

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

*Trabajo de titulación previo
a la obtención del título
de Ingeniero Ambiental*

TRABAJO EXPERIMENTAL:

**“COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE PLOMO Y CARBONO
PRESENTES EN LAS PLANTAS MEDICINALES ADQUIRIDAS EN
TRES MERCADOS Y EN CULTIVOS DE TRES ZONAS
URBANAS DE CUENCA (SUR, CENTRO HISTÓRICO Y NORTE)”**

AUTORES:

DARWIN GEOVANNY ABAD ROJAS
BRYAM XAVIER POLUCHE GUARTAMBEL

TUTOR:

FREDI PORTILLA FARFÁN, PhD

CUENCA- ECUADOR

2019

CESIÓN DE LOS DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Darwin Geovanny Abad Rojas con documento de identificación N° 0106586738 y Bryam Xavier Poluche Guartambel con documento de identificación N° 0105186803, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales, en virtud que somos autores del trabajo de titulación: **“COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE PLOMO Y CARBONO PRESENTES EN LAS PLANTAS MEDICINALES ADQUIRIDAS EN TRES MERCADOS Y EN CULTIVOS DE TRES ZONAS URBANAS DE CUENCA (SUR, CENTRO HISTÓRICO Y NORTE)”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Ambiental* en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, agosto del 2019

Darwin Geovanny Abad Rojas

C.I. 0106586738

Bryam Xavier Poluche Guartambel

C.I. 0105186803

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación:
“COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE PLOMO Y CARBONO PRESENTES EN LAS PLANTAS MEDICINALES ADQUIRIDAS EN TRES MERCADOS Y EN CULTIVOS DE TRES ZONAS URBANAS DE CUENCA (SUR, CENTRO HISTÓRICO Y NORTE)” realizado por Darwin Geovanny Abad Rojas y Bryam Xavier Poluhe Guartambel, obteniendo el *Trabajo Experimental* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, agosto del 2019



Fredi Portilla Farfán. PhD
C.I. 0102824331

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Darwin Geovanny Abad Rojas con documento de identificación N° 0106586738 y Bryam Xavier Poluche Guartambel con documento de identificación N° 0105186803, autores del trabajo de titulación: **“COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE PLOMO Y CARBONO PRESENTES EN LAS PLANTAS MEDICINALES ADQUIRIDAS EN TRES MERCADOS Y EN CULTIVOS DE TRES ZONAS URBANAS DE CUENCA (SUR, CENTRO HISTÓRICO Y NORTE)”**, certificamos que el total contenido del *Trabajo Experimental* son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, agosto del 2019



Darwin Geovanny Abad Rojas
C.I. 0106586738



Bryam Xavier Poluche Guartambel
C.I. 0105186803

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por ser nuestro guía, por protegernos y bendecirnos durante todo nuestro camino, y brindarnos fuerzas para superar obstáculos y dificultades presentes en nuestra vida universitaria.

Nos gustaría agradecer de manera muy especial a nuestro director de tesis Fredi Portilla Farfán PhD por su tiempo, paciencia y motivación que nos han permitido culminar con este proyecto de grado. De igual manera a todos los docentes por sus enseñanzas y experiencias impartidas hacia nosotros que dan como resultado nuestro presente trabajo.

Finalmente agradecer a nuestros familiares y amigos que nos apoyaron en cada momento, fueron un pilar fundamental para alcanzar esta meta.

DEDICATORIA

A Dios por guiarme en este largo camino, por ser el apoyo y fortaleza en los momentos de dificultad y debilidad.

A mis padres, Zoila y Julio que con su apoyo incondicional, amor y confianza han sido los principales motores en mi vida universitaria. Gracias por tanto esfuerzo mis viejitos.

A mi abuelita Chano, que aunque estés en el cielo sigues guiando mis pasos y todo lo que soy y seré es gracias a ti.

A mis hermanos Freddy, Mónica y Michelle que siempre estuvieron apoyándome y dándome fuerzas en cada etapa de mi vida académica.

A mi novia Nicole, en el camino encuentras personas maravillosas que iluminan tu vida, que con su apoyo alcanzas de mejor manera tus metas, a través de sus consejos, de su amor me ayudo a cumplir esta meta.

Darwin.

DEDICATORIA

A Dios por acompañare siempre y levantarme de cada tropiezo que he encontrado, y por darme la fuerza de seguir avanzando y nunca dejarme caer en este camino Universitario.

A mis amados padres Luis y Gladis que siempre me apoyaron incondicionalmente dándome todo su amor y sobre todo consejos para seguir adelante y llegar a ser un profesional.

A mi abuelita Rosita que ha sabido formarme con buenos valores y sentimientos para hacer de mí una mejor persona.

A mis hermanos y familiares que han estado constantemente apoyándome y alentándome a seguir en adelante. Gracias por sus consejos, el amor, la ayuda, por creer en mí y por su compañía durante toda mi vida.

Bryam.

RESUMEN

Este proyecto de investigación plantea una comparación de la concentración de plomo y captura de carbono en plantas medicinales cultivadas en tres zonas urbanas y plantas medicinales adquiridas en tres mercados de la ciudad de Cuenca en las siguientes especies: manzanilla (*Chamaemelum nobile*), toronjil (*Melissa officinalis*), romero (*Rosmarinus officinalis*) y ortiga (*Urtica dioica*). El análisis de la concentración de plomo se obtuvo mediante el método de absorción atómica y la captura de carbono por medio de la relación biomasa. Los resultados obtenidos muestran que todas las contienen elevadas concentraciones de plomo superando la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2392:2007 (10 mg/kg), siendo las especies cultivadas en la zona centro-María Auxiliadora las que presentan mayores niveles de este contaminante (210 mg/kg); mientras que la captura de CO₂ estuvo determinada por el tamaño de cultivo, siendo la manzanilla la que obtuvo el mayor índice con 0,0030204 TnCO₂/m². Vistos los resultados la contaminación por plomo encontradas en las especies medicinales, determinan su no consumo humano; sin embargo se recomienda la siembra de estas especies especialmente manzanilla y toronjil por su capacidad de captura de carbono lo cual beneficia en la lucha contra el cambio climático.

Palabras Clave: Plantas medicinales, Plomo, Cambio climático.

ABSTRACT

This research project presents a comparison of the concentration of lead and carbon capture in medicinal plants grown in three urban areas and medicinal plants acquired in three markets of Cuenca city in the following species: chamomile (*Chamaemelum nobile*), melissa (*Melissa officinalis*), rosemary (*Rosmarinus officinalis*) and nettle (*Urtica dioica*). The analysis of the lead concentration was obtained by the atomic absorption method and the capture of carbon through the biomass ratio. The results obtained show that all species contain high concentrations of lead exceeding the Ecuadorian Technical Standard NTE INEN 2392: 2007 (10 mg / kg), being the species cultivated in the center-María Auxiliadora area which have the highest levels of this contaminant (210 mg / kg); while the capture of CO₂ was determined by the size of the crop, with chamomile being the one with the highest index with 0.0030204 TnCO₂ / m². Having seen the results, lead contamination found in medicinal species determines their non-human consumption; However, the sowing of these species, especially chamomile and melissa, is recommended because of their ability to capture carbon, which benefits in the fight against climate change.

Keywords: Medicinal plants, Lead, Climate change.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 PROBLEMA	1
2. OBJETIVOS	2
2.1 OBJETIVO GENERAL	2
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	2
3. MARCO TEÓRICO	3
3.1 PLANTAS MEDICINALES	3
3.1.1 Biodiversidad de las plantas medicinales	3
3.1.2 Uso de plantas medicinales.....	3
3.1.2.1 Principales usos de las plantas medicinales.....	4
3.1.2.2 Formas de uso de las plantas medicinales	4
3.1.3 Plantas medicinales en Ecuador.....	5
3.1.4 Conservación de las plantas medicinales	6
3.2 TORONJIL (MELISSA OFFICINALIS)	6
3.2.1 Origen y distribución	6
3.2.2 Propiedades medicinales.....	6
3.2.3 Clasificación científica	7
3.2.4 Descripción botánica	7
3.2.5 Cultivo	8
3.3 ROMERO (ROSMARINUS OFFICINALIS)	8
3.3.1 Origen y distribución	8
3.3.2 Propiedades medicinales.....	9
3.3.3 Clasificación científica	9
3.3.4 Descripción botánica	10
3.3.5 Cultivo	10
3.4 MANZANILLA (CHAMAEMELUM NOBILE)	11
3.4.1 Origen y distribución	11
3.4.2 Propiedades medicinales.....	12
3.4.3 Clasificación científica	12
3.4.4 Descripción botánica	13
3.4.5 Cultivo	13
3.5 ORTIGA (URTICA DIOCA)	14
3.5.1 Origen y distribución	14
3.5.2 Propiedades medicinales.....	15
3.5.3 Clasificación científica	15
3.5.4 Descripción botánica	15
3.5.5 Cultivo	16
3.6 CONTAMINACIÓN	17
3.6.1 Contaminación Ambiental	17
3.6.2 Contaminación del Aire.....	18
3.6.3 Contaminación Urbana	18
3.6.4 Contaminación del Suelo.....	19
3.6.5 Contaminación en suelos urbanos	20
3.6.6 Contaminación y su efecto en la salud.....	21
3.6.7 Contaminación por metales pesados.....	22
3.6.8 Casos de estudio de plantas medicinales y metales pesados.....	23

3.7	PLOMO	24
3.7.1	Definición	24
3.7.2	Concentración en el aire	24
3.7.3	Fuente y Enfermedades	25
3.7.4	Métodos de determinación del Plomo	25
3.7.4.1	Espectroscopia de Absorción Atómica (EAA)	25
3.7.4.2	Espectroscopia de fluorescencia de rayos x.....	26
3.8	DIOXIDO DE CARBONO	26
3.8.1	Carbono y el ciclo del carbono	27
3.8.2	Medidas de mitigación del Dióxido de Carbono	28
3.9	CAMBIO CLIMÁTICO	29
3.9.1	Ciudades y el cambio climático	30
3.9.2	Consecuencias del Cambio Climático	32
3.9.3	Acuerdos Internacionales de lucha contra el Cambio Climático	33
3.9.3.1	Protocolo de Kioto	33
3.9.3.2	Acuerdo de París	34
3.9.3.3	XV Conferencia sobre el cambio climático de la ONU 2009.....	34
3.9.3.4	Agenda de Doha para el desarrollo COP18.....	35
3.9.4	Mitigación del cambio climático	36
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	36
4.1	UBICACIÓN	36
4.2	MUESTREO DE PLANTAS MEDICINALES	40
4.2.1	Siembra.....	40
4.2.2	Riego	41
4.3	DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO	41
4.4	CAPTURA DE CO2	42
4.4.1	Preparación de la técnica	42
4.4.2	Cantidad de carbono	44
4.4.3	Cantidad de CO2 secuestrado.....	45
4.5	DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN EL SUELO	45
4.5.1	Toma de muestras.....	45
4.5.2	Envasado y etiquetado de las muestras de suelo.....	46
4.5.3	Análisis de las muestras de suelo.....	46
5.	RESULTADOS	47
5.1	CONCENTRACIÓN DE PLOMO.....	47
5.1.1	Plantas medicinales cultivadas en tres zonas urbanas de Cuenca (Sur, Centro Histórico y Norte) 47	
5.1.2	Plantas medicinales adquiridas en tres mercados (Arenal-Sur; 10 de Agosto-Centro histórico; y, 12 de Abril-Norte).	50
5.2	CAPTURA DE CARBONO	53
5.2.1	Cultivos de tres zonas urbanas de Cuenca (Sur, Centro Histórico y Norte)	53
5.2.2	Plantas medicinales adquiridas en tres mercados (Arenal-Sur; 10 de Agosto-Centro histórico; y, 12 de Abril-Norte).	56
5.3	CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN EL SUELO	60
5.4	COMPARACIÓN	60
5.4.1	Comparación de la captura de carbono de las plantas medicinales sembradas en las tres zonas de Cuenca	60
5.4.2	Comparación de la captura de carbono de las plantas medicinales adquiridas en los tres mercados de Cuenca	61
5.4.3	Comparación total de la captura de carbono.....	62
5.4.4	Comparación de la concentración de plomo en las plantas medicinales sembradas en las tres zonas de Cuenca	64
5.4.5	Comparación de la concentración de plomo en las plantas medicinales adquiridas en los tres mercados de Cuenca	65
5.4.6	Comparación total de la concentración de plomo en las plantas medicinales.	66

5.4.7	Comparación de la concentración de plomo en el suelo antes y después de la siembra	67
6.	DISCUSIÓN	68
7.	CONCLUSIONES	69
8.	RECOMENDACIONES	70
9.	BIBLIOGRAFIA	70

