El plomo tiene varias aplicaciones, ya sea como estado elemental, en aleaciones o formando compuestos. Es usado en manufactura de baterías, aleaciones de plomo para fabricación de municiones, productos metálicos como tuberías y soldadoras, los compuestos de plomo son usados en la producción de vidrios, cerámicas, estabilizadores de plásticos y pinturas y en forma de tetraetilo de plomo en la gasolina (Maldonado, 2012).

##### **2.4.1.1 Propiedades físicas y químicas del plomo**

El plomo (Pb) es uno de los metales pesados más abundantes en la naturaleza. Es un metal tóxico de baja movilidad, presenta una densidad once veces mayor que la del agua. Es un elemento tóxico con características acumulativas. Los suelos son el mayor depósito de este metal, donde tiende a bioacumularse para ser absorbido por plantas y animales que finalmente pasan a ser consumidos por los seres humanos (Burger & Pose, 2010).

El plomo en contacto con el aire se oxida superficialmente, recubriéndose de una capa de color gris, que le quita el brillo metálico; en presencia de agua lluvia y CO<sub>2</sub> del aire, el plomo

se altera cubriéndose de una capa de carbonato hidratado, esta sal se disuelve poco en el agua comunicándoles propiedades tóxicas (Ubillus, 2003).

#### **2.4.1.2 Aplicaciones del plomo y derivado**

Un 40% de plomo es usado como metal, el 25% en aleaciones y un 35% se emplea en compuestos químicos (Nordberg, 2001).

Algunas aplicaciones son:

- Tuberías de conducción de aguas.
- Fabricación de proyectiles de armas de fuego.
- Como óxido de plomo, se usa para la producción de pinturas.
- El plomo tetraetilico como antidetonante en la gasolina de 84 octanos también es usado el tetrametilo de plomo, para ejercer la misma función.
- El acetato de plomo es usado en los tintes para el cabello humano.
- También es utilizado en baños de tratamiento térmico, durante el proceso del estirado de alambres (Ubillus, 2003).

#### **2.4.1.3 Efectos tóxicos y ambientales del plomo**

El plomo es un contaminante acumulativo que cuando es liberado al medio ambiente, ya sea por actividades antropogénicas o por procesos naturales, tiende a acumularse y magnificarse en los diferentes ecosistemas causando efectos contaminantes y nocivos para las especies que entran en contacto con él (Coyago & Bonilla, 2016).

Los problemas medioambientales que causa el plomo es la disminución de la producción agrícola, degradación del suelo. Es un metal que es distribuido por todo el ambiente, su concentración aumenta en zonas urbanas e industriales debido a la contaminación existente.

#### **2.4.1.4 Efectos en el ser humano**

Los peligros del plomo se conocen desde siglos atrás, los impactos en la salud mental y física son una preocupación constante, ya que se encuentra en la lista de la Organización Mundial de la Salud en los diez productos químicos de mayor preocupación para la salud pública (Gray, 2008).

Las afecciones que produce el plomo, dependen de la concentración tiempo de exposición y vía de administración, siendo la principal la ingesta de alimentos contaminados, una vez que el plomo es absorbido, este puede acumularse y magnificarse en huesos, dientes, hígado, pulmón, riñón, cerebro (Sandoval, 2007).

El ser humano al estar expuesto en concentraciones altas presenta: dolores en huesos, músculos, dolor abdominal, disminución del apetito, graves afecciones a los sistemas endócrino, cardiovascular, respiratorio, inmunológico, neurológico y gastrointestinal, (Gutierrez, & Prieto, 2009).

Usualmente el plomo es absorbido por los intestinos y suele producir la degeneración del sistema nervioso central, alteraciones neurológicas, deficiencia de hierro, anemia, cáncer de riñón, anorexia. En las mujeres además de los síntomas mencionados, produce alteraciones menstruales, infertilidad y riesgo de aborto, mientras que, en los niños produce letargo, vómito, mareo, pérdida de apetito (Organización Mundial de la Salud, 2018). En los adultos la mayor exposición al plomo se ha asociado con la pérdida de la dentadura (Velásquez & Corzo, 2014).

Debido a la gran cantidad de plomo acumulado en los huesos, se puede observar casos de saturnismo que es una enfermedad causada por la ingesta o inhalación de sustancias que contienen plomo. Cualquiera que sea la vía por la que se ingiera plomo, su punto final será el hígado, en algunos casos la acumulación excesiva de plomo en la sangre, produce un efecto en el color de la piel (Azcona & Ramirez, 2015).

#### **2.4.1.5 Comportamiento del plomo en el suelo**

Los metales pesados adicionados a los suelos se redistribuyen y reparten lentamente entre los componentes de la fase sólida, que se caracteriza por una rápida retención inicial y posteriores reacciones lentas, dependiendo de las especies del metal, propiedades del suelo y nivel de introducción y tiempo (Jimenez & Párraga, 2011).

Una vez que el plomo cae al suelo, se adhiere fuertemente en las partículas y permanece en la capa superficial. La movilización del plomo dependerá de las características físicas y químicas del suelo.

Los factores que influyen en la movilización de metales pesados en el suelo son:

- Características de suelo: pH, potencial redox, composición iónica de la solución del suelo, presencia de carbonatos, materia orgánica y 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 tienden a estar más disponibles en un pH ácido (Galán Huertos, Emilio Romero, 2008).

En la tabla 8, se pueden observar la movilidad del plomo en el suelo en función al pH (García & Moreno, 2002).

*Tabla 8: Movilidad del plomo en el suelo en función del pH.*

pH	Prácticamente inmóvil	Moderadamente móvil
Ácido <5.5		Pb
Neutro 5.5 – 7.5	Pb	
Alcalino 7.5 – 9.5	Pb	

*Fuente: (García & Moreno, 2002).*

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, mientras que, los suelos arenosos carecen de capacidad de fijación de los metales pesados (Fuentes, 2016).

Los metales pesados pueden ser retenidos en el suelo, ya sea disueltos en la fase acuosa o pueden ser absorbidos por las plantas y así incorporarse a las cadenas trófica, pasar a la atmósfera por volatilización, o movilizarse en a las aguas superficiales (Fuentes, 2016).

El contenido total de plomo en suelos agrícolas se sitúa entre 2 y 200 ppm. En hortalizas la contaminación sólo se da en la parte exterior de la semilla, hojas y tallos; existe una alta proporción de contaminante que puede eliminarse mediante el lavado. Los niveles de plomo en grano, tubérculos y raíces se ven muy poco afectados y no se desvían mucho de los niveles normales de dichos tejidos (Olivares-Rieumont, 2010).

#### **2.4.1.6 Metales pesados en los cultivos**

Las plantas han desarrollado mecanismos para absorber y acumular nutrientes, la absorción de metales es el primer paso de su entrada en la cadena alimentaria. La absorción y posterior acumulación dependen del movimiento de los metales desde la solución suelo a la raíz de la planta, el paso de los metales por las membranas de las células corticales de la raíz, y de esta a los tallos. La posible movilización desde las hojas va a los tejidos de almacenamiento que son usados como alimento (Jimenez & Párraga, 2011), los mismos que el ser humano ingiere a través de la cadena alimentaria.

Otro de los mecanismos es mediante la absorción foliar, la concentración que hay en las hojas son provenientes de fuentes aéreas que puede tener un impacto significativo en las plantas (Kabata & Pendias, 2001).

En condiciones alcalinas el plomo precipita como hidróxido, fosfato o carbonato y también se promueve la formación de complejos orgánicos estable de plomo, la acidez del suelo puede aumentar la solubilidad de plomo, pero su movilización generalmente es más lenta que su acumulación en las capas de suelo ricas en materia orgánica (Jimenez & Párraga, 2011).

La localización característica del plomo cerca de la superficie del suelo, se relaciona principalmente con la acumulación superficial de materia orgánica (Kabata & Pendias, 2001), la barrera suelo-planta limita la transmisión de plomo a la cadena alimenticia, ya sea por procesos de inmovilización química del suelo o limitando el crecimiento de las plantas antes que el plomo absorbido alcance niveles que pueden ser dañinos para el ser humano.

## **2.4.2 La Horticultura**

Según el Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua define a la horticultura como cultivo de huertos y al conjunto de técnicas y conocimientos relativos al cultivo de los huertos y huertas.

Las hortalizas 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, lo que contribuye a la dieta equilibrada de cada ser humano (Carbajal, 2013).

### **2.4.2.1 Actividad hortícola en el Ecuador**

A partir de los años 80, la horticultura se ha incrementado, debido a los hábitos alimenticios de las personas, se conoce que existe un mayor consumo de hortalizas en la dieta diaria, adicional a esto se está desarrollando la industrialización de algunos productos hortícolas, especialmente en el mercado externo (Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, 2015).

La Horticultura varía a gran medida, tanto por sus sistemas de producción primaria, como por la formación de las estructuras agroalimentarias (Sotama & Sánchez, 2013).

Esta actividad está bastante concentrada en la sierra ecuatoriana por sus condiciones edáficas y climáticas.

### **2.4.2.2 La horticultura en San Joaquín**

La horticultura en San Joaquín tuvo inicios hace aproximadamente 50 años, se caracteriza por la variedad de hortalizas que se cultivan, debido a que existen aproximadamente 26 plantas hortícolas, además de plantas medicinales. Se conoce que solo el 20% de la producción se vende en Cuenca, mientras que el 80% se distribuye a las provincias de Cañar, El Oro, Guayas y parte del Oriente (Rodas, 2017).

Alrededor de 700 familias se dedican a esta actividad, pero en los últimos años ha ido perdiendo fuerza como actividad principal y se ha convertido en una actividad complementaria, la producción ha bajado debido a que algunos agricultores tienen edades promedio de 50 a 60 años con presencia de enfermedades, quienes han dejado de invertir su tiempo en esta actividad (Sotama & Sánchez, 2013).

El cultivo de la zona hortícola de San Joaquín está caracterizado por la presencia de unidades de producción pequeñas, con campesinos dedicados al cultivo de una gran variedad de hortalizas exóticas, con fines comerciales; está considerada como agricultura urbana debido a que se encuentra prácticamente dentro de la ciudad (Andrade & Campoverde, 2017).

El arado del terreno se realiza mediante el uso de tracción animal, con bueyes; se realiza un rompe, seguido de una cruz y finalmente el huachado que son líneas que hace la yunta y sirven para sembrar uniformemente las hortalizas (GAD Parroquial San Joaquín, 2015).

La fertilización del terreno se realiza con la aplicación de pollinaza o gallinaza, cada ciclo de cultivo de 4 meses, durante este tiempo siempre se realiza la aplicación de bioestimulantes foliares o fertilizantes químicos como la Urea y otros. Además se realiza el control de plagas, enfermedades y malezas, con la aplicación de químicos y herbicidas, generalmente sin la asistencia técnica de calidad (Zhirzhán, 2013).

La cosecha de las hortalizas se realiza una vez que los productos han llegado a su estado de madurez comercial, en 3 a 5 cosechas del mismo huerto. Los cultivos suelen ser cosechados en relevo, es decir, cosecha una hortaliza y siembra otra, con el propósito de optimizar el uso del suelo. Luego de una cosecha el reposo del suelo es de ocho días máximo, y se realiza una nueva siembra, abonando a la tierra (Sotama & Sánchez, 2013).