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Toronjil	8
Figura 2: Romero.....	11
Figura 3: Manzanilla.....	14
Figura 4: Ortiga	16
Figura 5: El ciclo del Carbono.....	28
Figura 6: Compartimentos y flujos globales de carbono (Gt de carbono).....	29
Figura 7: Elementos básicos del protocolo de Kioto.....	34
Figura 8: Ubicación geográfica de la Zona Norte-Universidad Politécnica Salesiana... 37	
Figura 9: Ubicación geográfica de la Zona Centro Histórico-María Auxilidora	37
Figura 10: Ubicación geográfica de la Zona Sur-Cdla. 11 de noviembre	38
Figura 11: Ubicación geográfica de la Zona Norte- Mercado El Arenal	38
Figura 12: Ubicación geográfica de la Zona Centro- Mercado 10 de Agosto.....	39
Figura 13: Ubicación geográfica de la Zona Sur- Mercado El Arenal.....	39
Figura 14: Distribución tratamientos y bloques	40
Figura 15: Siembra de las plantas.....	40
Figura 16: Riego de las plantas.....	41
Figura 17: Peso fresco de la muestra	43
Figura 18: Peso fresco de la submuestra	43
Figura 19: Peso seco de la submuestra	44
Figura 20: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Norte-Universidad Politécnica Salesiana.....	48
Figura 21: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Centro-María Auxiliadora.....	49
Figura 22: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Sur-Cdla. 11 de octubre	50
Figura 23: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Norte-Mercado 12 de abril.....	51
Figura 24: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Centro-Mercado 10 de Agosto.....	52
Figura 25: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Sur-Mercado el Arenal	53
Figura 26: Captura de CO ₂ de Plantas Medicinales Zona Norte-Universidad Politécnica Salesiana.....	54
Figura 27: Captura de CO ₂ de Plantas Medicinales Zona Centro-María Auxiliadora..	55
Figura 28: Captura de CO ₂ de Plantas Medicinales Zona Sur-Cdla. 11 de Octubre	56
Figura 29: Captura de CO ₂ de Plantas Medicinales Zona Norte-Mercado 12 de Abril.	57
Figura 30: Captura de CO ₂ de Plantas Medicinales Zona Centro-Mercado 10 de Agosto	58
Figura 31: Captura de CO ₂ de Plantas Medicinales Zona Sur-Mercado El Arenal	59
Figura 32: Concentración de plomo (Pb) en el suelo post-siembra.....	60
Figura 33: Comparación de la captura de carbono de las plantas medicinales sembradas en las tres zonas de Cuenca	61
Figura 34: Comparación de la captura de carbono de las plantas medicinales adquiridas en los tres mercados de Cuenca.....	62

Figura 35: Comparación total de la captura de carbono	63
Figura 36: Comparación de la concentración de plomo en las plantas medicinales sembradas en las tres zonas de Cuenca	64
Figura 37: Comparación de la concentración de plomo en las plantas medicinales adquiridas en los tres mercados de Cuenca	65
Figura 38: Comparación total de la concentración de plomo en las plantas medicinales	66
Figura 39: Comparación de la concentración de plomo en el suelo antes y después de la siembra	67

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación científica del toronjil	7
Tabla 2: Clasificación científica del Romero	10
Tabla 3: Clasificación científica de la manzanilla.....	12
Tabla 4: Clasificación científica de la ortiga	15
Tabla 5 : Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales cultivadas en la Zona Norte-Universidad Politécnica Salesiana	47
Tabla 6: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Centro-María Auxiliadora.....	48
Tabla 7: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Sur-Cdla. 11 de Octubre.....	49
Tabla 8: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Norte-Mercado 12 de abril.....	50
Tabla 9: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Centro-Mercado 10 de Agosto.....	51
Tabla 10: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Sur-Mercado el Arenal	52
Tabla 11: Captura de CO ₂ de Plantas Medicinales Zona Norte-Universidad Politécnica Salesiana.....	54
Tabla 12: Captura de CO ₂ de Plantas Medicinales Zona Centro-María Auxiliadora...	55
Tabla 13: Captura de CO ₂ de Plantas Medicinales Zona Sur-Cdla. 11 de Octubre.....	56
Tabla 14: Captura de CO ₂ de Plantas Medicinales Zona Norte-Mercado 12 de Abril	57
Tabla 15: Captura de CO ₂ de Plantas Medicinales Zona Centro-Mercado 10 de Agosto	58
Tabla 16: Captura de CO ₂ de Plantas Medicinales Zona Sur-Mercado el Arenal	59
Tabla 17: Concentración de plomo (Pb) en el suelo post-siembra.....	60
Tabla 18: Comparación de la captura de carbono de las plantas medicinales sembradas en las tres zonas de Cuenca	61
Tabla 19: Comparación de la captura de carbono de las plantas medicinales adquiridas en los tres mercados de Cuenca.....	62
Tabla 20: Comparación total de la captura de carbono	63
Tabla 21: Comparación de la concentración de plomo en las plantas medicinales sembradas en las tres zonas de Cuenca	64
Tabla 22: Comparación de la concentración de plomo en las plantas medicinales adquiridas en los tres mercados de Cuenca	65
Tabla 23: Comparación de la concentración de plomo en las plantas medicinales.....	66
Tabla 24: Comparación de la concentración de plomo en el suelo antes y después de la siembra	67

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema

La utilización de plantas medicinales por parte de las personas para curar distintas enfermedades es considerada una práctica ancestral que durante gran tiempo fue el único recurso empleado para calmar enfermedades (Aguirre, 2014). Según la OMS más del 80% de personas a nivel mundial tiene como prioridad tratar enfermedades con el uso de medicina tradicional, formando parte de este porcentaje el uso de extractos de plantas o principios activos. Se estima que cerca de 35000 especies de plantas presentan potencial medicinal(A. Bermúdez, Oliveira-Miranda, & Velázquez, 2005).

En Ecuador, existen 5172 plantas útiles y de estas 3118 son empleadas con fines medicinales. De estas el 47% son usadas para aliviar enfermedades diagnosticadas por la persona afectada o el tratante. Las plantas que habitan en la región Sierra son las más conocidas y utilizadas por la población y una muestra de ello se encuentra en los mercados de Ambato donde se comercializan más de 245 plantas originarias de los Andes(Aguirre, 2014).

Los contaminantes presentes en el medio ambiente se han incrementado drásticamente debido a actividades antropogénicas principalmente, representando una amenaza para los organismos que la habitan, incluyendo las plantas medicinales (Martín, 2017). Debido a esta contaminación se ha generado cambios en la cobertura vegetal y la atmósfera terrestre haciendo que se produzca una interacción de los metales pesados y plantas que se encuentran expuestas a estos contaminantes y que pueden retenerlos y con esto ingresar a la cadena alimenticia(Carrera, 2016).

Esta investigación plantea la búsqueda de Pb y CO₂ en cuatro especies de plantas medicinales (manzanilla, toronjil, romero y ortiga) cultivadas en la ciudad de Cuenca y una comparación con plantas medicinales adquiridas en tres mercados de la misma ciudad debido que al encontrarse expuestas al casco urbano pueden ser sensibles a la contaminación derivados de fuentes fijas (industrias) y móviles (vehículos) que en la ciudad de Cuenca están alcanzando niveles elevados que ponen en riesgo la salud humana. De esta manera este proyecto se convierte en una herramienta que aporta con resultados que brindan un conocimiento a la población si estas plantas medicinales son aptas o no para su uso y aplicación.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Medir la concentración de plomo y carbono presentes en manzanilla (*Chamaemelum nobile*), toronjil (*Melissa officinalis*), romero (*Rosmarinus officinalis*) y ortiga (*Urtica dioica*) en tres sectores de la ciudad de Cuenca (Sur, Centro histórico y Norte) y comparar con muestras de plantas medicinales de las mismas especies adquiridas en tres mercados (Arenal-Sur; 10 de Agosto-Centro histórico; y, 12 de Abril-Norte).

2.2 Objetivo Específicos

- Determinar la concentración de plomo en las plantas medicinales.
- Medir la cantidad de carbono capturado por las plantas medicinales.
- Realizar un análisis comparativo de las concentraciones de plomo y carbono de plantas medicinales de mercados y de las zonas en estudio.
- Realizar un análisis de plomo en el suelo antes de la siembra y después de la cosecha de las plantas medicinales.

- Inferir la participación de las plantas medicinales en la lucha contra el cambio climático.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Plantas Medicinales

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) una planta medicinal es considerada una especie vegetal que contiene sustancias que pueden ser empleadas para fines terapéuticos o aprovechar sus principios activos para la creación de fármacos.

Estas plantas son de gran utilidad para diversas aplicaciones en la actual medicina, son utilizadas en gran medida con fines curativos debido a que su materia prima sirve para fabricar medicamentos semisintéticos, elaboración de drogas sintéticas o como marcadores taxonómicos en la investigación de nuevos medicamentos (A. Bermúdez et al., 2005).

3.1.1 Biodiversidad de las plantas medicinales

Aguirre (2014) menciona que la diversidad de plantas medicinales y su conservación depende principalmente de las regiones y ecosistemas donde se desenvuelven naturalmente; además son las propias culturas las que le añaden una valía a estos recursos puesto que son empleadas para satisfacer gran variedad de bienes y servicios como: tratar enfermedades, alimentación y rituales ancestrales.

Para Fiallo (2014) es de vital importancia para la preservación y un desarrollo ambiental sano la protección de estas especies mediante la elaboración de inventarios de plantas en peligro de extinción, educación a la juventud en temas del cuidado del medio ambiente para salvaguardar el patrimonio genético de la que depende la población.

3.1.2 Uso de plantas medicinales

La gran mayoría de los principios activos que tienen las plantas medicinales son de gran complejidad y se desconoce toda su naturaleza química, mientras que otros han sido apartados, purgados, sintetizados y hasta imitados (Pozo, 2014).

El consumo de plantas medicinales ha crecido exponencialmente por su eficacia curativa y la comercialización en ciudades. De las plantas se extraen sus aceites esenciales que son utilizados por las industrias farmacéutica, alimentaria, cosmetológica y su uso directo mediante infusiones (Pozo, 2014).

3.1.2.1 Principales usos de las plantas medicinales

- **Fitoterapia**

Utiliza los extractos de las plantas medicinales para prevenir, curar o aliviar las enfermedades. Las plantas son utilizadas desde hace mucho tiempo atrás para tratar gran variedad de problemas de salud. Existen diversas formas de manipular las plantas para poder aprovechar todo su potencial, pero las más recurrentes son las bebidas, infusiones, cremas o compresas (Mendoza, 2015).

- **La medicina natural**

Es la popularización de otras medicinas caseras, es decir, la combinación conocimientos de procedencia foránea con la medicina tradicional andina, a la que se le añade un ritual mediante el ofrecimiento de ofrendas (Mendoza, 2015).

- **Medicina tradicional**

Conjunto de conocimientos, capacidades, experiencias, creencias indígenas basadas en plantas, minerales o animales, empleadas para prevenir, diagnosticar y alivianar problemas de salud (OMS, 2016).

3.1.2.2 Formas de uso de las plantas medicinales

- **Infusión**

Es la forma más común y fácil de utilizar y aprovechar las propiedades de las plantas medicinales. Se prepara con hierbas frescas o secas sin hervir el agua debido a que pueden dispersarse apreciables ácidos volátiles. Se pueden hacer infusiones en frío o caliente de una sola planta o una combinación de varias (Mendoza, 2015).

- **Emplasto**

Es la aplicación de una o varias plantas en el cuerpo con fines medicinales, su preparación se realiza con plantas enteras y su aspecto es viscoso y pegajoso. Para sacar el máximo provecho a las plantas se deben calentar por un tiempo considerable, luego exprimirlas hasta eliminar la abundancia de agua (Mendoza, 2015).

- **Compresas**

Consiste en la aplicación de paños húmedos con extractos de plantas medicinales en zonas afectadas. El paño se debe humedecer en una infusión y aplicara directamente en la parte del cuerpo inflamada durante un cierto tiempo (Mendoza, 2015).

3.1.3 Plantas medicinales en Ecuador

Según Aguirre (2014) Ecuador tiene una gran biodiversidad relativa (variedades en relación con la extinción) a más de una gran diversidad de ecosistemas naturales y recursos genéticos. En el país se encuentran registradas 3118 plantas usadas con fines medicinales, de estas el 45% están registradas en la categoría de síntomas, el 26 % para tratar enfermedades ocasionadas por bacterias, virus y hongos y el 29% restante es empleado para aliviar lesiones y problemas digestivos.

Un estudio realizado por el Herbario Alfredo Paredes de la Escuela de Biología de la Universidad Central del Ecuador en los Andes Ecuatorianos, se encontró un total de 436

de plantas medicinales y de estas 255 son silvestres y 273 son expandidas de los mercados. De estas especies comercializadas en mercados 178 son nativas, 83 introducidas y 12 endémicas, en cambio de las silvestres 199 son nativas, 43 introducidas y 13 endémicas (Aguirre, 2014).

3.1.4 Conservación de las plantas medicinales

La preservación de las especies medicinales es de gran importancia para la población puesto que de aquí procede la explotación agrícola y la fuente para el desarrollo de nuevos medicamentos y demás productos. Y es por esto que preocupado por la conservación de las plantas el Fondo para el Medio Ambiente Mundial tiene más de seis proyectos en países como: Egipto, Jordania, India, Ghana, el Caribe, Etiopía y Zimbabwe (Aguirre, 2014).

3.2 Toronjil (*Melissa officinalis*)

3.2.1 Origen y distribución

También llamada hoja de limón, es una planta originaria de Europa y Asia Central. Se desarrolla de forma natural de suelos frescos y fértiles de bosques europeos (Morales, 1997). Posee grandes beneficios para la salud, cuenta con propiedades diuréticas y calmantes, y es debido a eso que es empleada para controlar nervios y ansiedad. Distinguida por su fuerte olor a limón, es empleada como tranquilizante, su aceite esencial es aprovechado para la elaboración de perfumes. Su nombre procede del olor característico del limón o toronja, tiene una forma es parecida a la ortiga (Vargas, 2012).

3.2.2 Propiedades medicinales

Debido a sus características estimulantes, aromáticas, estomacales, carminativas y antiespasmódicas esta planta es empleada en la medicina natural para aliviar dolores de estómago y cabeza debido a que contiene eugenol que es una sustancia que evita la transmisión del dolor a diferentes partes del cuerpo. La maceración de las hojas es utilizada para lidiar con trastornos menstruales como la dismenorrea o la almenorrea y es también usada para problemas de insomnio y gripes leves (Morales, 1997).