### **2.4.2.3 Clasificación de las hortalizas**

Según Belasteguí, (2012) la planta comestible se clasifica por la parte que se consume como se aprecia en la tabla 9, en la que se observa la clasificación:

*Tabla 9: Clasificación de hortalizas*

<b>Hortalizas</b>	<b>Parte que se consume</b>
Semillas - granos	Haba, arveja, vainita
Frutos	Tomates, chiles, pimientos
Bulbos	Ajo, cebolla
Hojas	Repollo, espinaca, acelga, nabo, lechuga, col, borecol
Tallos tiernos	Borraja, espárrago, apio
Raíces	Zanahoria, rábano, remolacha, papa

*Fuente: (Belasteguí, 2012).*

### 2.4.3 Lechugas de repollo

#### 2.4.3.1 Origen

El origen de las lechugas se sitúa en las regiones templadas de Europa, Asia y América del Norte, de género *Lactuca* y pertenecen a la familia de las Asteráceas, de orden Asterales, que abarcan más de 1000 géneros y 20 000 especies de las cuales pocas se cultivan. Hoy en día se tiene algunas variedades de hojas verdes, rojas o moradas, también crespas, lisas, mantecosas, rizadas (Zoppolo, Farappa, Bellenda, & García, 2008).

#### 2.4.3.2 Taxonomía

Según la clasificación de la USDA, (2006) se encuadra en los siguientes taxones, como se observa en la tabla 10 (Gonzales & Zepeda, 2013).

Tabla 10: Taxonomía de la lechuga

Reino	<i>Plantae</i> – plantas
Subreino	<i>Tracheobionta</i> – plantas vasculares
Superdivisión	<i>Spermatophyta</i> – plantas con semilla
División	<i>Magnoliophyta</i> – plantas con flores
Clase	<i>Magnoliopsida</i> – dicotiledóneas
Subclase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Asterales</i>
Familia	<i>Asteraceae</i>
Genero	<i>Lactuca</i> L.
Especie	<i>Lactuca sativa</i> L.

Fuente: (Gonzales & Zepeda, 2013).

#### 2.4.3.3 Descripción botánica

Las lechugas son plantas anuales de días largos y ciclo corto. La raíz no sobrepasa de los 30 cm de profundidad y presenta varias ramificaciones. Tiene un tallo corto y cilíndrico, hasta 1 m de altura. Las hojas se disponen en roseta y después se aprietan unas junto a otras formando un cogollo apretado de hojas (Spiro & Stigliani, 2006), como se observa en la figura 3.



Figura 3: Lechuga de repollo

#### **2.4.3.4 Características físicas y químicas.**

Según Jaramillo, Aguilar, Tamayo, & Arguello, (2016) el ciclo de cultivo de la lechuga de repollo se clasifica en tres fases principales: 1. La primera fase de formación de roseta de hojas, 2. La segunda fase de formación de un cogollo compacto, y finalmente, 3. La tercera fase de reproducción del tallo floral.

Los principales parámetros manejados para evaluar la calidad fisicoquímica del alimento como se indican en la tabla 11, basados en la guía de buenas prácticas agrícolas para hortalizas y verduras del Ecuador.

*Tabla 11: Parámetros de lechuga de repollo*

<b>Parámetro</b>	<b>Conclusión</b>
Color	Verde
Peso	500 – 974 g
Diámetro	29 – 60 cm
Largo	11.5 – 18 cm

*Fuente: (Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, 2015)*

#### **2.4.3.5 Labores de siembra**

Para realizar la siembra primero se selecciona la semilla de lechuga de repollo que se consigue en sobres de diferentes casas comerciales, se realiza un sustrato que consiste de una mezcla de fibra de coco que aporta con la esponjosidad al semillero y humus de lombriz rico en nutrientes. Los semilleros deben mantenerse siempre húmedos para que las semillas puedan germinar correctamente, teniendo la precaución de no arrastrar la semilla con el agua (Goites & Cittadini, 2008).

Para el trasplante, el método recomendado es al Tresbolillo, mismo que usan los pequeños productores, en el que las plantas deben ubicarse formando un triángulo equilátero en el área que se va a utilizar, una de las ventajas de esta técnica es que podemos plantar un 15% más de plantas que con el sistema cuadrado, es decir caben más unidades en la superficie que con cualquier otro sistema regular, nos permite también dar labores de cultivo en tres direcciones, con lo cual la tierra queda mejor trabajada y disminuye el riesgo de dejarla desnivelada (Seymour, 2000).

El sistema de riego que se utiliza comúnmente es el goteo, este permite controlar el caudal y la uniformidad de la humedad en el cultivo. Existe también el riego por aspersión que permite imitar la lluvia natural como medio más adecuado de riego, para este sistema se debe aplicar presión al agua y la utilización de aspersores (Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, 2015).



En el desarrollo y crecimiento de las plantas se realiza el rascadillo, que consiste en remover el suelo y permitir que este se airee y se eliminen las malas hierbas. Otro problema que se presenta en el desarrollo del cultivo es la presencia de plagas y enfermedades, las mismas que pueden propagarse fácilmente en las hortalizas, una de las alternativas que tiene menor efecto contaminante al medio ambiente es la producción de biocidas, que son productos líquidos preparados a base de plantas y hierbas con propiedades tóxicas que sufren una maceración y se convierten en productos para contrarrestar los problemas sanitarios, como por ejemplo el insecticida picante (Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes, 2002).

#### **2.4.3.6 Propiedades nutricionales**

La lechuga es considerada un alimento indispensable y saludable para el ser vivo y puesto que aporta con un alto contenido de vitaminas B9, vitamina C, minerales, fibra, agua, además, suministra una reacción alcalina al organismo humano acompañado de un alto contenido de celulosa y proteínas de buena calidad (Albuerque, Almeida, & Silveira, 2017).

Se trata de un alimento de hojas comestibles que se consume principalmente en forma de ensaladas utilizándose crudas o procesadas. Los nutrientes que aporta la lechuga de repollo ayudan a regular las funciones digestivas del ser humano, así como contribuir con vitaminas y minerales al organismo que ayuda a retrasar el envejecimiento de los tejidos y es indispensable para fortalecer los huesos (Albuerque et al., 2017).

#### **2.4.3.7 Contaminación de hortalizas por metales pesados**

Los metales pesados son peligrosos porque tienden a bioacumularse en diferentes cultivos. Una de las vías de contaminación de las hojas con plomo es la deposición de este metal procedente del polvo atmosférico y de los suelos contaminados (Siemering & Soldat, 2005). El plomo es absorbido por las células de las hojas aunque parte del mismo puede eliminarse por el lavado y una fracción importante pasa al tejido de la planta (Fuentes, 2016).

#### **2.4.3.8 Determinación del plomo en el follaje de lechugas**

Hay que tener en cuenta que existen varios métodos para la determinación de la concentración de plomo en el follaje de plantas, entre estos el método de Absorción Atómica de horno grafito (GFAAS), conocido como espectrometría (Castro & Holler, 2000).

La técnica se basa en el hecho de que los átomos absorben luz en las frecuencias o longitudes de onda característica del elemento de interés. El procedimiento de horno de grafito está basado en la atomización del analito en matriz líquida que se utiliza con una cámara de

nebulización para crear una niebla de la muestra y un quemador en forma de ranura. La niebla atómica es desolvatada y expuesta a energía, a una determinada longitud de onda emitida por una lámpara de descarga de electrones, la temperatura de la llama es lo bastante baja para que esta no excite los átomos presentes en la muestra de su estado fundamental (Sandoval, 2007).

## CAPÍTULO III

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Delimitación

##### 3.1.1 Delimitación espacial

El estudio se realizó en la Parroquia San Joaquín que está ubicada en la provincia del Azuay, en la sierra sur del Ecuador, a una altura aproximada de 2600 y 4320 m.s.n.m en las coordenadas:

- Norte: 79°15' 48" W y 2°49' 15" S;
- Sur: 79°14' 7" W y 2°57' 6" S;
- Este: 79°2' 5" W y 2°53' 51" S;
- Oeste: 79°17' 29" W y 2°53' 51" S.

Limita al norte con la parroquia Sayausí; al sur, con la parroquia Baños; al este, con la ciudad de Cuenca; y al oeste, con las parroquias Chaucha y Molleturo (Sotama & Sánchez, 2013).

San Joaquín ocupa el 6.08% del territorio total del cantón Cuenca, con un tamaño referente de tres veces mayor que las parroquias urbanas de la ciudad, como se observa en la figura 4, esta parroquia se encuentra a 3.78 Km de la ciudad de Cuenca (Durán & Jerves, 2015).

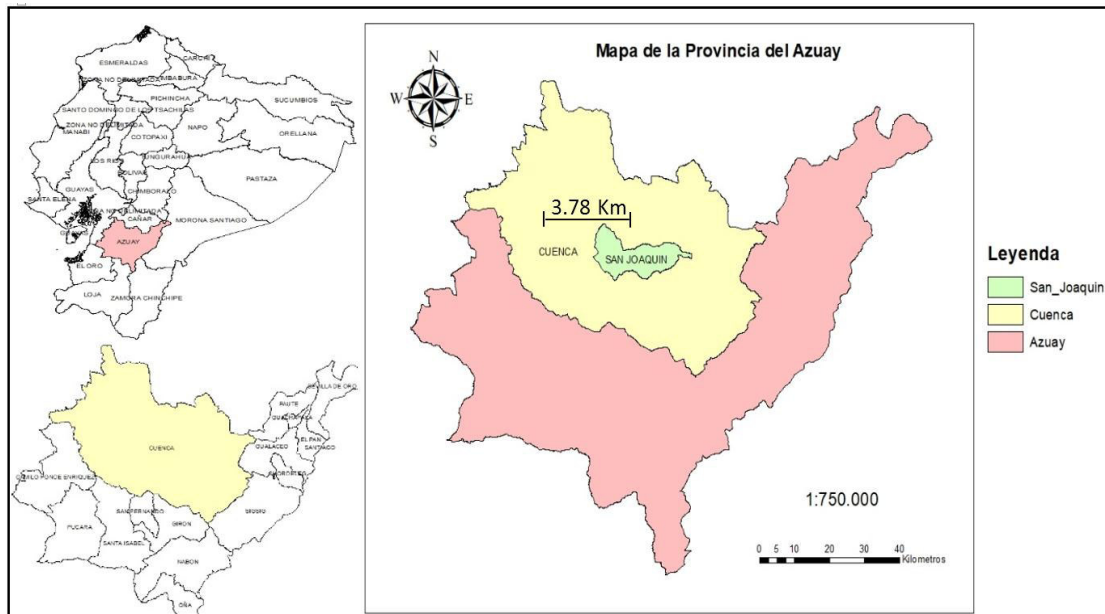


Figura 4: Ubicación geográfica de la parroquia San Joaquín  
Fuente: I. Municipalidad de Cuenca, P.D.O.T Cantón Cuenca

El presente estudio se ejecutó en la comunidad de Balzay Alto, que se encuentra en una de las comunidades occidentales de la parroquia San Joaquín, en la calle Monseñor Leonidas Proaño, vía de acceso principal, donde se encuentran expuestos los cultivos hortícolas.

### **3.2 Condiciones climáticas del ensayo**

Los datos de clima se obtuvieron mediante un oficio dirigido al Campus Balzay de la Universidad de Cuenca, quienes cuentan con una estación de monitoreo.

Para obtener los datos de precipitación de la ciudad de Cuenca, se envió un oficio a la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), al área de Gestión de Meteorología Aeronáutica del Aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad, quienes cuentan con un listado mensual de precipitación en base a la red meteorológica que maneja la DGAC. Anexo 1

### **3.3 Proceso de siembra**

#### **3.3.1 Semillero**

Las semillas de lechuga de repollo, fueron colocadas en un semillero plástico, donde se añadió 3 a 4 semillas por espacio con una capa fina de sustrato hasta cubrir la semilla y pueda germinar correctamente.

#### **3.3.2 Preparación de la cama.**

Para la preparación de las camas de siembra se utiliza pallets y malla plástica que nos permite crear una superficie impermeable y evitar que la tierra u otros elementos deterioren la madera y sobre todo que se mezcle con el suelo base, se coloca el sustrato suelo hasta tener una profundidad de 50 cm aproximadamente (Figura 5), no se utilizó abonos ni fertilizantes para no alterar los resultados finales de concentración de contaminantes de la hortaliza.



*Figura 5: Preparación de cama para lechugas*

### 3.3.3 Trasplante

Cuando las plántulas del semillero tenían de 3 a 4 hojas verdaderas y un tamaño de entre 10 a 12 centímetros, estas fueron trasplantadas en el sustrato suelo definitivo, como se observa en la figura 6.



Figura 6: Trasplante de plántulas de lechuga de repollo

### 3.3.4 Ubicación de las plántulas en el cultivo

Utilizado el método de siembra al Tresbolillo, se formó un triángulo equilátero en las camas, donde se colocó 12 plántulas en el pallet del cultivo abierto y 12 en el cultivo de invernadero con su respectiva etiqueta. Figura 7.

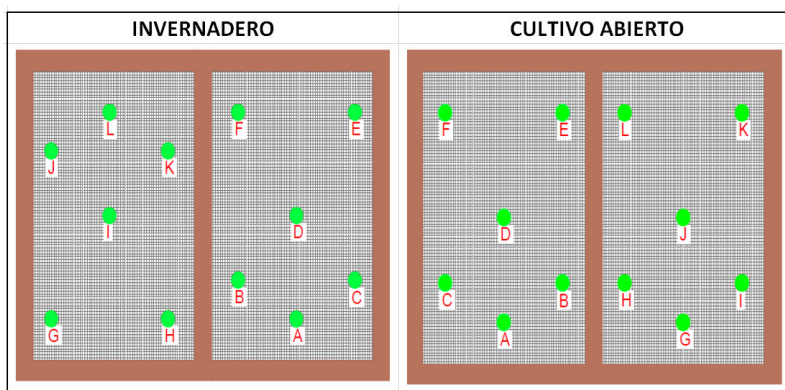


Figura 7: Modelo de siembra de lechugas de repollo

El trasplante se realizó en las primeras horas de la mañana en un sustrato de suelo preparado, teniendo en cuenta una distancia de 20 a 30 cm entre planta y planta y una profundidad considerable para evitar podredumbres.

### 3.3.5 Ubicación de las camas de cultivo

Las camas de lechugas realizadas en pallets se ubicaron en un cultivo abierto y en cultivo bajo invernadero en el centro Semillagro de la parroquia San Joaquín.

La cama de cultivo abierto se colocó a una distancia de 2 m desde el inicio del bordillo de la vía de acceso principal a la parroquia, mientras que la cama de cultivo bajo invernadero se encontraba a 10 m de distancia desde el mismo punto, como se observa en la figura 8.



Figura 8: Ubicación de camas en cultivos

## 3.4 Mantenimiento de los cultivos

### 3.4.1 Riego.

Para este trabajo se utilizó un sistema de riego manual, tomando en cuenta las condiciones climáticas y el control visual de la humedad, con una frecuencia promedio de 2 riegos semanales.

### 3.4.2 Rascadillo, aporque y deshierbe.

A los 35 días después de la siembra, cuando las plantas tenían una altura de 15 cm aproximadamente se realizó el proceso de rascadillo, removiendo el suelo, eliminando malas hierbas, y con un ligero aporque a las plantas, este control se realizó de manera individual, como se observa en la figura 9.



Figura 9: Proceso de rascadillo en cultivos de lechugas

### 3.4.3 Control de plaga

En el desarrollo del cultivo se tuvo la presencia de mosca blanca "*Trialeurodes vaporariorum*", como se aprecia en la figura 10, esta especie tiene alas y puede propagarse fácilmente, produciendo un debilitamiento general de la planta (Toapanta, 2013).



Figura 10: Mosca blanca en lechuga de repollo

Para combatir esta plaga se realizó un insecticida a base de ají por su propiedad tóxica y picante.

#### **3.4.4 Preparación de insecticida biológico**

Para la preparación del insecticida se molió 4 vainas de ají, 2 cabezas de ajo y cebolla, una vez realizada la mezcla se colocó en un litro de agua dejando reposar por 2 días en la sombra (Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes, 2002). Este preparado se aplicó en cada planta con una repetición de 5 días hasta que la plaga desaparezca.

#### **3.5 Recolección de datos**

##### **3.5.1 Altura y diámetro de plantas**

A lo largo del estudio se evaluaron diferentes variables agronómicas del cultivo, como altura de plantas y diámetro de hojas y plantas, datos que fueron tomados semanalmente durante 14 semanas apoyados de una regla y flexómetro.

La altura de las plantas fue tomada desde la base del suelo hasta la hoja más alta, mientras que, el diámetro de la planta fue tomado desde las hojas más abiertas, como se observa en la figura 11. En tanto que para el diámetro de hoja se tomó en cuenta la hoja más grande de cada planta.



*Figura 11: Registro de altura y diámetro de las plantas*

##### **3.5.2 Colecta de muestras**

###### **3.5.2.1 Muestra de sustrato suelo**

Para la colecta de muestra de suelo se tomaron 2 kg de la mezcla homogenizada, del suelo sustrato utilizado en las camas de siembra, la misma que fue colocada en una funda ziplox que contenía una envoltura de aluminio para evitar el contacto con contaminantes del plástico, la muestra estaba debidamente identificada con el nombre del propietario, localización y fecha de muestreo.



### **3.5.2.2 Muestra de plantas**

Las muestras de plantas se tomaron de acuerdo al instructivo de muestreo para análisis bromatológico de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro conocido como AGROCALIDAD, el mismo que solicita que la muestra debe tener como mínimo 200 gr para su análisis.

Cumplidas 14 semanas del cultivo, se procedió a realizar la colecta de 8 lechugas de cultivo abierto (A, B, C, D, E, F, G, H) y 8 del cultivo bajo invernadero (A, B, C, E, F, G, H, I), la cantidad muestreada variaba en peso desde los 200 gr hasta los 300 gr, las mismas que fueron colocadas en una funda ciplox, con la etiqueta que consta el nombre del propietario, identificación de la planta, hora de muestreo y sistema de cultivo al que pertenece, inmediatamente fueron colocadas en un cooler con hielos para la conservación de las muestras hasta su llegada a la ciudad de Quito para su análisis.

### **3.5.3 Análisis de laboratorio**

#### **3.5.3.1 Caracterización de suelo**

Se realizaron análisis del sustrato suelo en el laboratorio IHTA Ingeniería Hidráulica y en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Bullcay, razón por la que en el primero no se contaba con todo los requerimientos.

La metodología utilizada fue: para determinar los parámetros calcio, fósforo y plomo por medio de absorción atómica, para materia orgánica por el proceso de oxidación vía húmeda, para conductividad eléctrica y pH por medio de un potenciómetro, finalmente para textura por el método bouyoucus.

#### **3.5.3.2 Determinación de plomo en el follaje de lechugas de repollo**

Una vez tomadas las muestras del cultivo abierto y bajo invernadero, se enviaron a la ciudad de Quito al laboratorio de Análisis de Alimentos y Productos Procesados "LASA", análisis que se realizó mediante la técnica de espectrometría de absorción atómica de horno grafito (GFAAS), conocido como espectrometría (ETAAS). (Castro & Holler, 2000)

### **3.5.4 Análisis estadístico**

Para el procesamiento de datos, edición de variables como tablas y gráficos se realizó en el programa Excel 2016, de igual manera se utilizó el programa Minilab 18 para gráficas de boxplot y prueba T.

## CAPÍTULO IV

### 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados

##### 4.1.1 Condiciones meteorológicas durante el ensayo

A continuación se detallarán los datos de temperatura y precipitación en los meses en los que se desarrolla el ensayo.

##### 4.1.1.1 Temperatura

El experimento se realizó en el periodo de noviembre 2017 a febrero 2018, al finalizar el mes de noviembre se cuenta con un promedio de 20°C de temperatura, mientras que en el mes de diciembre se tuvo un promedio de 21°C, en tanto que el promedio de temperatura en el mes de enero fue de 17°C, y para el mes de febrero se tuvo un promedio de 15°C de temperatura, como se observa en la figura 12.

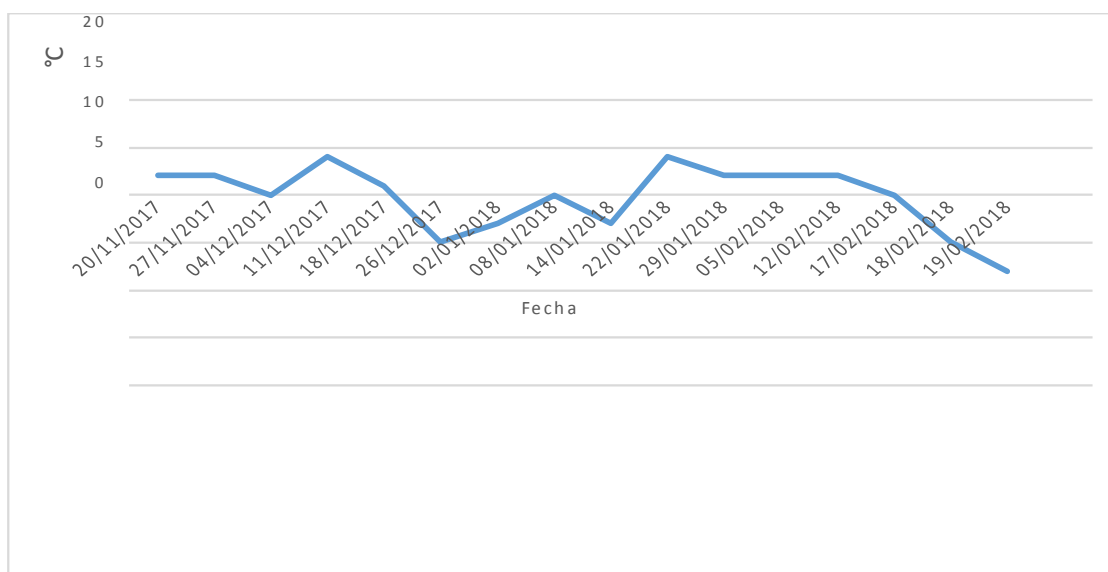


Figura 12: Comportamiento de temperatura ambiente en la época de estudio

El día de la colecta de las muestras (19 de febrero de 2018), se contó con una temperatura ambiente de 18°C durante el día.

#### 4.1.1.2 Precipitación

Al analizar los datos de precipitación referentes a la ciudad de Cuenca, en el periodo del desarrollo del ensayo se observa que hay variabilidad, debiendo tenerse en cuenta las altas precipitaciones de los tres últimos días antes de la toma de muestras de plantas, cuyo comportamiento se observa en la figura 13.