3.2.3 Clasificación científica

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Lamiaceae
Orden	Lamiales
Familia	Labiadas
Género	Mellisa
Especie	officinalis

Tabla 1: Clasificación científica del toronjil

Fuente: (Vargas, 2012)

3.2.4 Descripción botánica

Planta: Herbácea vivaz y aromática, con altura que varía entre 30 y 90 cm con tallos rectos, vellosos, angulosos (Vargas, 2012).

Tallos: Rectos, vellosos de entre 30 y 80cm (Villenas, 2009).

Hojas: Opuestas ovaladas, pecioladas, cordiformes, ligeramente dentadas, de color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés (Villenas, 2009).

Flores: Aparecen en la parte superior, junto unas pequeñas ramas que salen en la parte superior del vástago; surgen en grupos de tres alrededor del tallo, de color blanco, amarillento o rosado (Vargas, 2012).

3.2.5 Cultivo

Esta planta se adapta en todo tipo de suelo, pero de preferencia suele ser fértil y permeable con abundante sol. Los suelos ideales son de consistencia media, fresca y permeable y con buen drenaje, es muy sensible al frío y falta de agua (Vargas, 2012).

El cultivo de toronjil se puede realizar por siembra de semillas o por divisiones de raíces que ya tengas brotes de plantas. Se debe sembrar a distancias de 30cm puesto que los tallos se desarrollan de forma rastrera cerca de la raíz. Por lo general las semillas tardan 6 semanas en convertirse en plántulas (Antamba, 2012).

Como labores culturales requiere solamente arrancar malas hierbas, cortar los tallos que se pudren y remoción de tierra. (Vargas, 2012).



Figura 1: Toronjil

Fuente: (Carrasco, 2010)

3.3 Romero (*Rosmarinus officinalis*)

3.3.1 Origen y distribución

Planta originaria de la región mediterránea, sur de Europa, Asia menor y norte de África y otras variedades en el sur y este de la Península Ibérica (Solano, 2016). Esta planta fue muy importante para la antigua herbolaria griega debido a los diversos usos que se le daba, deriva su nombre del griego “(rhops y myrnos)” que significa “arbusto marino” debido a que se desarrolla cerca de las costas (Ávila-Sosa et al., 2011).

Es una planta leñosa y aromática que puede llegar a vivir hasta 20 años, puede alcanzar una altura de hasta 1,2 metros y sus principios activos se encuentran en las hojas y en la sumida florida. Desprende un fuerte olor aromático algo alcanforado con un sabor picante. Es nativa del mediterráneo pero se ha expandido hasta más de 90 países debido a su gran variedad de usos principalmente medicinales (Bernal, 2011).

3.3.2 Propiedades medicinales

El romero posee gran capacidad antioxidante, su gran variedad de principios activos ejercen una acción tónica que estimulan así el sistema nervioso. Además es empleado como colerético, emenagogo, diurético, antiespasmódico y usada también para mejorar la memoria y controlar los nervios (Bernal, 2011).

Actúa de manera muy favorable en la digestión estimulando la producción de jugos gastrointestinales, alivia el músculo liso, ayuda a las secreciones y elimina los posibles espasmos. Asimismo el extracto de la planta agrupado con demás aceites esenciales forma parte de diversas especialidades farmacéuticas como linimentos, geles y pomadas para calmar dolencias de músculos y articulaciones al poseer propiedades analgésicas, antisépticas, antirreumáticas, antiespasmódicas y es también cicatrizante, antidiarreico, hepático y tonificante (Estrada, 2010).

3.3.3 Clasificación científica

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Lamiales
Familia	Lamiaceae
Género	Rosmarinus
Especie	officinalis

Tabla 2: Clasificación científica del Romero

Fuente: (Mosquera, 2014)

3.3.4 Descripción botánica

Planta: Arbusto que puede alcanzar los dos metros de altura, generalmente erguido, en ocasiones achaparrado y que puede vivir de entre los 5 y 15 años (Vivancos, 2014).

Tallos: Tallos rectos o procumbentes, pelosos y constan de un gran número de glándulas esferoidales (Vivancos, 2014).

Hojas: De un tamaño entre 4-6mm, los bordes de las hojas tienen la característica de ser agudos y enteros, van de linear a lanceolado, con los bordes revolutos sentados y poco afilados (Vivancos, 2014).

Flores: Flores pequeñas de color azulado y con pocas excepciones de color rosado, se encuentran asociadas en densos racimos axilares (Reyes, 2014).

3.3.5 Cultivo

La planta puede adaptarse con facilidad a todas las temperaturas aunque de preferencia prefiere climas cálidos y secos. No soporta suelos arcillosos que pueden inundar sus raíces, necesitan gran cantidad de luz solar y requiere un riego moderado

pero no abundante aunque en épocas de verano, necesita un poco más de riego (Vida naturalia, 2015).

Se puede sembrar de forma vegetativa o por semillas, aunque el segundo método no se suele utilizar porque requiere un largo tiempo de germinación. Como labores preculturales requiere eliminación de malezas, aporques, y movimientos de tierra. La cosecha se realiza al segundo o tercer año cuando las plantas hayan florecido. Se corta el tallo con tijeras de podar para que favorezca el posterior rebrote con tallos jóvenes (González, 2013).



Figura 2: Romero

Fuente: (Carrasco, 2010)

3.4 Manzanilla (*Chamaemelum nobile*)

3.4.1 Origen y distribución

El nombre común es manzanilla, pero también conocido por otros nombres tales como: Camomila azul, camomila común, camomila alemana, camomila húngara, matricaria, camomila perfumada, falsa camomila dulce, camomila salvaje, camomila, en diferentes idiomas es conocida como: camomile (inglés), camomilla (italiano), camomille (francés), kamille, Feldkamille (alemán). Es originaria de Europa (zona de los

Balcanes), norte de África y Asia occidental. En la actualidad la distribución de la manzanilla se ha ampliado a nivel mundial (Ríos & Otero, 2008).

La manzanilla ha sido utilizada como planta medicinal desde hace siglos por sus propiedades relajantes, sedantes, antiinflamatorias, cicatrizantes, digestivas entre otras (Ríos & Otero, 2008).

3.4.2 Propiedades medicinales

Una de sus principales propiedades es proteger y reparar la membrana gástrica y resulta muy útil en todas aquellas afecciones en las cuales se ve afectado algún órgano perteneciente al aparato digestivo y también colabora en la expulsión de gases del aparato intestinal y el dolor abdominal transitorio o llamado también flato (Ugarte & Rojas, 2015).

Sus propiedades medicinales ayudan a aliviar trastornos digestivos (indigestión, dolor de estómago, cólicos, flatulencias, diarreas); afecciones de las vías urinarias; dolores provocados por la menstruación menstruales y el insomnio (Morales 1997).

3.4.3 Clasificación científica

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Asteridae
Familia:	Astereaceae (alt. Compositae).
Genero:	<i>Chamaemelum</i>
Especie:	<i>nobile</i>

Tabla 3: Clasificación científica de la manzanilla

Fuente: (Villenas, 2009)

3.4.4 Descripción botánica

Planta: Herbácea, aromática y resistente, puede llegar hasta los 60cm de altura (Villenas, 2009).

Tallos: Cilíndrico, erguido, redondo, hueco y ramificado (Ríos & Otero, 2008).

Hojas: Las hojas son pinatosectas y con lacinias delgadas en forma de punta y con las ramitas terminales en cabezuela de botón amarillo-dorado(Villenas, 2009).

Flores: Las flores centrales son hermafroditas, amarillas, tubulosas (Villenas, 2009). Sus flores aparecen al final de la primavera y perduran también hasta el final del verano (Ríos & Otero, 2008).

Aroma: Tienen un olor agradable, con olor a piña o a manzana (Ríos & Otero, 2008).

3.4.5 Cultivo

La manzanilla crece en terrenos templados y áridos, requiere agua para germinar. En momento de la siembra de la manzanilla se debe realizar en almácigos o también conocidos como semilleros de tierra rica especialmente humus, y después se trasplantan luego de 6 semanas. La manzanilla necesita bastante luz solar sobre todo para su floración. La cosecha se recomienda en la floración máxima de la planta (Villenas, 2009).

La manzanilla crece en regiones de clima templado frio, es resistente a las bajas temperaturas de invierno pero en etapas de rosetas. Se desarrolla en suelos francos que pueden ser arcillosos o arenosos, no es exigente con respecto al suelo pero se recomienda que los suelos alcalinos, drenados, permeables y con buena retención de humedad cuando se realiza una siembra directa. También es importante realizar un riego inmediato después de la siembra, para mantener el suelo húmedo y así favorecer al cultivo (Milla, 2007).

La reproducción de la manzanilla se da por medio de sus semillas que se encuentran en la flor. Su cosecha es de forma manual cortando las flores y dejándolas secar. (Milla 2007)



Figura 3: Manzanilla

Fuente: (Villenas, 2009)

3.5 Ortiga (*Urtica dioica*)

3.5.1 Origen y distribución

En la antigüedad los griegos la llamaban ‘Acalyphe’ y los latinos ‘Urtica’ que significa quemar, debido al inocuo veneno que posee la planta al entrar en contacto con la piel (Marrassini & Gorzalczany, 2010). La ortiga es una planta que se utiliza desde tiempos ancestrales en el tratamiento de enfermedades físicas y espirituales, y se han venido transmitiendo su uso de generación en generación, se conoce que en la región andina de Ecuador existen varias especies de ortiga (Pomboza & Quisintuña, 2016).

Originaria de las regiones altas, desde el Japón hasta los Andes expandiéndose por la Península Ibérica, Norte Atlántico y los Pirineos (Morales 1997).

La planta de ortiga es utilizada para la expulsión de los gases y los cálculos, de igual forma para evitar los tumores cancerígenos, inflamaciones glandulares, las hemorragias entre otras (Morales 1997).

3.5.2 Propiedades medicinales

La ortiga mayor ocupa un lugar destacado en la medicina alternativa del futuro, la población aprovecha su eficacia curativa y su bajo costo para tratar diferentes enfermedades. Entre sus principales propiedades curativas está mejorar el funcionamiento del aparato digestivo (antidiarreica, proteger el hígado), problemas circulatorios (metorragia), diurética y depurativa (hidropesía y reumatismo), antiprostático, ictericia, reumatismo, aligera la quemazón de las úlceras, impotencia sexual, antianémico (Morales, 2014).

3.5.3 Clasificación científica

Reino:	Plantae
Subreino:	Traqueobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Rosales
Familia:	Urticaceae
Genero:	<i>Urtica</i>
Especie:	<i>dioica</i>

Tabla 4: Clasificación científica de la ortiga

Fuente: (Morales, 2014)

3.5.4 Descripción botánica

Planta: Es una planta perenne, dioica y de aspecto tosco. Color verde grisáceo, cubierta de pelos. Su altura varía entre los 50 y 150 cm (Morales, 2014).

Tallo: Tallo erguido, de forma cuadrangular, ramificado y recubierto de pelos urticantes. Posee un tallo de color rojizo o amarillento y pueden alcanzar más de un metro de altura (Morales, 2014).

Hojas: Sus hojas son opuestas, de forma ovalada, rugosas, aserradas acabadas en punta. Su tamaño está entre los 15 cm, de color verde oscuro y también cubiertas de pelos urticantes (Morales, 2014).

Flores: Sus flores son de color verde amarillosos, son unisexuales y pequeñas. Se agrupan en racimos colgantes que parten de la axila de las hojas (Morales, 2014).

3.5.5 Cultivo

Se puede encontrar en diferentes lugares donde habite el ser humano y también donde exista ganado. Esta planta crece en huertos, muros de piedra, corrales, huertos, en alrededores del campo y montañas (Porcuna, 2010). La ortiga necesita suelos muy fértiles en compuestos de nitrógeno, fósforo, materia orgánica para tener condiciones adecuadas para su crecimiento y mantenerse a una temperatura que oscile entre los 15 y 25 °C. Se utiliza el método tradicional de siembra el cual consiste en guardar las semillas en un lugar seco y después proceder a sembrar en un suelo bien abonado y sombreado. No se podrá sembrar un cultivo de ortiga en suelos secos o muy pobres (Morales, 2014). En épocas de cosecha con fines medicinales es recomendable que se recolecte en meses de mayo, junio, julio y agosto mientras con fines agrícolas o alimenticios se lo puede realizar en cualquier período del año (Porcuna, 2010).

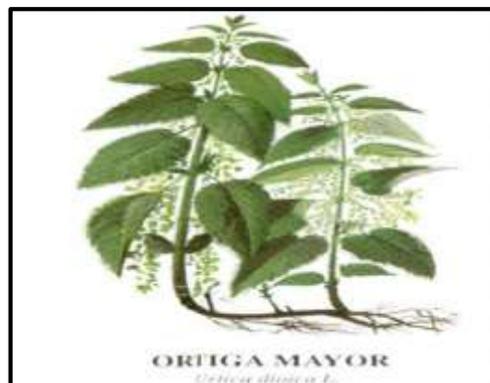


Figura 4: Ortiga

Fuente: (Morales, 2014)

3.6 Contaminación

Según Bermúdez (2010) la contaminación es la presencia de sustancias tóxicas en el ambiente, que son perjudiciales tanto para el ser humano y el ecosistema. Existen varios tipos de contaminación, pero los más importantes son los que dañan a los principales recursos naturales como: el agua, el aire y suelo. Algunas de las variaciones medioambientales relacionadas con los fenómenos de contaminación son: el smog, escapes radioactivos, efecto invernadero, la destrucción de la capa de ozono, la eutrofización de aguas, y la lluvia ácida.

Según De la Orden (2010) se entiende por contaminación un cambio que perjudica las características físicas, químicas y biológicas del aire, suelo y del agua, que afectan nocivamente la salud, confort, bienestar, y vida de los seres vivos. La contaminación aumenta a medida que la población se multiplica y el espacio disponible para cada persona se hace más pequeño. También la contaminación crece porque las demandas por persona se elevan continuamente, es decir, que cada año aumenta lo que cada persona desecha.