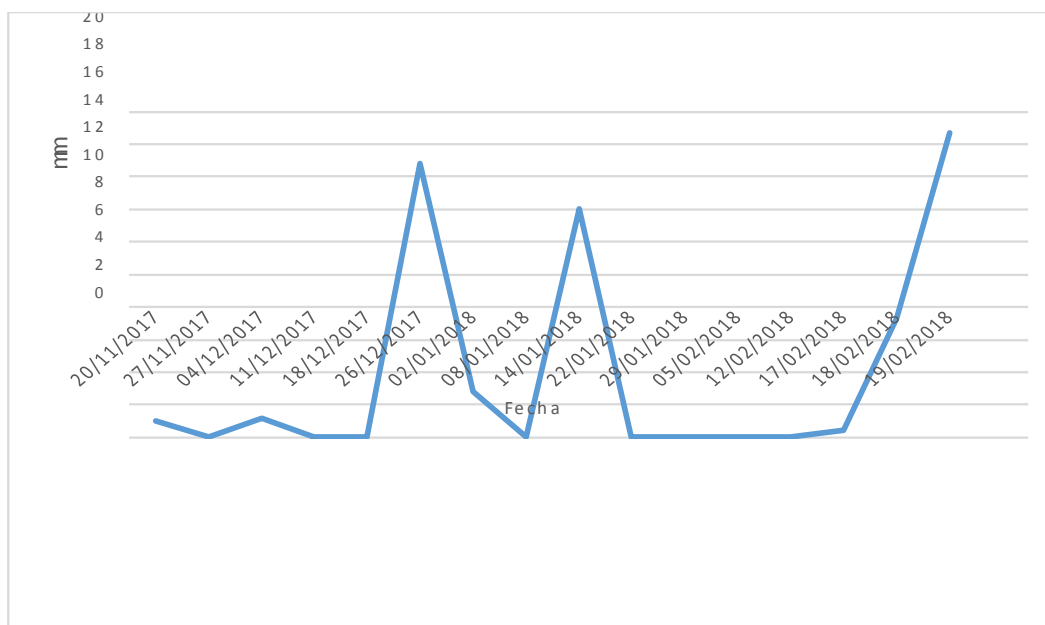


Figura 13: Comportamiento de precipitación en la época de estudio

El día de la colecta de muestras de lechuga (19 de febrero de 2018), se tuvo una precipitación de 18.7mm, la misma que pudo provocar un lavado de las hojas del cultivo abierto y ser causa de disminución de la concentración del plomo en el follaje de las lechugas.

Olivares-Rieumont (2010) realizó un análisis en zonas urbanas de la ciudad de La Habana, cuyo objetivo fue estudiar los niveles de plomo en las hortalizas cultivadas en un área urbana cerca de un vertedero, el estudio concluyó que el plomo que se encuentra en las plantas depende de la disposición atmosférica y menciona que este es absorbido por las células de las hojas, aunque la mayor parte del plomo depositado puede eliminarse por el lavado de hojas, comenta que puede ser una razón para que el plomo pueda estarse acumulando en el suelo, también expone que la acumulación de metales ocurre en las raíces de las hortalizas, considerando interesante para estudios posteriores.

#### 4.1.2 Análisis de suelo

El sustrato utilizado en el estudio presenta una textura Franco-Arenoso, con el 70% de arena, 20% de limo y 10% de arcilla, como se aprecia en la tabla 12.

Tabla 12: Caracterización del sustrato suelo

<b>Característica</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor promedio</b>
Calcio	mg/Kg	4636,8
Conductividad eléctrica	uS/cm	213,2
Fósforo total	mg/Kg	77,2
pH		6,2
Plomo	mg/Kg	17,6
Materia orgánica	%	30,67
Textura	Arena	70
	Limo	20
	Arcilla	10

Debido a las características del suelo como el pH con un valor de 6,2 determinado como ligeramente ácido y considerado adecuado para la agricultura, el alto contenido de materia orgánica con un porcentaje del 30% el mismo que nos indica que es un suelo rico en humus, y finalmente por el contenido de calcio de 4636,8 mg/kg y fósforo 77,2 mg/kg considerados Altos, se puede suponer que el plomo no está disponible para la absorción de las plantas.

La concentración de plomo es de 17,6 mg/Kg, valor que no sobrepasa los límites permisibles establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente que corresponde a 20 mg/Kg.

Sarria Margarita (2013), en un estudio realizado en Sevilla de España, considera que tener un pH ácido juega un papel importante como limitante para la absorción de metales como el plomo, por lo que la planta absorbe solamente nutrientes esenciales para su crecimiento y desarrollo.

García & Moreno, (2002) en un estudio de metales pesados y sus implicaciones en la calidad del suelo, observan que por la concentración alta de materia orgánica en el sustrato, el metal no presenta movilidad en la superficie ni 10 cm debajo del borde del suelo, resaltando que difícilmente las plantas de los cultivos pueden absorber metales por medio de las raíces.

Meza, (2012) en un estudio del fósforo como elemento indispensable para la vida de vegetales, concluye que la cantidad de fósforo presente en el suelo es importante para la nutrición de la planta, debido a que estas absorben por las raíces esta solución, reemplazando totalmente la absorción de otros elementos innecesarios.

Huertos & Romero, (2008) en una conferencia de contaminación de suelos por metales pesados, realizado en la Universidad de Sevilla, mencionan que, el calcio al ser un gran elemento para combatir la absorción de toxicidades de la planta, regula el desarrollo vegetal

y metabolismo de esta, como también, la concentración de calcio genera una estabilidad en el sustrato, limitando la movilidad de metales pesados en el suelo, razón por la que la planta no absorberá elementos que no contribuyan a su nutrición.

#### 4.1.3 Altura y diámetro de plantas

Los valores promedios del desarrollo de las lechugas de repollo se aprecia en la tabla 13, con los que se puede hacer una comparación de crecimiento a lo largo de las semanas de estudio, entre el cultivo abierto e invernadero.

*Tabla 13: Altura y diámetro de lechuga en la 4ta, 8va, 14va semana de cultivo.*

Parámetro	Tipo de cultivo	Semana 4 (cm)	Semana 8 (cm)	Semana 14 (cm)
Alto	Abierto	6,2	9,9	12
	Invernadero	6,3	11	16
Diámetro	Abierto	7,5	14	21
	Invernadero	7,2	15	23
Diámetro de Hoja	Abierto	4,3	7,4	11,5
	Invernadero	5,1	7,9	15,5

En relación a la altura de plantas en la semana 4, la diferencia es mínima, siendo el cultivo bajo invernadero el que presenta un promedio más alto con un valor de 6,3 cm, en la semana 8 y la semana 14 la diferencia es mayor manteniendo los promedios más altos en el cultivo bajo invernadero con valores de 11 cm y 16 cm respectivamente. Con respecto al diámetro de la planta, en la semana 4 existe mayor promedio en el cultivo abierto con un promedio de 7,5 cm mientras que, en la semana 8 y 14, el mayor promedio de diámetro se tiene en el cultivo bajo invernadero con valores de 15 cm y 23 cm respectivamente. En cuanto a la variable diámetro de hojas, en todas las semanas, los mayores promedios corresponden al cultivo bajo invernadero con valores de 5,1 cm, 7,9 cm y 15,5 cm respectivamente (Tabla 10). Estos valores nos indican que las plantas cultivadas bajo invernadero tienen un mayor desarrollo en relación a las cultivadas a cielo abierto.

En el cultivo abierto, a la tercera semana mueren dos plantas etiquetados con el nombre de K y L, debido a las bajas temperaturas que se tuvo en la época, mientras que en el

invernadero se presenta la mortandad de la planta etiquetada como J en la tercera semana y de la planta etiquetada como D en la octava semana de estudio.

Velásquez, (2014) considera que se puede obtener una mayor rentabilidad en el cultivo bajo invernadero en comparación a la producción de cultivo abierto, dado por: periodo de tiempo más cortos a la producción, menos pérdidas causadas por factores como el clima que se presentan el cultivo abierto, y una mayor aceptación en el mercado debido a la apariencia de las plantas.

#### 4.1.4 Peso de plantas

La variable peso de plantas que se observa en la tabla 14, se aprecia que las plantas cultivadas bajo invernadero presentan un mayor promedio de peso con un valor de 287 gr en relación al valor de 243 gr correspondiente al cultivo abierto. En cuanto a la variable profundidad de la raíz, el cultivo abierto presenta un mayor valor con 6 cm, mientras que, las plantas cultivadas bajo invernadero tienen una raíz menos profunda con un valor de 5.5 cm.

Tabla 14: Promedio peso y raíz de los ejemplares

Tipo de cultivo	Peso fresco (gr)	Raíz (cm)
Abierto	243	6
Invernadero	287	5.5

Estos datos son interesantes, como manifiesta Caballero, (2015) agrónomo que realizó un estudio en la zona de Itacurubí de la Cordillera en Paraguay, en el que menciona que la producción hortícola en ambientes protegidos como invernaderos, pueden obtener hasta un peso de 900 gr por lechuga, a diferencia de lo que se da en cultivos a cielo abierto que puede llegar máximo a 500 gr por planta.

#### 4.1.5 Contenido de Pb en el follaje de lechugas de repollo

De acuerdo con los valores recomendados en el Código Alimentario de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO/OMS), en la Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos, tenemos que, para hortalizas de hoja como la lechuga, el valor límite de plomo es de 0.3 mg/Kg (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2009).

En la normativa dada por la Unión Europea de contenidos máximos en metales pesados en productos alimenticios el valor límite de plomo en hortalizas es de 0,3 mg/Kg, en la Legislación Brasileña el límite permisible es de 0,5 mg/Kg para metales pesados en hortalizas, mientras que, en la legislación Australiana y Neozelandesa de metales pesados el límite de plomo en hortalizas de hoja es de 0.1 mg/Kg (Unión Europea, 2017).

De acuerdo a los resultados de los análisis por absorción atómica de las concentraciones de plomo presente en el follaje de las lechugas de repollo de un cultivo abierto y uno bajo invernadero (Anexo 2), se observa que no sobrepasan los límites permisibles establecidos en el Código Alimentario de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, es importante señalar que en la legislación ecuatoriana no están definidos los valores permisibles para el plomo en hortalizas.

Delgadillo, Torres & Gómez, (2015) realizaron un estudio en la ciudad de México, enfocado a la determinación de plomo en el follaje de hortalizas por medio de absorción atómica, estudio en el que concluyen que de acuerdo a los valores dados por la normativa de la OMS, la concentración de plomo en el follaje de las hortalizas no sobrepasa los niveles permisibles del metal, siendo las hortalizas de esta zona aptas para el consumo humano.

#### **4.1.5.1 Promedios de valores**

En la tabla 15, se observa que existe mayor concentración de plomo en el cultivo abierto con un promedio de 0.087 mg/kg, mientras que, en el cultivo bajo invernadero existe un promedio con un valor de 0.066 mg/kg.

Para el análisis estadístico se trabaja con 8 lechugas del cultivo bajo invernadero y 6 del cultivo abierto, debido a que, en los resultados entregados por el laboratorio no se detectan dos valores.

*Tabla 15: Promedio de concentración de plomo en lechugas de repollo*

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Abierto	6	0.0873	0.0886	0.036
Invernadero	8	0.0667	0.0652	0.023

Se observa la figura 14 de diagramas de cajas, en el cultivo abierto se cuenta con un valor máximo de 0.26 mg/kg, mientras que, en el invernadero el valor máximo es de 0.19 mg/Kg, lo

que indica que en el cultivo abierto presenta mayores concentraciones que en el cultivo bajo invernadero.