3.6.1 Contaminación Ambiental

El crecimiento poblacional y de los últimos años ha provocado cambios drásticos en la naturaleza generando daños irreparables al medio ambiente y ocasionando que los ecosistemas naturales no sean capaces de asimilar toda la contaminación que viene dada principalmente por actividades industriales y el aumento del parque automotor (Galarza, 2017).

Contaminación ambiental viene definida como “la presencia en el ambiente de cualquier agente físico, químico o biológico o ya sea una combinación de estos, en lugares, formas y concentraciones tales que puedan ser perjudiciales para la salud, la

seguridad o el bienestar de la población, o bien pueden ser nocivos para la vida vegetal o animal que impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos” (Matzdorf, 2011).

3.6.2 Contaminación del Aire

Contaminación del aire se define como la presencia de sustancias en la atmosfera, procedentes de actividades artificiales o naturales, con concentraciones suficientes, por tiempo determinado y bajo circunstancias tales que pueden afectar el bienestar de los seres humanos o el ambiente. Esta contaminación se da por el aumento de concentraciones de gases y partículas que permanecen suspendidas en el ambiente disminuyendo la calidad del aire (Corral, 2017).

Como se mencionó anteriormente los contaminantes pueden ser de origen natural o artificial. Los artificiales son los ocasionados por fuentes fijas y móviles a causa de las actividades humanas. Las fuentes fijas hace referencia a instalaciones que se hayan en un solo lugar y que cumplen con el desarrollo de una proceso industrial o comercial, mientras que la fuentes móviles son los vehículos que emite material particulado, COVs, NOx (Corral, 2017).

3.6.3 Contaminación Urbana

Las ciudades del mundo muestran grandes disminuciones ambientales fundamentalmente por temas vinculados a la contaminación del aire, agua, suelo, escases de áreas verdes urbanas, profunda segregación social de los pobladores. Las ciudades se evidencian ambientalmente saturadas porque sus medios naturales se ven incapaces de reciclar sus desechos de hogares, industrias, vehículos siendo emitidos sin control a la atmósfera terrestre y contaminando suelos y fuentes de agua (Celis & Morales, 2007).

Estudios realizados a nivel urbano demuestran que en promedio una ciudad habitada por un millón de personas consumen diariamente 625000 metros cúbicos de agua, 2000 toneladas de alimento y 9500 toneladas de combustible y esto deriva en la generación de 500000 metros cúbicos de aguas residuales, 2000 toneladas de desechos sólidos y 900 toneladas de contaminantes que van directo a la atmósfera. Según cifras expuestas por World Resources Institute en el año 2009 el 80% de las emisiones de CO₂ a la atmósfera son producto de las ciudades (Maldonado, 2009). Los combustibles fósiles presentes en las ciudades ocasiona que contaminantes como CO, SO₂, NO_x incrementen afecciones a la salud; otro de los grandes problemas que acarrea la contaminación urbana viene dado por el vertimiento de aguas residuales industriales y domésticas afectando a fuentes hídricas y suelos (Galarza, 2017).

La contaminación de las fuentes hídricas es otro gran problema que acarrea las ciudades debido a los vertimientos domésticos e industriales que afectan no solo las fuentes de agua frescas sino también los océanos. En 2008 la OMS dio a conocer que en países en vías de desarrollo mueren cerca de 300000 personas a causa de la contaminación del agua (Maldonado, 2009).

3.6.4 Contaminación del Suelo

El suelo es un componente esencial del ambiente en el que se desarrolla la vida, considerado un recurso no renovable que es utilizado para diversas actividades como: ganadería, agricultura, extracción de minerales, soporte para edificaciones, eliminación de residuos, actividades de recreo, entre otros. El suelo provee importantes funciones ambientales tales como: sustento de alimento de las plantas, almacenar nutrientes, albergar materia orgánica proveniente de los animales y vegetales, ser el hábitat de

diversos organismos, lo que lo convierte en parte esencial para el desarrollo de los ecosistemas (Arroyave & Restrepo, 2009).

En la Cumbre de Río Janeiro de 1992, fue donde se reconoce la importancia de la protección y usos potenciales del suelo con respecto a un desarrollo sostenible, y también contra la contaminación del mismo procedente de actividades de origen antrópico. De igual manera la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CCC), reconoce la importancia y la función de los ecosistemas terrestres como sumideros de gases de efecto invernadero (GEI) (Arroyave & Restrepo, 2009).

Suelo contaminado es aquel cuyas características han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes químicos de carácter peligroso, provenientes de la actividad humana, tal que su concentración implique un riesgo inaceptable para la salud de los seres humanos o el medio ambiente (Sánchez et al., 2015).

Las diversas causas de los problemas de contaminación del suelo, resultan de los derrames accidentales de sustancias peligrosas y de vertidos ilegales que son efectuados de forma clandestina. Mientras que los focos más importantes de la contaminación de los suelos se dan por: los vertederos de residuos industriales mal adaptados y abandonados, los depósitos de hidrocarburos y sustancias químicas, y las actividades mineras y metalurgias (Rodríguez, 2008).

3.6.5 Contaminación en suelos urbanos

Los suelos urbanos que poseen grandes cantidades de contaminantes que pueden proceder de diversas fuentes, por lo que es necesario conocer los usos que se le ha dado al terreno a lo largo del tiempo. Las áreas donde se asientan viviendas o áreas recreativas son por lo general las que poseen menos contaminantes que las que sirvieron para uso comercial (Galán & Romero, 2008).

Las plantas ubicadas en lugares urbanos están expuestas a altos niveles de contaminación por metales pesados y otros contaminantes orgánicos. La acumulación de sustancias contaminantes en plantas depende generalmente del tipo de vegetal y el lugar en que se encuentren ubicado. Los metales pesados pueden ser absorbidos por las raíces cuando el contaminante está presente en el suelo y por las hojas cuando el contaminante se encuentra en el aire (Galarza, 2017).

3.6.6 Contaminación y su efecto en la salud

El medio ha sido siempre el principal determinante de la salud en la historia de la especie humana, pero en la actualidad han aparecido riesgos ambientales que afectan cada vez más a la salud de las poblaciones actuales y futuras. Se calcula unas 4.000 a 8.000 sustancias químicas bajo sospecha de toxicidad y 45% de los alimentos que se consumen presentan residuos tóxicos. Esta creciente contaminación afecta cada vez más a la calidad y sostenibilidad del medio ambiente y a la salud de los seres vivos (Marti, 2011).

Se estima que a nivel mundial de la carga de morbilidad (años de vida sana perdidos) y cerca del 23% de todas las defunciones (mortalidad prematura) fueron por causas de factores ambientales. Alrededor del 25% de muertes con respecto a factores ambientales se registran en países en desarrollo, mientras el 17% de muertes se registran en países desarrollados. Las enfermedades junto a los factores ambientales causantes a estas muertes son: paludismo, infecciones respiratorias, y diarrea (Galarza, 2017).

Muchos estudios han demostrado enlaces entre la contaminación y los efectos para la salud. Los aumentos de la contaminación del aire se han vinculado a un quebranto en la función pulmonar y aumento de ataques cardíacos. Los niveles altos de la contaminación atmosférica según el índice de calidad del aire de la Protección Ambiental de los Estados

Unidos (EPA), perjudican directamente a personas que padecen de asma y enfermedades cardiacas (Bermúdez, 2010).

Se ha estimado que un 20% de la incidencia total de enfermedades, puede atribuirse a factores medioambientales en países industrializados. En Europa un dato significativo es que el 1/3 de las muertes entre 0-19 años, se atribuye a exposiciones ambientales (contaminación del aire interno como externo, agua, sustancias y preparados químicos).

Las enfermedades tales como el asma, problemas respiratorios y alergias están asociadas con la contaminación del aire. En ambientes cerrados el humo ambiental del tabaco (HAT) es más frecuente aumentando el riesgo de cáncer en un 20-30% entre los consumidores(Vargas, 2005).

3.6.7 Contaminación por metales pesados

Los metales pesados son sustancias propias de la naturaleza con peso molecular muy elevado y una densidad mayor a 6 mg/m³. Sus características principales son: bioacumulación, persistencia, biotransformación y elevada toxicidad, lo que hace que sean difíciles de degradar y permanezcan largos periodos de tiempo en los ecosistemas (Londoño & Muñoz, 2016).

Las elevadas concentraciones de metales pesados en el ambiente son principalmente de origen antropogénico proveniente de las industrias, la minería, actividades agropecuarias y el uso indiscriminado de fertilizantes químicos alterando la cadena trófica al incorporar gran de cantidad de metales pesados a ríos, vegetales, animales y alimentos, causando grandes riesgos en la naturaleza y la sociedad provocando serios problemas de salud en personas y animales (Londoño & Muñoz, 2016).

El plomo es uno de los metales más usados y por tanto uno de los importantes contaminantes, es detectable en todas las etapas del medio ambiente y en los sistemas biológicos. Su existencia en los ambientes urbanos se le atribuye al uso de las pinturas que portan este metal y las gasolinas que a pesar de haber sido eliminado de este combustible aún persiste concentraciones debido a la combustión de la gasolina. En la actualidad se hayan concentraciones en las industrias, pilas eléctricas, fabricación de pigmentos, metalurgia e incluso se ha encontrado Pb en algunos licores (Galarza, 2017).

3.6.8 Casos de estudio de plantas medicinales y metales pesados

En el 2003 en Brasil se creó un programa denominado “Cultivando Agua Buena” en cual tuvo su enfoque en educar, cultivar, beneficiar y comercializar plantas medicinales promoviendo resultados tecnológicos y científicos, colaborando también con la ejecución de la Política Nacional de Plantas Medicinales y Fitoterápicos suministrándole a las personas de la región oeste de Paraná el acceso seguro y el uso racional de plantas medicinales (Kadine, 2003).

De la misma manera en Brasil una investigación llevada a cabo en el 2003 en la que se realizó mediciones de Plomo, Mercurio y Cadmio mediante espectrofotometría de absorción atómica en plantas de uso medicinal se pudo evidenciar que en las hojas y frutos la presencia de plomo en seis de las muestras excediendo los límites recomendados por la OMS (10mgPb/kg) alcanzando niveles de hasta 1480µg/g (Debenedetti & Muñoz, 2007).

Un reciente estudio llevado a cabo por la Universidad de Granada en España para determinar si el consumo de plantas medicinales adquiridas en supermercados presentan o no riesgo para las personas, revelaron que el 96, 8 por % de plantas medicinales

contienen metales pesados pero en concentraciones muy pequeñas, resultando no ser perjudiciales para la salud (Domingo M, Hernandez, & Olmedo, 2017).

En Ecuador estudios realizados en el Distrito Metropolitano de Quito se evaluaron las condiciones de dos tipos de plantas medicinales (toronjil y taraxaco) encontrando niveles de concentración Plomo y Cadmio dentro de los límites permisibles aceptado por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 392: 2007 (Carrera, 2016).

En contraposición, debemos señalar que en el cantón Mejía provincia de Pichincha Cahuasqui (2011) determinó concentraciones de plomo y cadmio en el Cilantro se encuentran por encima de los límites permisibles.

3.7 Plomo

3.7.1 Definición

Es un metal gris, blando, flexible, que se encuentra de forma natural en la corteza terrestre. Este metal puede encontrarse en todas las partes del medio ambiente. Gran parte proviene de las actividades antropogénicas como el refinamiento de las minas, reciclaje de desecho que contiene plomo, baterías de los automóviles y la manufactura. Debido a los problemas asociados a la salud con el uso de este metal en las últimas décadas se ha minimizado considerablemente la cantidad de plomo en pinturas, productos de cerámica y para soldar tuberías, además se prohibió como un aditivo en la gasolina en EEUU en 1996 (Ramirez, 2013).

3.7.2 Concentración en el aire

Los niveles en el ambiente de plomo han aumentado al menos 1000 veces en los últimos tres siglos a consecuencia de las actividades antropogénica, el masivo incremento ocurrió entre 1950 y 2000. En las ciudades Europeas los niveles de plomo no superan 1

ug/m³. Mientras que en zonas rurales los niveles plomo son de orden de 0,1 a 0,3 ug/m³ (Jerves, 2010).

3.7.3 Fuente y Enfermedades

La principal fuente de exposición para las personas ocurre con el consumo de comida y la ingesta de aire, mientras que la exposición por parte de trabajadores se da en la industria manufactura, plásticos y pinturas. Los niños son los más sensibles al plomo, llegan a absorber entre 4 y 5 veces más que los adultos por lo que se le considera como un riesgo ambiental primario (Nava & Méndez, 2011).

El plomo ingresa al organismo por absorción intestinal por medio de la ingestión, en la piel por adsorción y a los pulmones por inhalación. Una vez ingresado al organismo es transportado por el torrente sanguíneo a todos los órganos y tejidos. Puede acumularse en huesos, dientes, hígado riñón, cerebro y bazo. Tiene una vida aproximada en la sangre de 35 días, en tejidos blandos 40 días y en huesos hasta 30 años (Nava & Méndez, 2011).

Encontrarse expuesto a altos niveles de plomo puede traer consecuencias graves, ya que ataca al cerebro y al sistema nervioso central, pudiendo ocasionar coma, convulsiones y hasta la muerte. Los niños que sobreviven a una intoxicación fuerte de plomo pueden llegar a tener consecuencias como retraso mental o trastornos de comportamiento. La exposición al plomo puede provocar anemia, disfunción renal, inmunotoxicidad, toxicidad reproductiva y cáncer de pulmón, riñón y estomago (OMS, 2018).

3.7.4 Métodos de determinación del Plomo

3.7.4.1 Espectroscopia de Absorción Atómica (EAA)

La EAA es una técnica de análisis utilizada para detectar y determinar la mayoría de elementos de la tabla periódica comprendidos en el rango de ug/ml-ng/ml en una variedad de muestras, tales como el análisis de: petróleo, aguas, suelo, muestras orgánicas, metales y alineaciones; y de una extensa gama de muestras de industrias químicas y farmacéuticas (De la Peña, 2014).

3.7.4.2 Espectroscopia de fluorescencia de rayos x

La espectroscopia de fluorescencia rayos X, es una técnica no perjudicial que mide la composición elemental de una sustancia al ser está expuesta a una radiación de rayos X. Este método sirve para determinar metales y metaloides en el suelo y se aplica en investigaciones medioambientales e industrias debido a que su uso ofrece una gran ventaja al determinar multielementos (cadmio, cromo, plata, zinc, plomo entre otros.) en tiempos cortos y reduciendo el período de espera con respecto a análisis tradicionales como es la espectroscopia de absorción atómica (EAA) y la espectroscopia de emisión atómica (EEA) (De la Peña, 2014).

3.8 Dióxido De Carbono

Es un compuesto inorgánico formado por la unión simétrica de un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno, el CO₂ es un gas inerte a condiciones normales que se produce principalmente por un subproducto de procesos de combustión y también se produce en los motores de los automóviles debido a la combustión de gasolina, diésel, gas (Valtierra, 2010). Desde la revolución industrial la combustión de productos derivados del petróleo junto a la deforestación que es causada por la actividad humana han aumentado el nivel de concentración de CO₂ en la atmósfera. Los principales sectores que utilizan los combustibles fósiles son la producción industrial, sector energético y el transporte (Benito, 2016).

El CO₂ no se considera un contaminante atmosférico a nivel local, sino más bien un contaminante a nivel global debido a la repercusión de sus efectos que tienen en el calentamiento del planeta (Jerves, 2010). La concentración de dióxido de carbono aumenta cada año un 31%, esto debido a la quema de combustible fósiles y a la deforestación (Galarza, 2017).

3.8.1 Carbono y el ciclo del carbono

El carbono es un elemento químico importante en los compuestos de la naturaleza orgánica, este elemento circula entre la atmósfera, los océanos, el suelo y el subsuelo siendo estos los depósitos, almacenes o reservorios de carbono. Mediante los procesos de orden físico, biológico y químico se da el paso entre los depósitos. El intercambio de carbono entre los reservorios atmosféricos y terrestres se da por los procesos naturales como es la fotosíntesis, la respiración y la emisión de gases de origen antrópico (Burbano, 2018).

El ciclo de carbono empieza con la fijación de dióxido de carbono atmosférico mediante la fotosíntesis de plantas y microorganismos, mediante la fotosíntesis el agua y el dióxido de carbono reaccionan formando carbohidratos y liberando oxígeno hacia la atmósfera. La formación de estos hidrocarburos son consumidos por las plantas y animales, las plantas usan estos hidrocarburos para fuente de energía y liberan CO₂ a través de las raíces y las hojas, mientras los animales liberan CO₂ por sus procesos metabólicos. Los animales y plantas muertas son descompuestos por microorganismos del suelo formando CO₂ (oxidación del carbono de sus tejidos) y retorna a la atmósfera (Burbano, 2018).

Según Cuellar, Salazar, & Dietz (2015) el carbono es uno de las principales unidades de la vida de este planeta y su ciclo es necesario o fundamental para el desarrollo de todos

los organismos, se acumulan en depósitos y circulan activamente entre ellos. Los depósitos como el océano almacenan 38.000 GT, el suelo 15.000 GT, la atmósfera 750 GT y las plantas 560 GT.

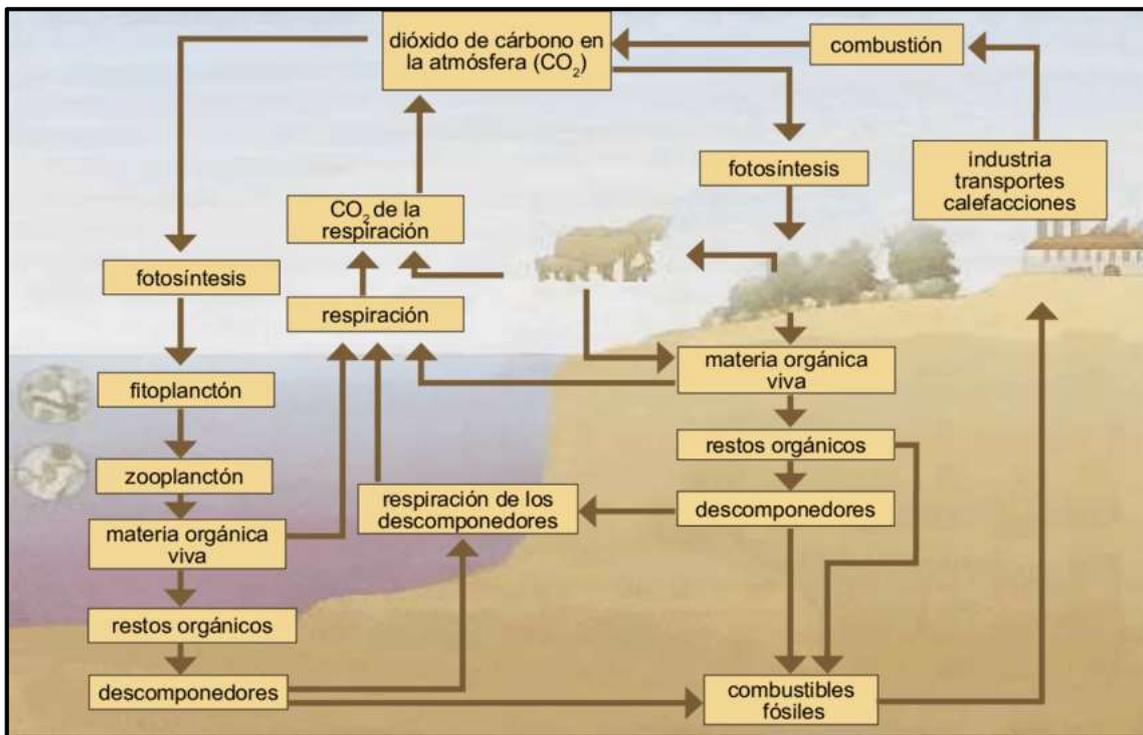


Figura 5: El ciclo del Carbono

Fuente: (Cuellar et al., 2015)

3.8.2 Medidas de mitigación del Dióxido de Carbono

Para alcanzar niveles aceptables de dióxido de carbono en la atmósfera y resolver esta situación o problema es necesario la implementación de 3 acciones de mitigación que son: reemplazar fuentes de energía que mantienen niveles alto de emisiones de CO₂ por otras fuentes de energía de bajo nivel de CO₂, secuestrar CO₂ y mejorar la eficiencia en la generación de energía (Galarza, 2017).

Los suelos agrícolas y forestales son los principales depósitos de carbono del planeta, teniendo un gran potencial para expandir el secuestro de carbono y así mitigar la creciente concentración atmosférica de CO₂. Un mejor manejo y uso de suelo proporcionará

beneficios económicos y ambientales, conservación y manejo ambiental, agrobiodiversidad y un incremento en lo que respecta a la captura de carbono (FAO, 2002).

Los ecosistemas terrestres y marinos son los más importantes sumideros de GEI del planeta desempeñando un papel fundamental en la mitigación del cambio climático debido a su capacidad de fijar carbono atmosférico. A escala local los ecosistemas terrestres naturales son los principales contribuidores a la reducción del contenido de CO₂ de la atmósfera (FEMP, 2012).

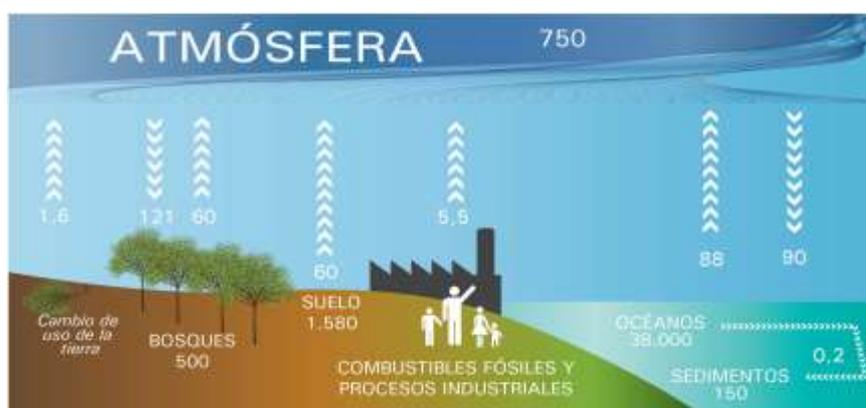


Figura 6: Compartimentos y flujos globales de carbono (Gt de carbono)

Fuente: (FEMP, 2012)

3.9 Cambio Climático

La Convención Marco sobre el Cambio climático (CMCC), define el cambio climático como una alteración de clima ocasionado directa o indirectamente por actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera y que se junta a la inestabilidad natural del clima observado durante periodos de tiempo comparables (Díaz, 2012).

El grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), menciona en su cuarto informe que los impactos del cambio climático serán más significativos en las ciudades y zonas rurales, principalmente por las actividades humanas como consecuencia de los gases de efecto invernadero originando un aumento de la

temperatura más alto registrado de los últimos 10000 años, además a este cambio se le atribuye la explotación de los recursos naturales por parte del ser humano, y es así que las actividades antropogénicas han transformado los ecosistemas con mayor velocidad y amplitud (J. Fernández, 2016).

El cambio climático global viene dado de una serie de eventos meteorológicos que tienen influencia en el funcionamiento de los sistemas naturales, mediante el cual se manifiesta en alteraciones en la biodiversidad de los ecosistemas, productividad, fuentes de alimentos y en la cotidianidad humana. Existe un aumento de interés sobre los procesos que componen al cambio climático y su influencia en la dinámica del ciclo del carbono dentro de los ecosistemas naturales, debido que las plantas son fundamentales en el balance global de este gas, por sus capacidad de absorber CO₂ mediante la fotosíntesis secuestrando en forma de celulosa o transformarlo en otro tipo de compuesto orgánico (Yepes & Buckeridge, 2011).

3.9.1 Ciudades y el cambio climático

La mayor parte de las ciudades del mundo están presentando un crecimiento demográfico acelerado y descontrolado, esto como consecuencia de la sobrepoblación y por la migración de la personas hacia los centros urbanos, es así que en países desarrollados la población urbana representa un 80% del total de sus habitantes, mientras que en países subdesarrollados como América Latina se ha incrementado del 20% al 80% en las últimas cinco décadas. Como consecuencia de este exponencial crecimiento las personas que habitan en centros urbanos consumen las dos terceras partes de energía y son responsables de la emanación del 70% de CO₂, por tal motivo las ciudades son la mayor fuente de emisión de gases de efecto invernadero, además que en las ciudades habitan más de la mitad de la población mundial lo que implica una descenso de cobertura

vegetal a razón del incremento de áreas de construcción, ocasionando un estrés térmico debido a la combinación de la temperatura emitida por el aire, asfalto y las edificaciones, restringiendo de esta manera la evaporación y velocidad del viento y con eso provocando un incremento de la escorrentía superficial, generando un daño sobre el medio ambiente y el clima por la generación de islas de calor (J. Fernández, 2016).

Es por eso que las ciudades, aun sin la presencia del cambio climático, son consideradas áreas de alto riesgo, a razón de la mala calidad del aire y estrés térmico, como la gran cantidad de la población expuesta a estas condiciones adversas (F. Fernández, 2007). La Agencia Europea para el Medio Ambiente anunciaba que el año 1999 más del 40% de personas se encontraba expuesta a concentraciones altas de NOx en ciudades de la Unión Europea y 30% de PM10 (J. Fernández, 2016) .

El aumento térmico y las olas de calor influirán sobre el confort poblacional, esto conllevará a un incremento del consumo de energía para refrigeración, lo que podría ocasionar un aumento del ozono troposférico por las elevadas temperaturas. El incremento del nivel del mar por el derretimiento glaciar afectaría a las ciudades costeras desatando en la gran mayoría fenómenos meteorológicos como huracanes y tormentas tropicales. Según la IPCC la población expuesta a estos fenómenos supera los 1000 millones, aquellas que habitan a no más de 100km de la zona costera. Por otro lado el informe del Worldwatch Institute (2007) menciona que el incremento del nivel del mar de 21cm, previsto para el 2100, producirá la extinción del 17,5% de la superficie de Bangladesh y suscitará una movilización de 10000 millones de personas a países como Egipto o Vietnam (F. Fernández, 2007).

Por otro lado, las ciudades sufrirán disponibilidades hídricas, problema tanto más grave que en el año 2025, habrá más de 1800 millones de habitantes que se situarán en países con menos de 500m³ de agua renovable “per cápita” al año y dos tercios de los

habitantes del mundo dispondrán de entre 500 y 1000 m³ por persona y año, lo que provocara dificultades de abastecimiento (F. Fernández, 2007).

3.9.2 Consecuencias del Cambio Climático

Temperatura y precipitaciones: Incremento en la temperatura entre 3 °C - 5 °C y la disminución de la precipitaciones en 28 %. El problema de mayor consideración ligado a las precipitaciones es la variabilidad y crudeza de las lluvias en distintos lugares del planeta (Proaño, 2016).

Eventos extremos: Las sequias, inundaciones, aluviones y huracanes serán más constantes y devastadores afectando las zonas costeras y cercanas a las fuentes de mar (Proaño, 2016).