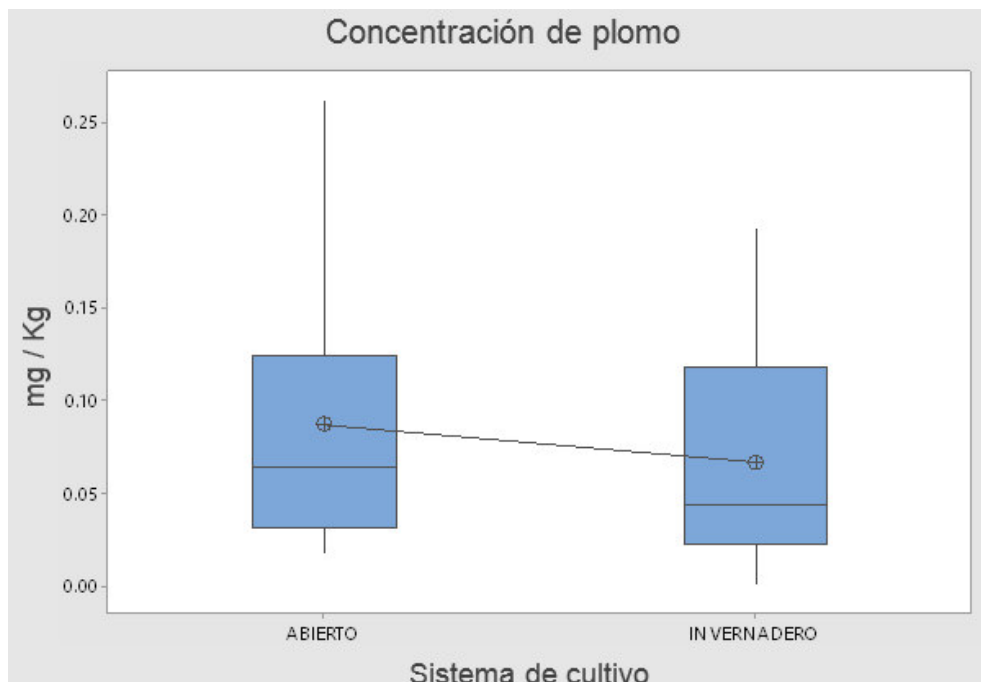


Figura 14: Diagrama de cajas de la concentración de plomo en hortalizas

Delgadillo, Rodríguez, Torres & Gómez (2015), en un estudio realizado en la ciudad de México, experimentaron en dos sitios denominados central de abasto donde el cultivo estuvo a cielo abierto y en el centro comercial donde el cultivo se ubicó con protección, las hortalizas se monitorean para comparar la cantidad de plomo entre las dos zonas, resultando con mayor concentración de plomo en las hortalizas de la central de abasto, mientras que los valores del centro comercial fueron más bajos.

#### 4.1.5.2 Homogeneidad de varianza

Para realizar las pruebas estadísticas se aplicó la transformación de raíz cuadrada para que los datos se comporten normalmente.

Se realizó un análisis entre los resultados de los dos cultivos en estudio, con el objetivo de verificar si los datos se comportan de manera homogénea, para lo cual en el programa utilizado se aplicó la prueba de homogeneidad de Varianza de Levene.



Tabla 16: Homogeneidad de varianza

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	---	0.644
Levene	0.03	0.870

En la tabla 16, de igualdad de varianzas se aprecia que en el caso del cultivo abierto e invernadero, el valor de p es mayor al nivel de significancia (0,05); por lo que se acepta la hipótesis que manifiesta que los datos se comportan de una manera homogénea en los dos cultivos de estudio.

#### 4.1.5.3 Normalidad de datos

Para realizar el análisis de normalidad de datos de la variable concentración, se utilizó la prueba de Anderson-Darling, esta prueba estadística midió cómo se comportan los datos en una distribución específica.

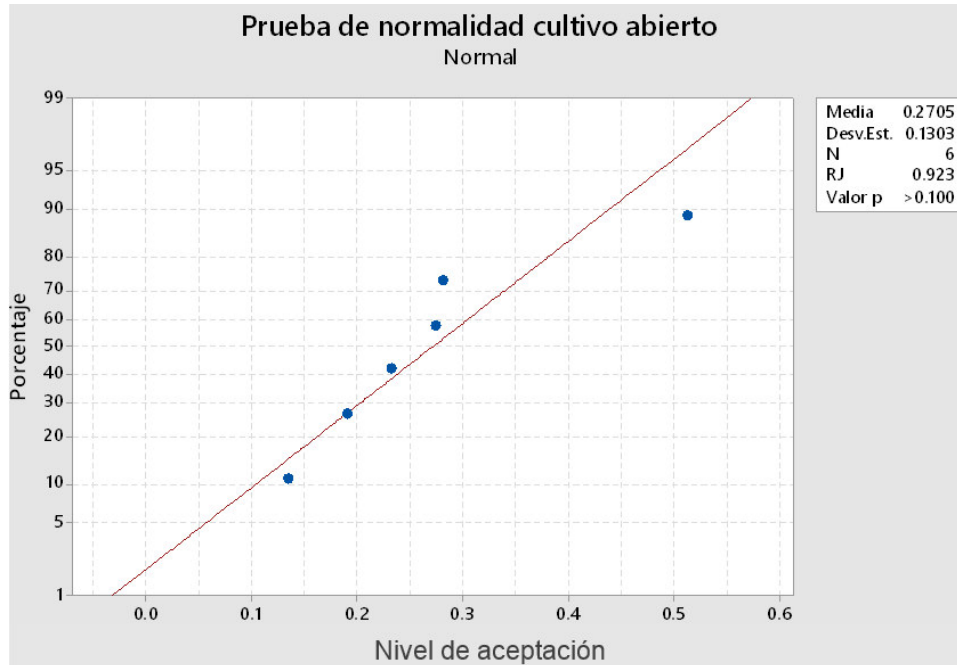


Figura 15: Prueba de normalidad cultivo abierto

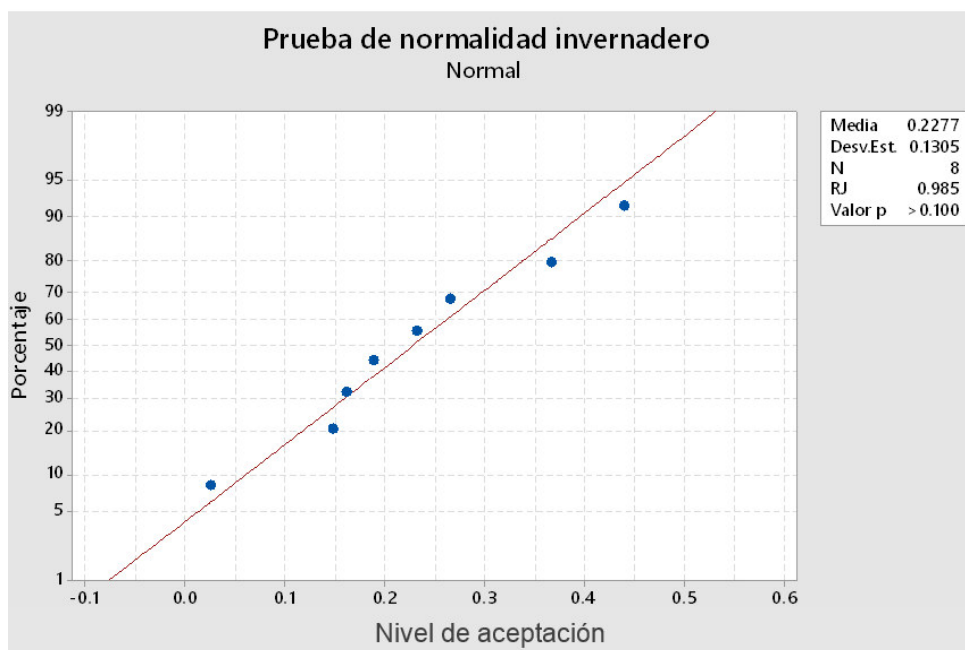


Figura 16: Prueba de normalidad en cultivo bajo invernadero

Al realizar la prueba de normalidad en los datos de cultivo abierto, nos muestra el valor de p, que es mayor al nivel de aceptación (0,05), de la misma manera, la prueba para los datos del cultivo bajo invernadero, el valor de p es mayor que el nivel de significancia, por lo que se acepta que los datos de los dos cultivos se comportan de una manera normal, como se aprecia en las figuras 15 y 16 del cultivo abierto y bajo invernadero.

#### 4.1.5.4 Prueba T datos independientes

Para realizar la prueba T, se cumplió con el supuesto de normalidad como el de homogeneidad de varianza.

Para esta prueba nos planteamos dos hipótesis de investigación, la hipótesis nula es que los niveles de plomo de lechugas de repollo son iguales en los dos cultivos, mientras que la hipótesis alternativa es que los niveles de plomo son diferentes del cultivo abierto e invernadero.

Tabla 17: Prueba t de datos independientes

Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$
Valor T	0,61
Valor p	0,554

Al realizar la prueba T, como se aprecia en la tabla 17, el valor obtenido de p es mayor al nivel de significancia de 0,05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula y se acepta que los promedios de la concentración de plomo en el follaje de lechugas del cultivo abierto es igual que el promedio de invernadero.

## CAPÍTULO V

### 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

Con los datos del análisis de caracterización de suelo se pudo evidenciar que, con el valor del pH, la concentración alta de materia orgánica, el exceso de calcio y fósforo, el plomo no tiene fácil movilidad en el suelo, por lo que difícilmente las hortalizas absorbieron plomo de este.

Comparado los resultados de la concentración de plomo en el follaje de las lechugas, con la normativa de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se concluye que estos valores están por debajo del límite permisible en el cultivo abierto y bajo invernadero, se considera que las lechugas no están contaminadas con plomo asociado a vehículos y combustibles, siendo aptas para el consumo humano.

Debido a que en el estudio los niveles de plomo en el follaje de las lechugas de repollo están por debajo del límite permisible según la normativa, se adjunta el plan de acción sugerido. Anexo 4.