Recursos Hídricos: El incremento poblacional ha acarreado consecuencias tales como una mayor demanda del líquido vital conllevando una escasez del mismo, agravado por la presencia de sequias y el incremento de temperatura. Además las fuentes naturales tendrán un decremento por el efecto de la deforestación de bosques primarios (Proaño, 2016).

Sector agropecuario: La ganadería y agricultura son los más afectados por consecuencia del cambio climático por tener una alta correlación con el equilibrio de los recursos naturales. Este inconveniente se agrava cuando se toma en cuenta que la población ligada a la agricultura y ganadería son las de mayor vulnerabilidad (Proaño, 2016).

Biodiversidad: La flora y fauna es afectada directamente por la pérdida de los bosques que están siendo perturbados por el incremento de la frontera urbana y agrícola (Proaño, 2016).

Vulnerabilidad social: Las personas con menores ingresos son las más sensibles al cambio climático. Sus posibilidades de evolucionar en su situación social disminuye al no encontrarse preparadas para hacer frente a las consecuencias del cambio climático (Proaño, 2016).

3.9.3 Acuerdos Internacionales de lucha contra el Cambio Climático

3.9.3.1 Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto sobre el Cambio Climático es un acuerdo internacional firmado dentro del Convenio en el Marco de la ONU sobre el Cambio Climático (CMNUCC), tiene como objetivo principal la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global aproximadamente a un 5% por debajo de los niveles de 1990 para el periodo 2008-2012. Suscrita en 1992, aceptada en 1997 por unanimidad por los países industrializados y ratificada en el 2002 por la Unión Europea (WWF, 2001).

El Protocolo de Kioto aplica a la reducción de emisiones de 6 gases de efecto invernadero como son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFCs), Perfluorocarbonos (PFCs) y Hexafloruro de azufre (SF₆) (WWF, 2001)

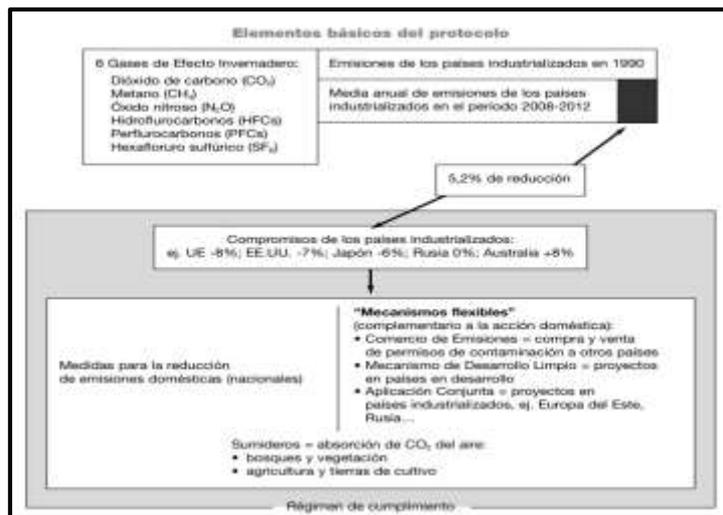


Figura 7: Elementos básicos del protocolo de Kioto

Fuente: (WWF, 2001)

3.9.3.2 Acuerdo de París

La conferencia de París sobre el cambio climático (COP21) se celebró en diciembre del 2015 con la participación de 195 países que firmaron el primer acuerdo vinculante sobre el clima en el que se estable un plan de acción mundial que pone límite al calentamiento global muy por debajo de los 2°C reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero a través de la mitigación, adaptación y resiliencia (Konstantinidis, 2016).

Principales elementos del acuerdo de París:

- Los gobiernos acordaron mantener el incremento de la temperatura media mundial por debajo de los 2°C y limitarlo a 1,5 °C.
- Que las emisiones globales alcancen el nivel máximo cuanto antes, reconociendo que en los países subdesarrollados el procedimiento es más tardado.
- Reunirse cada cinco años y establecer objetivos más ambiciosos, además informar a los demás gobiernos sobre los avances (Konstantinidis, 2016).

3.9.3.3 XV Conferencia sobre el cambio climático de la ONU 2009

La COP 15 tuvo lugar en Copenhague, Dinamarca en el año 2009 organizada por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (CMNUCC), el cual tuvo como objetivo principal la reducción a nivel mundial de las emisiones de CO₂ en un 50% hasta el 2050 respecto a 1990 (Mora, 2017).

La convención tenía como prioridad llegar a un acuerdo internacional para hacer frente al calentamiento global desde el año 2012, y sustituir el protocolo de Kioto con un nuevo tratado para revertir el incremento de la temperatura del planeta pero la Conferencia sobre el cambio climático de Copenhague ha sido considerado un fracaso y solo han conseguido establecer en el texto final un acuerdo mínimo que ha sido tomado por la mayoría de países como una mera declaración de intenciones (García, 2010).

El propósito no se logró y tras la finalización de la conferencia quedó la incertidumbre acerca de las posibilidades concretas de conseguir un acuerdo que permita asegurar que la temperatura global se mantenga bajo los 2 °C (Moreno, 2009).

3.9.3.4 Agenda de Doha para el desarrollo COP18

Se celebró en Doha (Qatar) la 18ª Conferencia de las Partes (COP) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) desde el 26 de noviembre al 8 de diciembre del 2012. Donde participaron 9.000 representantes de los gobiernos, organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales, el pueblo indígena, sector privado y los medios de comunicación. Su objetivo se centró en establecer las bases para un Acuerdo Climático que garantice que el aumento de temperatura global no supere los 2°C hasta el 2050. Se trabajó en la ratificación del protocolo de Kioto y el financiamiento climático a largo plazo para equipar a las instituciones que contribuyan a la mitigación y adaptación por parte de los países en desarrollo. Después de largas negociaciones los 194 países reunidos en Doha adoptaron

un paquete de decisiones llamado el portal climático de Doha. Este portal climático de Doha se basa en la aceptación formal del segundo período de compromiso del protocolo de Kioto para cubrir 8 años, desde el 01 de enero del 2013 al 31 de diciembre del 2020, Los países desarrollados se ha comprometido en a reducir sus emisiones globales en al menos el 18% por debajo de los niveles del 1990 durante el periodo 2013-2020, entre otras (Mora, 2017).

3.9.4 Mitigación del cambio climático

Existen dos estrategias en las cuales se trabaja ante el cambio climático; la adaptación y mitigación. Son medidas que buscan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera evitando emisiones en la fuente y la eliminación o disminución de los sumideros de carbono. El calentamiento global ya es una realidad y es tiempo de contar con estrategias especialmente en los países más vulnerables. Dentro de la mitigación se debe favorecer la captación de carbono mediante el aumento de la biomasa en crecimiento, además del incremento de los reservorios, favorecer la conservación de la vegetación primordialmente los árboles de gran tamaño y asegurar la permanencia de carbono en los productos de biomasa vegetal (Cuellar et al., 2015)

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación

El proyecto fue implementado en tres sectores de la ciudad de Cuenca (Sur, Centro histórico y Norte) en el cual se procedieron a sembrar cuatro especies de plantas medicinales: manzanilla (*Chamaemelum nobile*), toronjil (*Melissa officinalis*), romero (*Rosmarinus officinalis*) y ortiga (*Urtica dioica*) mediante un sistema de bloques al azar (DBA).



Figura 8: Ubicación geográfica de la Zona Norte-Universidad Politécnica Salesiana

Fuente: Google maps 2018

Elaboración: Autores



Figura 9: Ubicación geográfica de la Zona Centro Histórico-María Auxiliadora

Fuente: Google maps 2018

Elaboración: Autores



Figura 10: Ubicación geográfica de la Zona Sur-Cdla. 11 de noviembre

Fuente: Google maps 2018

Elaboración: Autores

Las muestras de plantas medicinales de la misma especie para su comparación fueron adquiridas en tres mercados de la ciudad de Cuenca (Arenal-Sur; 10 de Agosto-Centro histórico; y, 12 de Abril-Norte).



Figura 11: Ubicación geográfica de la Zona Norte- Mercado El Arenal

Fuente: Google maps 2018

Elaboración: Autores

4.2 Muestreo de plantas medicinales

4.2.1 Siembra

La siembra de plantas se realizó en los tres sectores de la ciudad de Cuenca mediante un sistema de bloques al azar, el cual consistió en un total de 12 macetas por cada sector, los mismos que fueron distribuidos en 3 tratamientos, cada uno de los tratamientos contiene 4 bloques y cada bloque está conformado por 1 especie de planta medicinal. La distancia entre cada tratamiento es de 1 metro. El sustrato que se utilizó fue humus de lombriz.

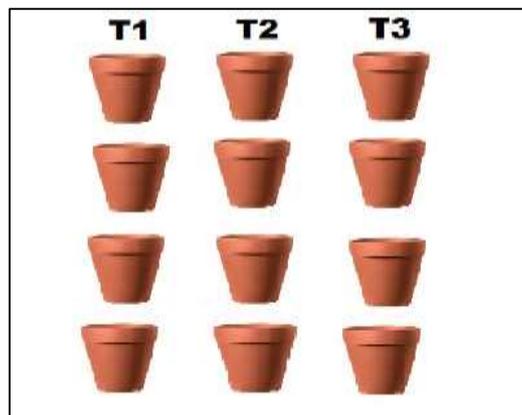


Figura 14: Distribución tratamientos y bloques

Fuente: Autores



Figura 15: Siembra de las plantas

Fuente: Autores

4.2.2 Riego

El riego fue periódico durante el desarrollo de las plantas, realizándolo dos veces por semana de forma manual.



Figura 16: Riego de las plantas

Fuente: Autores

4.3 Determinación de la concentración de Plomo

Para la realización del análisis de la concentración de plomo en plantas medicinales se recolectaron muestras de las plantas sembradas en los tres sectores de la ciudad de Cuenca y plantas adquiridas de los tres mercados de la zona Norte, Sur y Centro.

Se tomaron 12 muestras de cada sector, haciendo un total de 72 muestras las cuales fueron almacenadas en fundas herméticas y codificadas de acuerdo a la zona donde fueron cosechadas. Ejemplo: ArMaT1 (Arenal-Manzanilla-Tratamiento 1) El procedimiento fue realizado en el laboratorio de Ciencias de la Vida de la Universidad Técnica Particular de Loja bajo la responsabilidad de Ing. James Calva a partir de espectrofotometría de absorción atómica mediante la siguiente metodología:

1. Se corta 30 gr de cada una de las muestras las etiquetamos y llevamos al laboratorio.
2. Secado de la muestra en una estufa 60°C durante 7 días.
3. Pulverizar las muestras con un mortero y pesar un 1 gr en un crisol.

4. En una cápsula de porcelana se mezcla la muestra pulverizada con 4 ml HNO₃.
5. Se evapora la muestra con ayuda de un mechero.
6. El producto del proceso de la evaporación es colocada en una mufla a una temperatura de 60 °C por 4 horas hasta que se convierta en ceniza.
7. La ceniza resultante se mezcla con 4 ml HNO₃ y se evapora en un mechero.
8. Se realiza la mezcla del sólido resultante con un 1 ml HNO₃
9. Posteriormente la mezcla fue evaporada y condensada a una temperatura de 130 °C durante 3 horas, utilizando tubos digestores.
10. La muestra aforada de 10 ml se vacía en tubos de ensayo y se almacena a 4 °C.
11. Finalmente se coloca 2 ml de la solución de cada muestra se transferirá a tubos esppendorf para la determinación de plomo mediante absorción atómica.

El contenido de metales pesados en estas muestras se analizó mediante acoplamiento inductivo espectroscopía de emisión óptica de plasma (ICP-OES, Optima 8000; Perkin Elmer). El flujo de argón fue ajustado a 12 L/ min y caudal de aire a 1,2 L/ min, estándares certificados (Merk KGaA, Alemania) fueron utilizados para las curvas de calibración.

4.4 Captura de CO₂

Para la determinación de carbono secuestrado por las plantas medicinales sembradas en los tres sectores de la ciudad de Cuenca y de los tres mercados de la zona Norte, Sur y Centro se recurrió a la técnica empleada por (Osinaga, Báez, & Cuesta, 2014).

Cada muestra se procedió a codificarla de acuerdo a la zona donde fueron cosechadas, especie de planta y el número de tratamiento. Ejemplo UPSToT1 (Universidad Politécnica Salesiana-Toronjil-tratamiento 1)

4.4.1 Preparación de la técnica

1. Cosechar las plantas medicinales incluidas la raíz. Esto equivale al peso fresco de la muestra.



Figura 17: Peso fresco de la muestra

Fuente: Autores

2. Tomar una submuestra de 20 gr, esto equivale al peso fresco de la submuestra.



Figura 18: Peso fresco de la submuestra

Fuente: Autores

3. Secar en la estufa a 60 grados centígrados durante un periodo de 24 horas. Esto equivale al peso seco de la submuestra.



Figura 19: Peso seco de la submuestra

Fuente: Autores

4. A continuación se procede al cálculo de la cantidad de carbono capturado por cada muestra mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

Fórmula 1:

$$B = \frac{PFs}{PSS} * PFm$$

B: biomasa Kg

PFs: Peso Fresco de la submuestra Kg.

PSS: Peso Seco de la submuestra Kg.

PFm: Peso fresco de la muestra Kg.

4.4.2 Cantidad de carbono

Para determinar la cantidad de carbono capturado el grupo de la IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) indica que se debe multiplicar la biomasa por 0.5, debido a que cerca del 50 % de la biomasa pertenece a la cantidad de carbono (Osinaga 2014).

Fórmula 2:

$$CC = B * CF$$

CC: Contenido de carbono en la muestra de vegetación no arbórea KgC.