#### 5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar investigaciones en cultivos abiertos, de otros contaminantes del aire, generado por los combustibles y tráfico vehicular.
- Considerar otros tipos de alimentos de consumo diario, donde el contaminante se pueda fijar, así como otra zona de mayor producción hortícola que se considere vulnerable a la contaminación del aire.
- Tomar en cuenta los factores que pueden influir en el estudio, como condiciones meteorológicas, agroquímicos y plagas.
- Realizar análisis completo de la hortaliza en estudio, para verificar la concentración y absorción del metal en diferentes partes de la planta como raíz, tallo, hojas y fruto.
- Realizar estudios paralelos con el suelo propio del lugar, debido a que los contaminantes de las hojas, por el lavado puede estarse acumulando en este.
- Creación de barreras vivas que funciona como pulmón verde y protege de la contaminación del aire que estaría afectan a los cultivos abiertos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albuquerque, A., Almeida, A., & Silveira, P. (2017). Heavy metals deposited in the culture of lettuce (*Lactuca sativa* L.) by the influence of vehicular traffic in Pernambuco, Brazil. *Food Chemistry*, 215, 171-176. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.168>
- Andrade, F., & Campoverde, I. (2017). Determinación de la concentración y tipo de agroquímicos presentes en los productos hortícolas, en la parroquia San Joaquín.
- Arévalo, M. (2018). Habitantes en la ciudad de Cuenca. *El tiempo*.
- Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes, I. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. (FAO, Ed.). Roma.
- Astudillo, M. (2012). Modelación de dispersión espacial de contaminantes del aire en la ciudad de Cuenca.
- Azcona, I., & Ramirez, R. (2015). Efectos tóxicos del plomo, 72-77.
- Belasteguí, C. (2012). Características Generales de las hortalizas. En *Técnicas de cultivos* (1ra ed., pp. 1-56). Colombia.
- Bermeo, H. (2013). *Análisis de Vulnerabilidad del Cantón Cuenca*.
- Bermúdez, M. (2010). Contaminación, 25.
- Burger, M., & Pose, D. (2010). *Plomo Salud y Ambiente*. Uruguay: Organización Panamericana de la Salud.
- Cáceres, D. (2018). Vehículos matriculados en la ciudad de Cuenca. *Diario el Tiempo*.
- Cajisaca, E., & Uzhca, Ñ. (2010). Incidencia del tipo de gasolinas, aditivos y equipos optimizadores de combustible comercializados en la ciudad de Cuenca, sobre las emisiones contaminantes emitidas al aire.
- Carbajal, Á. (2013). *Alimentación e hidratación adecuadas dentro de un estilo de vida saludable*. Universidad Complutense de Madrid.
- Castro. (2018). Pacto mundial para el medio ambiente.
- Castro, R., & Holler, J. (2000). Espectrometría de absorción atómica, 1-18.
- Centro de estudios medioambientales del mediterraneo, C. (2007). Contaminantes de la atmósfera y efectos en la vegetación, 1-40.
- Coyago, E., & Bonilla, S. (2016). Absorción de plomo de suelos altamente contaminados en especies vegetativas usadas para consumo animal y humano. *La Granja*, 23(1), 35-46. <https://doi.org/10.17163/lgr.n23.2016.04>
- Díaz, K. (2012). *Índices de pobreza en la parroquia San Joaquín del cantón Cuenca*. Universidad Católica de Cuenca.
- Durán, K. T., & Jerves, A. P. (2015). *Expansión urbana de San Joaquín: 1990-2012*. Universidad de Cuenca.
- EMOV EP. (2015). Monitoreo permanente de la calidad del aire. Recuperado de <http://www.emov.gob.ec/?q=content/monitoreo-permanente-de-la-calidad-de-aire>

- Empresa Pública de Hidrocarburos, E. P. (2000). Almacenamiento del Petróleo y sus Derivados.
- ETAPA, E. (2018). Red Hidrometeorológica del Cantón Cuenca. Recuperado de <http://www.etapa.net.ec/Productos-y-servicios/Gestión-ambiental/Red-Hidrometeorologica-del-Cantón-Cuenca>
- Fuentes, Y. (2016). *Determinación de la presencia de plomo y cadmio en dos hortalizas lechuga (Lactuca sativa) y zanahoria (Daucus carota)*.
- Gad Parroquial San Joaquín. (2015). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia San Joaquín.
- GAD Parroquial San Joaquín. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de San Joaquín (2014).
- Galán Huertos, Emilio Romero, A. (2008). Contaminación de Suelos por, 10, 48-60.
- García, C., & Moreno, J. L. (2002). *Metales pesados y sus implicaciones en la calidad del suelo. Ciencia y Medio Ambiente*. Universidad Estatal de Guatemala, Guatemala.
- Goites, D., & Cittadini, R. (2008). *Manual de cultivos para la Huerta Orgánica Familiar*. Buenos Aires: Instituto para la Inclusión Social y el Desarrollo Humano.
- Gonzales, L., & Zepeda, A. (2013). *Rendimiento de cinco variedades de lechuga*.
- Gray, T. W. (2008). La contaminación por plomo y sus impactos en los derechos humanos., (Ci), 1-5.
- Gunnar Nordberg, S. L. (2001). Metales: propiedades químicas y toxicidad. En B.D Dinman, A.T Dolg, J.L Egorov (Ed.), *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo* (4ta ed., pp. 1-76). Berlin.
- Healthy Hearts Need Clean Air. (2001). Cómo la contaminación por diésel afecta su salud.
- INEC. (2015). Anuario de Transporte 2015.
- Inga, I. (2015). *Evaluación del sistema agrario, zona II en la parroquia San Joaquín*. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca- Ecuador.
- Instituto para la diversificación y Ahorro de la Energía, I. (2005). Combustibles y vehículos alternativos.
- Jaramillo, J., Aguilar, P., Tamayo, P., & Arguello, E. (2016). *Modelo Tecnológico para el cultivo de lechuga bajo buenas prácticas agrícolas*. Medellín Colombia.
- Jimenez, G., & Párraga, C. (2011). *Capítulo VIII Estudio de la movilización de metales pesados*. Universidad de las Américas.
- Kabata, A., & Pendias, H. (2001). *Trace Elements in Soils and Plants Trace Elements in Soils and Plants*.
- Maldonado, M. J. (2012). *Caracterización del MP10 de la red de monitoreo de aire de la ciudad de Quito de los años 2009 y 2010 por Espectroscopía de Absorción Atómica*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

- Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, M. (2015). Para hortalizas y verduras buenas prácticas.
- Ministerio del Ambiente, M. Texto Unificado de Legislación Secundaria (2015). Ecuador.
- Molina, C., & Jiménez, D. (s. f.). *Desarrollo de la metodología para recolección y valoración de concentración de SO<sub>2</sub> del aire en el parque industrial y las zonas de mayor tráfico de la ciudad de Cuenca*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Olivares-Rieumont, S., Lima, L., García, D., Rosa, D. De, Enríquez, I., Saborit, I., & Llizo, A. (2010). Niveles de Plomo en Suelos y Hortalizas Cultivadas en Zonas Urbanas de Ciudad de La Habana, 60-67.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Norma general del CODEX para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos (2009).
- Organización Mundial de la Salud, O. (2008). Guías y Normas de Calidad del Aire en Exteriores, 13-31.
- Organización Mundial de la Salud, O. (2018). Intoxicación por plomo y salud. Recuperado de <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
- Pérez, F., Martínez, C., Carbajal, Á., & Zamora, S. (2012). Conociendo los alimentos. En *Manual práctico de Nutrición y Salud* (Exibris Ed, Vol. 3, pp. 1-16). España: mayo 2012.
- Prieto Mendez, J., Gonzales Ramirez, C., Gutierrez, R., & Prieto, F. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua, 1-17.
- Repsol YPF, O. (2010). Manual de Motores y Combustibles.
- Rodas, J. J. (2017). *Contaminación de los suelos agrícolas provocados por el uso de agroquímicos en la parroquia San Joaquín*. Universidad de Cuenca, Cuenca- Ecuador.
- Sandoval, C. (2007). *Evaluación de los residuos de plomo presentes en frutas y hortalizas cultivadas en el cantón del sitio del Niño*. Universidad Dr. José Matías Delgado.
- Seymour, J. (2000). El-Horticultor-Autosuficiente. España.
- Siemering, G., & Soldat, D. (2005). El plomo en la tierra de huertas domésticas, 1-4.
- Simioni, D. (2003). *Contaminación atmosférica y conciencia ciudadana*. Santiago de Chile.
- Sotama, R., & Sánchez, J. (2013). «*Estudio de comercialización hortícola en la parroquia San Joaquín Bajo - Cuenca*».
- Spiro, T., & Stigliani, W. (2006). Química Medioambiental. *Editorial Pearson Prentice Hall*, 2, 504.
- Torres, F., & López, M. (2016). Análisis energético de un sistema de propulsión eléctrico alternativo para movilidad en el cantón Cuenca.
- Ubillus, L. (2003). Estudio sobre la presencia del plomo en el medio ambiente de Talara en el año 2003, 1-17.
- Unión Europea. Contenidos máximos en metales pesados en productos alimenticios (2017).

Velásquez, M., & Corzo, I. (2014). El plomo y sus efectos en la salud, *8*(3), 141-148.

World Health Organization. (2016). *Ambient air pollution*. (I. Comunication, Ed.). Geneva, Switzerland.

Zhirzhán, W. A. (2013). *Evaluación de la sustentabilidad del sistema de producción en la zona baja de la parroquia San Joaquín*. Universidad de Cuenca, Cuenca- Ecuador.

Zoppolo, R., Farappa, S., Bellenda, B., & García, M. (2008). *Alimentos en la huerta* (1ra ed.). Montevideo.



6 ANEXOS

Anexo 1: Listado de precipitaciones mensual de los meses de estudio



DIRECCIÓN GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL  
GESTIÓN DE METEOROLOGÍA AERONÁUTICA  
CLIMATOLOGÍA AERONÁUTICA



AEROPUERTO: "Mariscal Lamar" - CUENCA

NOVIEMBRE - 2017

LISTADO MENSUAL DE PRECIPITACIÓN

Día/Hora	01 - 07	07 - 13	13 - 19	19 - 01	Suma Diaria
1	0.0	0.0	4.2	0.3	4.5
2	0.0	0.0	13.4	0.0	13.4
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	3.2	2.5	5.7
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	1.4	1.4
14	0.0	0.0	4.0	0.0	4.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.4	0.0	0.4
20	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0
21	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	10.2	0.1	1.6	0.3	12.2
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>TOTAL</b>	<b>10.7</b>	<b>0.1</b>	<b>27.8</b>	<b>4.5</b>	<b>43.1</b>

RESUMEN

PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS	13.4
FECHA MÁXIMA PRECIPITACIÓN	2 - NOVIEMBRE - 2017
No. de días con PRECIPITACIÓN	9
No. de días con PRECIPITACIÓN menor que 1 mm	2
No. de días con PRECIPITACIÓN igual o mayor que 1 mm	7

TRZ = Trazas de precipitación ( valores inferiores a 0,1 mm)

NOTA: ES FIEL COPIA DE LOS REGISTROS DIARIOS DE OBSERVACIONES DE SUPERFICIE QUE REPOSAN EN LA OFICINA DE CLIMATOLOGÍA DE LA DGAC.

PREPARADO POR: FERNANDO FUSTILLOS





DIRECCIÓN GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL  
GESTIÓN DE METEOROLOGÍA AERONAUTICA  
CLIMATOLOGÍA AERONAUTICA



AEROPUERTO: "Mariscal Lamar" - CUENCA

DICIEMBRE - 2017

LISTADO MENSUAL DE PRECIPITACIÓN

Día/Hora	01 - 07	07 - 13	13 - 19	19 - 01	Suma Diaria
1	0.0	0.0	9.4	0.0	9.4
2	3.7	3.8	6.0	1.8	15.3
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	1.2	1.2
5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	16.1	0.0	16.1
10	0.0	0.0	10.7	0.0	10.7
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	5.7	1.3	0.0	0.1	7.1
26	0.0	0.0	12.8	4.0	16.8
27	0.0	0.9	2.6	2.1	5.6
28	0.0	0.0	17.5	0.5	18.0
29	0.0	0.0	5.9	1.2	7.1
30	0.0	0.0	2.0	0.0	2.0
31	0.0	0.0	30.9	0.0	30.9
<b>TOTAL</b>	<b>9.6</b>	<b>6.2</b>	<b>113.9</b>	<b>10.9</b>	<b>140.6</b>

RESUMEN

PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS	30.9
FECHA MÁXIMA PRECIPITACIÓN	31 - DICIEMBRE - 2017
No. de días con PRECIPITACIÓN	14
No. de días con PRECIPITACIÓN menor que 1 mm	2
No. de días con PRECIPITACIÓN igual o mayor que 1 mm	12

TRZ = Trazas de precipitación ( valores inferiores a 0,1 mm)

NOTA: ES FIEL COPIA DE LOS REGISTROS DIARIOS DE OBSERVACIONES DE SUPERFICIE QUE REPOSAN EN LA OFICINA DE CLIMATOLOGÍA DE LA DGAC

PREPARADO POR: FERNANDO FUSTILLOS





**DIRECCIÓN GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL**  
**GESTIÓN DE METEOROLOGÍA AERONAUTICA**  
**CLIMATOLOGÍA AERONAUTICA**



AEROPUERTO: "Mariscal Lamar" - CUENCA

ENERO - 2018

**LISTADO MENSUAL DE PRECIPITACIÓN**

Día/Hora	01 - 07	07 - 13	13 - 19	19 - 01	Suma Diaria
1	0.2	TRZ	2.8	0.0	3.0
2	0.0	0.0	2.8	0.0	2.8
3	0.0	0.0	5.0	0.0	5.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	3.3	0.0	3.3
11	0.0	0.0	5.3	0.0	5.3
12	0.0	0.0	3.3	2.8	6.1
13	0.0	0.0	2.5	0.0	2.5
14	0.0	0.0	11.7	2.3	14.0
15	3.1	0.0	2.2	0.4	5.7
16	0.0	0.0	18.0	8.5	26.5
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5
19	0.5	TRZ	0.0	0.9	1.4
20	1.4	0.4	0.0	0.7	2.5
21	0.4	0.0	0.0	0.0	0.4
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.7	0.1	0.0	0.0	0.8
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>TOTAL</b>	<b>6.3</b>	<b>0.5</b>	<b>57.4</b>	<b>15.6</b>	<b>79.8</b>

**RESUMEN**

PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS	26.5
FECHA MÁXIMA PRECIPITACIÓN	16 - ENERO - 2018
No. de días con PRECIPITACIÓN	15
No. de días con PRECIPITACIÓN menor que 1 mm	3
No. de días con PRECIPITACIÓN igual o mayor que 1 mm	12

TRZ = Trazas de precipitación ( valores inferiores a 0,1 mm)

**NOTA:** ES FIEL COPIA DE LOS REGISTROS DIARIOS DE OBSERVACIONES DE SUPERFICIE QUE REPOSAN EN LA OFICINA DE CLIMATOLOGÍA DE LA DGAC.

PREPARADO POR: FERNANDO FUSTILLOS





**DIRECCIÓN GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL**  
**GESTIÓN DE METEOROLOGÍA AERONAUTICA**  
**CLIMATOLOGÍA AERONAUTICA**



AEROPUERTO: "Mariscal Lamar" - CUENCA

FEBRERO - 2018

**LISTADO MENSUAL DE PRECIPITACIÓN**

Día/Hora	01 - 07	07 - 13	13 - 19	19 - 01	Suma Diaria
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2
3	0.0	0.0	2.5	6.0	8.5
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.5	0.2	0.0	0.0	0.7
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	3.8	2.0	5.8
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2
14	0.0	0.0	2.6	0.0	2.6
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.2	0.2	0.0	0.0	0.4
18	0.0	0.0	7.3	0.0	7.3
19	1.1	0.8	4.7	12.1	18.7
20	0.0	0.8	2.4	0.0	3.2
21	0.0	0.0	0.0	TRZ	TRZ
22	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5
23	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	1.3	1.1	2.4
TOTAL	2.5	2.0	25.0	21.2	50.7

**RESUMEN**

PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS	18.7
FECHA MÁXIMA PRECIPITACIÓN	19 - FEBRERO - 2018
No. de días con PRECIPITACIÓN	14
No. de días con PRECIPITACIÓN menor que 1 mm	7
No. de días con PRECIPITACIÓN igual o mayor que 1 mm	8

TRZ = Trazas de precipitación ( valores inferiores a 0,1 mm)

NOTA: ES FIEL COPIA DE LOS REGISTROS DIARIOS DE OBSERVACIONES DE SUPERFICIE QUE REPOSAN EN LA OFICINA DE CLIMATOLOGÍA DE LA DGAC.

PREPARADO POR: FERNANDO FUSTILLOS



Anexo 2: Análisis del sustrato suelo

		<b>ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS</b> <b>ANAVANLAB CIA. LTDA.</b>				Muestra AAALab No: <b>7747-2</b> Pág 1 de 1 Versión: 2	
		La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá. Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec					
<b>INFORME DE RESULTADOS No. 7747-2</b>							
<b>1.- DATOS GENERALES</b>							
CLIENTE:		IHTA INGENIERÍA HIDRAULICA		TELÉFONO:		07 2244988 0998364296	
DIRECCIÓN:		Calle Sucre y Camilo Ponce,		ATENCIÓN A:		DANIELA MATOVELLE	
<b>2. INFORMACION DE LA MUESTRA</b>		INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:		CUMPLE		LUGAR DE MUESTREO:	
TIPO DE MUESTRA:		SUELO				IHTA	
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: (Dada por el cliente)		18 - 003 B 315 G		FECHA DE MUESTREO:		08/03/2018	
FECHA DE RECEPCIÓN:		09/03/2018		RESPONSABLE DEL MUESTREO:		IHTA INGENIERIA HIDRAULICA	
				PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS		12/03/2018 al 14/03/2018	
<b>3. RESULTADOS:</b>							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	**INCERTIDUMBRE ± % U		
(*)	Calcio	EPA 3051/7000A	mg/kg	3319,2	20,0		
(*)	Conductividad Eléctrica	EPA 9050A	uS/cm	207,3	20,0		
(*)	Fósforo Total	SM 4500 P B-C	mg/kg	51,6	NA		
1	pH	AAA-PE-S014/ EPA 9045 B	unid pH	6,0	1,0		
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	15,3	20		

		<b>ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS</b> <b>ANAVANLAB CIA. LTDA.</b>				Muestra AAALab No: <b>7747-3</b> Pág 1 de 1 Versión: 2	
		La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá. Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec					
<b>INFORME DE RESULTADOS No. 7747-3</b>							
<b>1.- DATOS GENERALES</b>							
CLIENTE:		IHTA INGENIERÍA HIDRAULICA		TELÉFONO:		07 2244988 0998364296	
DIRECCIÓN:		Calle Sucre y Camilo Ponce,		ATENCIÓN A:		DANIELA MATOVELLE	
<b>2. INFORMACION DE LA MUESTRA</b>		INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:		CUMPLE		LUGAR DE MUESTREO:	
TIPO DE MUESTRA:		SUELO				IHTA	
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: (Dada por el cliente)		18 - 003 C 320 G		FECHA DE MUESTREO:		08/03/2018	
FECHA DE RECEPCIÓN:		09/03/2018		RESPONSABLE DEL MUESTREO:		IHTA INGENIERIA HIDRAULICA	
				PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS		12/03/2018 al 14/03/2018	
<b>3. RESULTADOS:</b>							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	**INCERTIDUMBRE ± % U		
(*)	Calcio	EPA 3051/7000A	mg/kg	4999,7	20,0		
(*)	Conductividad Eléctrica	EPA 9050A	uS/cm	184,4	20,0		
(*)	Fósforo Total	SM 4500 P B-C	mg/kg	68,5	NA		
1	pH	AAA-PE-S014/ EPA 9045 B	unid pH	6,0	1,0		
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	12,3	20		

 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano Acreditación N° OAE LE C 12-005 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>	<b>ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS</b> <b>ANAVANLAB CIA. LTDA.</b>			<b>Muestra</b> <b>AAALab No:</b> <b>7747-4</b>	
	La Primavera I, Leonardo Da Vinci S6-236 y Alberto Durero, Cumbayá. Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec				<b>Pág 1 de 1</b> <b>Versión: 2</b>
<b>INFORME DE RESULTADOS No. 7747-4</b>					
<b>1.- DATOS GENERALES</b>					
CLIENTE:	IHTA INGENIERIA HIDRAULICA	TELÉFONO:	07 2244988 0998364296		
DIRECCIÓN:	Calle Sucre y Camilo Ponce,	ATENCIÓN A:	DANIELA MATOVELLE		
<b>2. INFORMACION DE LA MUESTRA</b>	<b>INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>LUGAR DE MUESTREO:</b>	IHTA	
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE MUESTREO:	08/03/2018	
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: (Dada por el cliente)	18 - 003 D 340 G		RESPONSABLE DEL MUESTREO:	IHTA INGENIERIA HIDRAULICA	
FECHA DE RECEPCIÓN:	09/03/2018		PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS	12/03/2018 al 14/03/2018	
<b>3. RESULTADOS:</b>					
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	**INCERTIDUMBRE ± % U
(*)	Calcio	EPA 3051/7000A	mg/kg	6554,0	20,0
(*)	Conductividad Eléctrica	EPA 9050A	uS/cm	225,0	20,0
(*)	Fósforo Total	SM 4500 P B-C	mg/kg	131,2	NA
1	pH	AAA-PE-S014/ EPA 9045 B	unid pH	6,7	1,0
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	22,3	20

 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano Acreditación N° OAE LE C 13-006 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>	<b>ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS</b> <b>ANAVANLAB CIA. LTDA.</b>			<b>Muestra</b> <b>AAALab No:</b> <b>7747-5</b>	
	La Primavera I, Leonardo Da Vinci S6-236 y Alberto Durero, Cumbayá. Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec				<b>Pág 1 de 1</b> <b>Versión: 2</b>
<b>INFORME DE RESULTADOS No. 7747-5</b>					
<b>1.- DATOS GENERALES</b>					
CLIENTE:	IHTA INGENIERIA HIDRAULICA	TELÉFONO:	07 2244988 0998364296		
DIRECCIÓN:	Calle Sucre y Camilo Ponce,	ATENCIÓN A:	DANIELA MATOVELLE		
<b>2. INFORMACION DE LA MUESTRA</b>	<b>INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>LUGAR DE MUESTREO:</b>	IHTA	
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE MUESTREO:	08/03/2018	
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: (Dada por el cliente)	18 - 003 E 355 G		RESPONSABLE DEL MUESTREO:	IHTA INGENIERIA HIDRAULICA	
FECHA DE RECEPCIÓN:	09/03/2018		PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS	12/03/2018 al 14/03/2018	
<b>3. RESULTADOS:</b>					
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	**INCERTIDUMBRE ± % U
(*)	Calcio	EPA 3051/7000A	mg/kg	4544,6	20,0
(*)	Conductividad Eléctrica	EPA 9050A	uS/cm	169,6	20,0
(*)	Fósforo Total	SM 4500 P B-C	mg/kg	90,0	NA
1	pH	AAA-PE-S014/ EPA 9045 B	unid pH	6,0	1,0
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	20,8	20