CF: Fracción de Carbono (0.5)

4.4.3 Cantidad de CO2 secuestrado

Gonzales (2009) citado por Galarza (2017) indica que el grupo IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) estima que 1 tonelada de carbono es igual a 3,67 toneladas de CO2. Para determinar la cantidad de CO2 capturado se procede a utilizar la siguiente fórmula:

Fórmula 3:

$$CO2 = Kr * CC$$

CO2: Dióxido de carbono.

CC: Cantidad de carbono.

Kr: Factor de conversión 3.67.

4.5 Determinación de la concentración de plomo en el suelo

4.5.1 Toma de muestras

Se realizó un muestreo al azar que consiste en un recorrido en zig-zag recolectando submuestras en sitios al azar para obtener una muestra compuesta (De la Peña, 2014).

Las muestras de suelo se tomaron utilizando cucharas plástico que fueron lavadas con detergente y agua destilada para evitar que se contaminen. La cantidad de muestra de suelo recolectada fue aproximadamente 500 gramos, seleccionando la mayor parte de material fino, evitando piedras, basura, raíces, etc. (De la Peña, 2014).

Este procedimiento se realizó en los tres sectores donde fueron sembradas las plantas obteniendo un total de tres muestras.

Hay que tener en consideración que se obtuvo una muestra de humus antes de la siembra para poder determinar si ya existía la presencia de plomo.

En la composición del humus están presentes todos los nutrientes: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Manganeso, Hierro y Sodio además de un alto contenido de materia orgánica que ayudan a garantizar un perfecto desarrollo de la planta.

4.5.2 Envasado y etiquetado de las muestras de suelo

Las muestras fueron almacenadas en fundas herméticas evitando su contaminación. En las bolsas se escribió con marcador de tinta permanente la codificación en el que se detalló la ubicación del sitio.

4.5.3 Análisis de las muestras de suelo.

El procedimiento fue realizado en el laboratorio de Ciencias de la Vida de la Universidad Técnica Particular de Loja bajo la responsabilidad de Ing. James Calva a partir de espectrofotometría de absorción atómica.

- Se transfiere 1,000g de tierra seca a un erlenmeyer o frasco de la digestión. La porción fue humedecida con un mínimo de agua (2-3 mL) y se le agrega consecutivamente 7,5 mL de ácido clorhídrico y 2,5 ácido nítrico concentrado.
- Se cubre el recipiente con un vidrio del reloj y se permite reaccionar toda la noche bajo la campana (el mínimo 12 h).
- Se conectan las columnas refrescantes, luego se calienta progresivamente y bajo reflujo por 2h. Al terminar se refresca progresivamente a temperatura ambiente, enjuagándose la columna refrescante con un máximo de 30 mL y recuperando el agua de enjuague en el vaso de la digestión.
- Luego se filtra el extracto en un filtro antiácido en un frasco volumétrico de 50mL, el filtrado debe estar claro.
- Se procede entonces a enjuagar el vaso de la digestión y el residuo en el filtro varias veces con cantidades pequeñas (10 mL) de ácido nítrico (2M) caliente (50°C).

- Se permite refrescar y diluir a 50mL con la solución de ácido nítrico (2M).
- Para el análisis del contenido de plomo se llevó a cabo en un equipo PG-990, directamente. Para el plomo la lámpara operó a 2 mA con un ancho de ranura de 0,4 nm, una longitud de onda de 283,4 nm y un flujo de la llama 1500 mL/min, la altura y la posición de la llama fue de 5 mm.

5. RESULTADOS

5.1 Concentración de Plomo

5.1.1 Plantas medicinales cultivadas en tres zonas urbanas de Cuenca (Sur, Centro Histórico y Norte)

Concentración de Pb en la Zona Norte-Universidad Politécnica Salesiana			
Cultivo	Codificación	Repetición	Concentración (mg/kg)
Toronjil	UPSToT1	1	14.8
	UPSToT2	2	9.8
	UPSToT3	3	36.1
Romero	UPSRoT1	1	32.1
	UPSRoT2	2	33.3
	UPSRoT3	3	17.2
Manzanilla	UPSMaT1	1	46
	UPSMaT2	2	25
	UPSMaT3	3	31.7
Ortiga	UPSOtT1	1	46.3
	UPSOtT2	2	62.5
	UPSOtT3	3	52.5

Tabla 5 : Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales cultivadas en la Zona Norte-Universidad Politécnica Salesiana

Fuente: Autor (es)

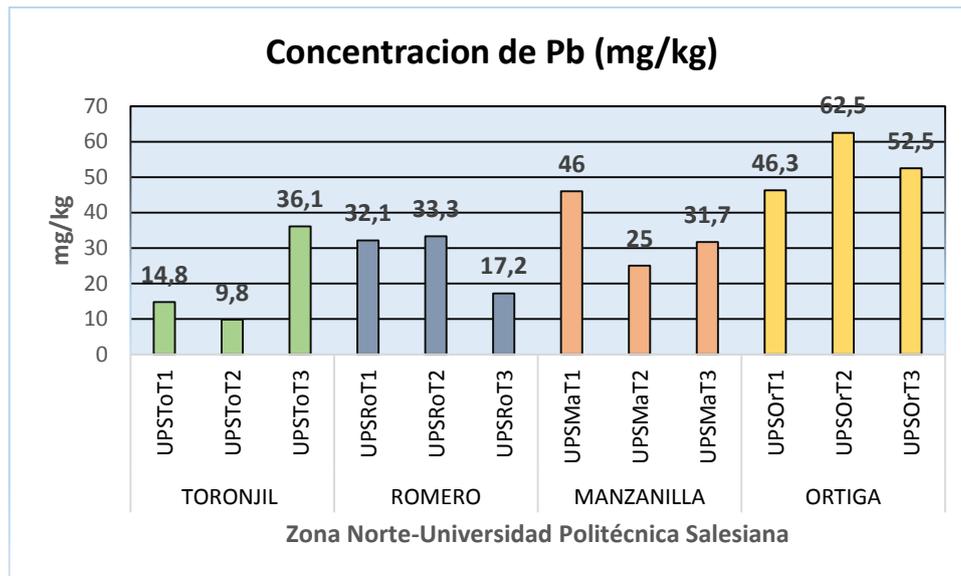


Figura 20: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Norte-Universidad Politécnica Salesiana

Fuente: Autor(es)

Interpretación: De las plantas sembradas en la Zona Norte-Universidad Politécnica Salesiana la que presentó mayor concentración de plomo es la ortiga tratamiento 2 con 62.5 mg/kg y la de menor concentración fue el toronjil tratamiento 2 con 9.8 mg/kg

Concentración de Pb en la Zona Centro-María Auxiliadora			
Cultivo	Codificación	Repetición	Concentración (mg/kg)
Toronjil	MaToT1	1	40
	MaToT2	2	42.2
	MaToT3	3	42.3
Romero	MaRoT1	1	39.7
	MaRoT2	2	38.1
	MaRoT3	3	35.5
Manzanilla	MaMaT1	1	79.1
	MaMaT2	2	70.2
	MaMaT3	3	75.5
Ortiga	MaOrT1	1	58.8
	MaOrT2	2	57.8
	MaOrT3	3	52.5

Tabla 6: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Centro-María Auxiliadora

Fuente: Autor (es)

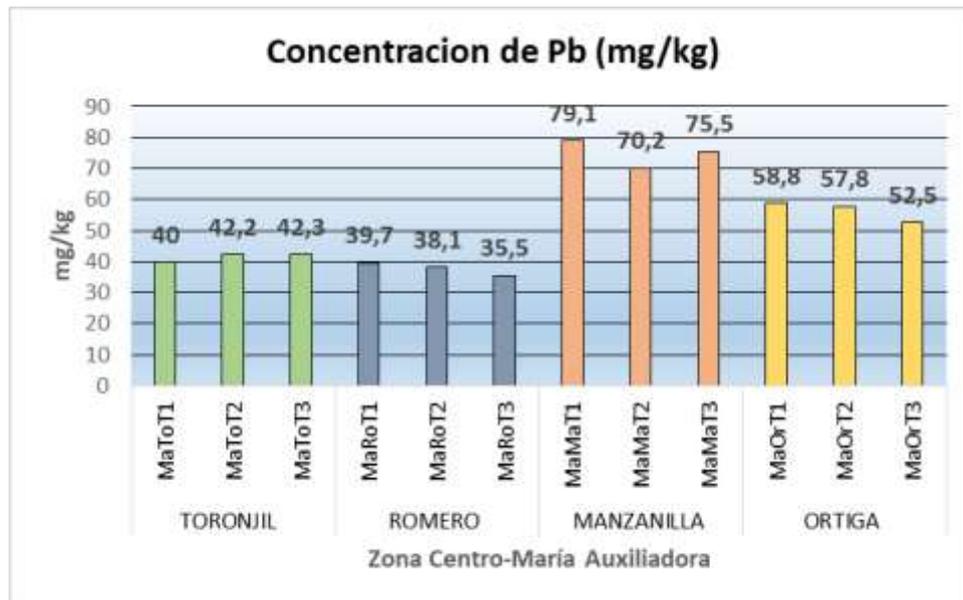


Figura 21: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Centro-María Auxiliadora

Fuente: Autor(es)

Interpretación: De las plantas sembradas en la Zona Centro-María Auxiliadora la que presentó mayor concentración de plomo es la manzanilla tratamiento 1 con 79,1 mg/kg y la de menor concentración fue el romero tratamiento 3 con 35,5mg/kg.

Concentración de Pb en la Zona Sur-Cdla. 11 de Octubre			
Cultivo	Codificación	Repetición	Concentración (mg/kg)
Toronjil	SuToT1	1	21.4
	SuToT2	2	22.3
	SuToT3	3	22.2
Romero	SuRoT1	1	22.3
	SuRoT2	2	22.4
	SuRoT3	3	22.5
Manzanilla	SuMaT1	1	14.3
	SuMaT2	2	22
	SuMaT3	3	22
Ortiga	SuOrT1	1	21.7
	SuOrT2	2	21.6
	SuOrT3	3	20.8

Tabla 7: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Sur-Cdla. 11 de Octubre

Fuente: Autor (es)

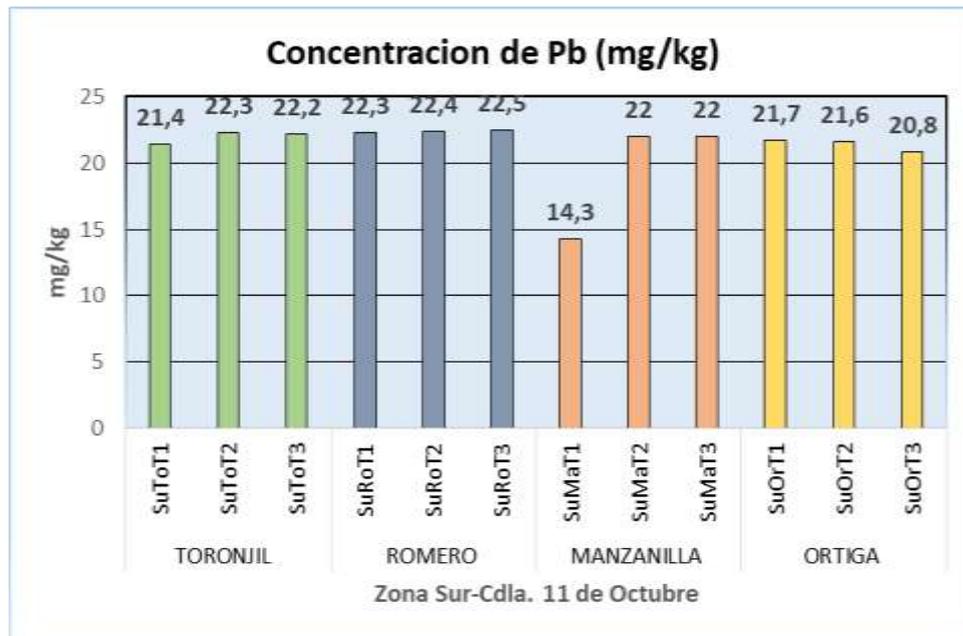


Figura 22: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Sur-Cdla. 11 de octubre

Fuente: Autor (es)

Interpretación: De las plantas sembradas en la Zona Sur-Cdla. 11 de octubre la que presentó mayor concentración de plomo es el romero tratamiento 2 con 22,4 mg/kg y la de menor concentración fue la manzanilla tratamiento 1 con 14,3 mg/kg.