 <p> <b>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</b>  <small>Acreditación N° OAE LE C 13-006 LABORATORIO DE ENSAYOS</small> </p>	<b>ANÁLITICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS ANAVANLAB CIA. LTDA.</b>				<b>Muestra AAALab No:</b>  <b>7747-6</b>
	<small>La Primavera I, Leonardo Da Vinci S6-236 y Alberto Durero, Cumbayá. Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec</small>				<b>Pág 1 de 1</b>  <b>Versión: 2</b>
<b>INFORME DE RESULTADOS No. 7747-6</b>					
<b>1.- DATOS GENERALES</b>					
<b>CLIENTE:</b>	IHTA INGENIERIA HIDRAULICA	<b>TELÉFONO:</b>	07 2244988 0998364296		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Calle Sucre y Camilo Ponce,	<b>ATENCIÓN A:</b>	DANIELA MATOVELLE		
<b>2. INFORMACION DE LA MUESTRA</b>	<b>INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>LUGAR DE MUESTREO:</b>	IHTA	
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	SUELO		<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	08/03/2018	
<b>IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:</b> (Dada por el cliente)	18 - 003 F 370 G		<b>RESPONSABLE DEL MUESTREO:</b>	IHTA INGENIERIA HIDRAULICA	
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	09/03/2018		<b>PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS</b>	12/03/2018 al 14/03/2018	
<b>3. RESULTADOS:</b>					
<b>AA</b>	<b>PARAMETRO</b>	<b>METODO ANALITICO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>**INCERTIDUMBRE ± % U</b>
(*)	Calcio	EPA 3051/7000A	mg/kg	4429,3	20,0
(*)	Conductividad Eléctrica	EPA 9050A	uS/cm	250,0	20,0
(*)	Fósforo Total	SM 4500 P B-C	mg/kg	111,8	NA
1	pH	AAA-PE-S014/ EPA 9045 B	unid pH	5,8	1,0
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	11,3	20

 <p> <b>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</b>  <small>Acreditación N° OAE LE C 13-006 LABORATORIO DE ENSAYOS</small> </p>	<b>ANÁLITICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS ANAVANLAB CIA. LTDA.</b>				<b>Muestra AAALab No:</b>  <b>7747-7</b>
	<small>La Primavera I, Leonardo Da Vinci S6-236 y Alberto Durero, Cumbayá. Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec</small>				<b>Pág 1 de 1</b>  <b>Versión: 2</b>
<b>INFORME DE RESULTADOS No. 7747-7</b>					
<b>1.- DATOS GENERALES</b>					
<b>CLIENTE:</b>	IHTA INGENIERIA HIDRAULICA	<b>TELÉFONO:</b>	07 2244988 0998364296		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Calle Sucre y Camilo Ponce,	<b>ATENCIÓN A:</b>	DANIELA MATOVELLE		
<b>2. INFORMACION DE LA MUESTRA</b>	<b>INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>LUGAR DE MUESTREO:</b>	IHTA	
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	SUELO		<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	08/03/2018	
<b>IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:</b> (Dada por el cliente)	18 - 003 G 415 G		<b>RESPONSABLE DEL MUESTREO:</b>	IHTA INGENIERIA HIDRAULICA	
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	09/03/2018		<b>PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS</b>	12/03/2018 al 14/03/2018	
<b>3. RESULTADOS:</b>					
<b>AA</b>	<b>PARAMETRO</b>	<b>METODO ANALITICO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>**INCERTIDUMBRE ± % U</b>
(*)	Calcio	EPA 3051/7000A	mg/kg	4565,9	20,0
(*)	Conductividad Eléctrica	EPA 9050A	uS/cm	230,0	20,0
(*)	Fósforo Total	SM 4500 P B-C	mg/kg	125,3	NA
1	pH	AAA-PE-S014/ EPA 9045 B	unid pH	6,4	1,0
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	26,8	20



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 Vía El Descanso - BULLCAY - Gualeaçu www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador Telefax: (07) 2171181



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

<b>DATOS DEL FICHARIO</b>		<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b>		<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>	
Nombre : MARIA CECILIA SANGURIMA	Nombre : AZUAY	Fecha Muestreo : 28/03/2018	Fecha Ingreso : 28/03/2018	Fecha Emisión : 05/04/2018	Cultivo Actual : N/E
Dirección : CUENCA	Provincia : SAN JOAQUIN				
Teléfono : N/E	Ubicación : SUSTAG				
Técnico : TESISITA	Longitud :				

Nº Laborat. : 5432	Identificación	Textura (%)	Clase Textural		C.C.	Sat.	P.M.	A.D.	C.H.	D.A.	AI+H	AI	AII	Na	dS/m	C.E.	M.O.	M.S.	H.
		Arena Limo Arcilla	70 20 10	Franco-Arenoso															

A

<b>ANÁLISIS DE SUELOS</b>	<b>ANÁLISIS DE AGUAS</b>	<b>ANÁLISIS DE MATERIALES</b>	<b>ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS</b>
pH : 4.8 Al : 0.01 Ca : 0.01 Mg : 0.01 Na : 0.01 K : 0.01 S : 0.01 P : 0.01 Cl : 0.01 F : 0.01 B : 0.01 Cu : 0.01 Zn : 0.01 Mn : 0.01 Fe : 0.01 Ni : 0.01 Cr : 0.01 Pb : 0.01 Cd : 0.01 Hg : 0.01 As : 0.01 Se : 0.01 Mo : 0.01 Co : 0.01 Ni : 0.01 Br : 0.01 I : 0.01 Sr : 0.01 Ba : 0.01 La : 0.01 Ce : 0.01 Pr : 0.01 Nd : 0.01 Sm : 0.01 Eu : 0.01 Gd : 0.01 Tb : 0.01 Dy : 0.01 Ho : 0.01 Er : 0.01 Tm : 0.01 Yb : 0.01 Lu : 0.01	pH : 7.5 Conductividad : 150 Sulfato : 100 Cloruro : 50 Calcio : 100 Magnesio : 50 Sodio : 100 Potasio : 50 Hierro : 100 Manganeso : 50 Zinc : 100 Cobre : 50 Níquel : 100 Cadmio : 50 Plomo : 100 Mercurio : 50 Arsénico : 100 Selenio : 50 Molibdeno : 100 Cobalto : 50 Níquel : 100 Boro : 50 Yodo : 100 Estroncio : 50 Bario : 100 Lantano : 50 Cerio : 100 Praseodimio : 50 Neodimio : 100 Europio : 50 Gadolinio : 100 Terbio : 50 Dismidio : 100 Holmio : 50 Erbio : 100 Tulio : 50 Ytterbio : 100 Lutecio : 50	Grava : 10 Arena : 90 Limo : 0 Arcilla : 0 Materia orgánica : 0 Nitrógeno : 0 Fósforo : 0 Potasio : 0 Calcio : 0 Magnesio : 0 Sodio : 0 Hierro : 0 Manganeso : 0 Zinc : 0 Cobre : 0 Níquel : 0 Cadmio : 0 Plomo : 0 Mercurio : 0 Arsénico : 0 Selenio : 0 Molibdeno : 0 Cobalto : 0 Níquel : 0 Boro : 0 Yodo : 0 Estroncio : 0 Bario : 0 Lantano : 0 Cerio : 0 Praseodimio : 0 Neodimio : 0 Europio : 0 Gadolinio : 0 Terbio : 0 Dismidio : 0 Holmio : 0 Erbio : 0 Tulio : 0 Ytterbio : 0 Lutecio : 0	pH : 7.5 Conductividad : 150 Sulfato : 100 Cloruro : 50 Calcio : 100 Magnesio : 50 Sodio : 100 Potasio : 50 Hierro : 100 Manganeso : 50 Zinc : 100 Cobre : 50 Níquel : 100 Cadmio : 50 Plomo : 100 Mercurio : 50 Arsénico : 100 Selenio : 50 Molibdeno : 100 Cobalto : 50 Níquel : 100 Boro : 50 Yodo : 100 Estroncio : 50 Bario : 100 Lantano : 50 Cerio : 100 Praseodimio : 50 Neodimio : 100 Europio : 50 Gadolinio : 100 Terbio : 50 Dismidio : 100 Holmio : 50 Erbio : 100 Tulio : 50 Ytterbio : 100 Lutecio : 50

Responsable Laboratorio : *[Firma]*  
 Fecha de Impresión: 05/04/2018  
 Laboratorio : Laboratorio de Suelos y Aguas  
 Página 2 de 2



Anexo 3: Resultados de concentración de plomo en el follaje de lechugas.

Muestra	Fecha Análisis	Peso Muestra (g)	Aforo (ml)	Lectura muestra (ug/L)	Recup %	Cantidad spike (ug/L)	Valor mg/Kg	Observación
3751	27/02/18	1.0462	50	4.043			0.1932	Pb en Lechuga
3752	27/02/18	1.1178	50	0.014			0.0006	Pb en Lechuga
3753	27/02/18	1.3467	50	3.612			0.1341	Pb en Lechuga
3754	27/02/18	1.5672	50	0.806			0.0257	Pb en Lechuga
3755	27/02/18	1.0254	50	1.094			0.0533	Pb en Lechuga
3756	27/02/18	1.0358	50	0.734			0.0354	Pb en Lechuga
3757	27/02/18	1.0914	50	1.525			0.0699	Pb en Lechuga
3758	27/02/18	1.0281	50	0.446			0.0217	Pb en Lechuga
3759	27/02/18	1.1251	50	0.806			0.0358	Pb en Lechuga
3760	27/02/18	1.0673	50	1.597			0.0748	Pb en Lechuga
3761	27/02/18	1.2086	50	no detectado			<0.1	Pb en Lechuga
3762	27/02/18	1.0300	50	0.374			0.0182	Pb en Lechuga
3763	27/02/18	1.0998	50	1.741			0.0792	Pb en Lechuga
3764	27/02/18	1.2507	50	6.561			0.2623	Pb en Lechuga
3765	27/02/18	1.0056	50	1.094			0.0544	Pb en Lechuga
3766	27/02/18	1.0450	50	no detectado			<0.1	Pb en Lechuga

LC=0.1mg/Kg

Muestra	Fecha Análisis	Peso Muestra (g)	Aforo (ml)	Lectura muestra (ug/L)	Recup %	Cantidad spike (ug/L)	Valor mg/Kg	Observación
3825	27/02/18	0.5314	50	no detectado			<0.1	Pb en Quinua

LC=0.1mg/Kg

*Anexo 4: Plan de Acción*

Debido a que los niveles de contaminación por plomo están por debajo de los límites permisibles dados por la normativa de la Organización Mundial de la Salud, se sugiere un plan de monitoreo permanente.

<b>Línea base</b>	<b>Variable</b>	<b>Meta</b>
Niveles de concentración de plomo en el follaje de lechugas de repollo por debajo del límite permisible,	Nivel de contaminación	Realizar trimestralmente el análisis de los niveles de concentración de plomo en el follaje de lechugas de repollo.
Productores de lechuga con niveles diferenciados de conocimiento del problema de contaminación con plomo.	Información y sensibilización a productores	Al menos el 30 % de los productores hortícolas informados sobre el problema de contaminación con plomo.
Normativa a nivel local y nacional sobre niveles de contaminación.	Normas de los límites permisibles de contaminación por plomo	Incidencia en ordenanza local que refuercen los temas de contaminación hortícola.

**PERMISO DEL AUTOR DE TESIS PARA SUBIR AL REPOSITORIO  
INSTITUCIONAL**

Yo, **Sangurima Barros María Cecilia** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° 0105357156. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Determinación de concentraciones de plomo, en cultivos de lechuga en la parroquia San Joaquín”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 14 de noviembre de 2018



F: .....

**María Cecilia Sangurima Barros**  
C.I. 0105357156