5.1.2 Plantas medicinales adquiridas en tres mercados (Arenal-Sur; 10 de Agosto-Centro histórico; y, 12 de Abril-Norte).

Concentración de Pb en la Zona Norte-Mercado 12 de Abril			
Cultivo	Codificación	Repetición	Concentración (mg/kg)
Toronjil	AbToT1	1	26.9
	AbToT2	2	28.8
	AbToT3	3	32.5
Romero	AbRoT1	1	52.2
	AbRoT2	2	52.8
	AbRoT3	3	54.4
Manzanilla	AbMaT1	1	22.2
	AbMaT2	2	24.5
	AbMaT3	3	27.4
Ortiga	AbOrT1	1	35.3
	AbOrT2	2	35.2
	AbOrT3	3	13

Tabla 8: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Norte-Mercado 12 de abril

Fuente: Autor(es)

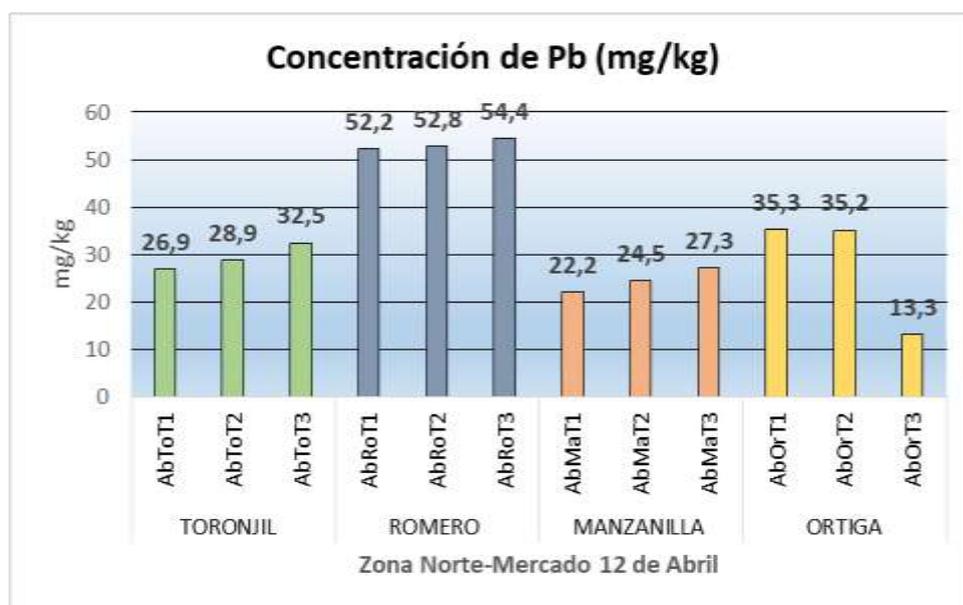


Figura 23: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Norte-Mercado 12 de abril

Fuente: Autor (es)

Interpretación: De las plantas adquiridas en el mercado 12 de abril-Zona Norte la que presentó mayor concentración de plomo es el romero tratamiento 3 con 54,4 mg/kg y la de menor concentración fue la ortiga tratamiento 3 con 13,3 mg/kg.

Concentración de Pb en la Zona Centro-Mercado 10 de Agosto			
Cultivo	Codificación	Repetición	Concentración (mg/kg)
Toronjil	AgToT1	1	11.7
	AgToT2	2	16.1
	AgToT3	3	9.5
Romero	AgRoT1	1	7.7
	AgRoT2	2	7.8
	AgRoT3	3	11.5
Manzanilla	AgMaT1	1	13.3
	AgMaT2	2	10.8
	ArMaT3	3	51.9
Ortiga	AgOrT1	1	9.1
	AgOrT2	2	10.3
	AgOrT3	3	8.3

Tabla 9: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Centro-Mercado 10 de Agosto

Fuente: Autor (es)

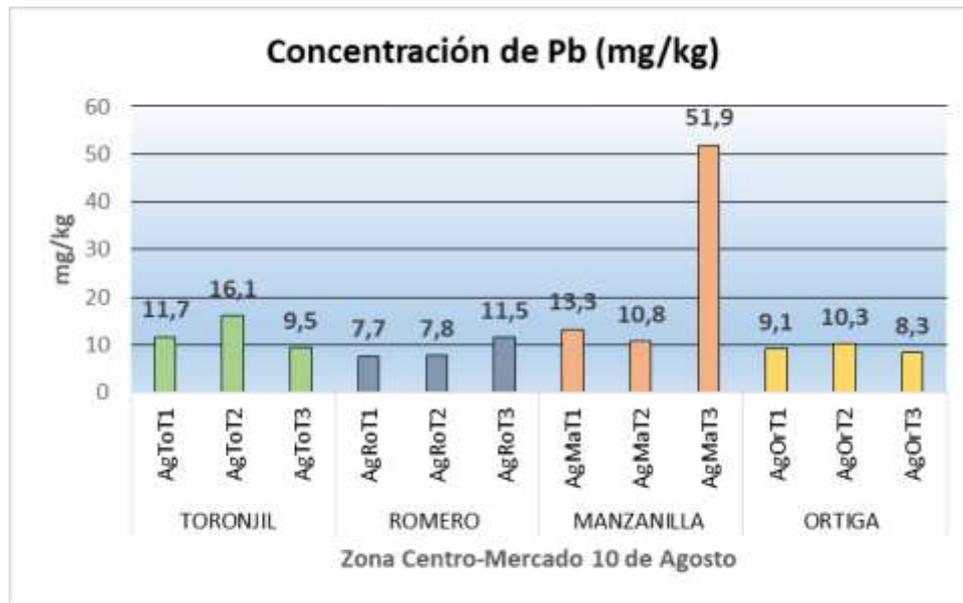


Figura 24: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Centro-Mercado 10 de Agosto

Fuente: Autor (es)

Interpretación: De las plantas adquiridas en el mercado 10 de agosto-Zona Centro la que presentó mayor concentración de plomo es la manzanilla tratamiento 3 con 51,9 mg/kg y la de menor concentración fue el romero tratamiento 1 con 7,7mg/kg.

Concentración de Pb en la Zona Sur-Mercado el Arenal			
Cultivo	Codificación	Repetición	Concentración (mg/kg)
Toronjil	ArToT1	1	78.9
	ArToT2	2	65.6
	ArToT3	3	71.3
Romero	ArRoT1	1	69.4
	ArRoT2	2	61.5
	ArRoT3	3	50.8
Manzanilla	ArMaT1	1	55
	ArMaT2	2	37.8
	ArMaT3	3	39.4
Ortiga	ArOrT1	1	22.5
	ArOrT2	2	14.7
	ArOrT3	3	30.8

Tabla 10: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Sur- Mercado el Arenal

Fuente: Autor (es)

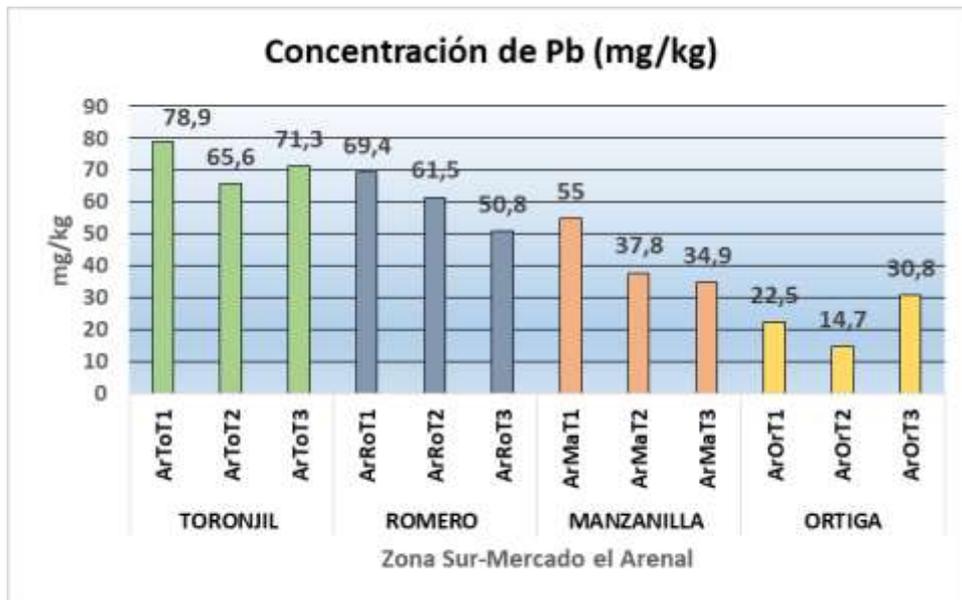


Figura 25: Concentración de plomo (Pb) en las plantas medicinales en la Zona Sur- Mercado el Arenal

Fuente: Autor(es)

Interpretación: De las plantas adquiridas en el mercado el Arenal-Zona Sur la que presentó mayor concentración de plomo es el toronjil con 78,9 mg/kg y la de menor concentración fue la ortiga con 14,7 mg/kg.

5.2 CAPTURA DE CARBONO

5.2.1 Cultivos de tres zonas urbanas de Cuenca (Sur, Centro Histórico y Norte)

Como se puede observar en la tabla 11 el total de CO₂ capturado en la Universidad Politécnica Salesiana por las plantas medicinales es de 0,00595 toneladas, siendo el toronjil el que presenta mayor captura de CO₂.

CULTIVO	CODIFICACIÓN	REPETICIÓN	PSs (Kg)	PFs (kg)	PFm (Kg)	B (Kg)	tnC/m2	TnCO2/m2
Toronjil	UPSToT1	1	0,0069	0,02	0,13577	0,394	0,0001970	0,000723
	UPSToT2	2	0,0074	0,02	0,18281	0,494	0,0002470	0,0009065
	UPSToT3	3	0,0059	0,02	0,09290	0,315	0,0001575	0,000578
Romero	UPSRoT1	1	0,0062	0,02	0,05813	0,188	0,000094	0,000345
	UPSRoT2	2	0,0069	0,02	0,06555	0,19	0,000095	0,0003487
	UPSRoT3	3	0,0069	0,02	0,06896	0,2	0,000100	0,000367
Manzanilla	UPSMaT1	1	0,0048	0,02	0,07103	0,296	0,0001480	0,0005432
	UPSMaT2	2	0,0045	0,02	0,06829	0,304	0,0001520	0,0005578
	UPSMaT3	3	0,0042	0,02	0,0782	0,372	0,0001860	0,0006826
Ortiga	UPSOrT1	1	0,0063	0,02	0,05209	0,165	0,0000825	0,0003028
	UPSOrT2	2	0,0068	0,02	0,05645	0,166	0,0000830	0,0003046
	UPSOrT3	3	0,0065	0,02	0,05176	0,159	0,0000795	0,0002918
TOTAL de tn CO2 Capturado								0,00595

Tabla 11: Captura de CO2 de Plantas Medicinales Zona Norte-Universidad Politécnica Salesiana

Fuente: Autor (es)

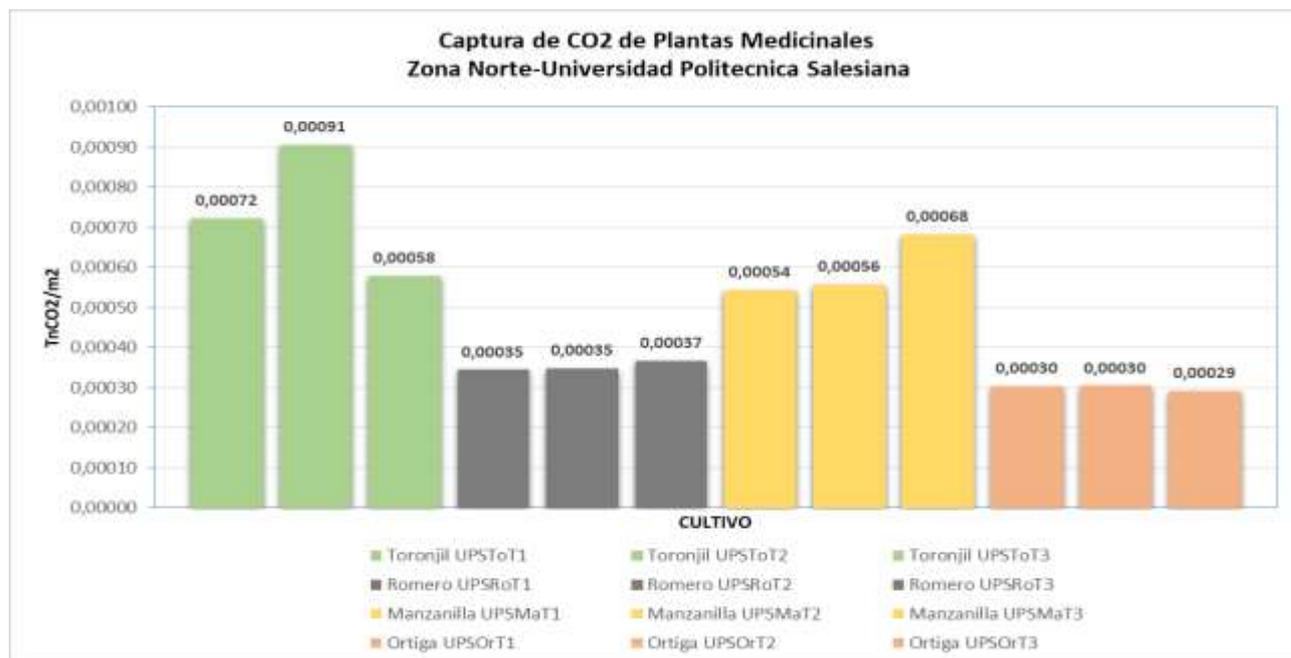


Figura 26: Captura de CO2 de Plantas Medicinales Zona Norte-Universidad Politécnica Salesiana

Fuente: Autor (es)

En la tabla 12 el total de CO2 capturado en el sector de María Auxiliadora-Zona Centro por las plantas medicinales es de 0,00477 toneladas, siendo el toronjil el que presenta mayor captura de CO2.

CULTIVO	CODIFICACIÓN	REPETICIÓN	PSs (Kg)	PFs (kg)	PFm (Kg)	B (Kg)	tnC/m2	TnCO2/m2
Toronjil	MaToT1	1	0,0067	0,02	0,09908	0,296	0,0001480	0,0005432
	MaToT2	2	0,0061	0,02	0,05062	0,166	0,0000830	0,0003046
	MaToT3	3	0,0073	0,02	0,11819	0,324	0,000162	0,0005945
Romero	MaRoT1	1	0,0063	0,02	0,0529	0,168	0,000084	0,000308
	MaRoT2	2	0,0068	0,02	0,05603	0,165	0,0000825	0,0003028
	MaRoT3	3	0,0064	0,02	0,05521	0,173	0,000087	0,000318
Manzanilla	MaMaT1	1	0,0041	0,02	0,05948	0,29	0,0001450	0,0005322
	MaMaT2	2	0,0044	0,02	0,06529	0,297	0,0001485	0,0005450
	MaMaT3	3	0,0057	0,02	0,05327	0,187	0,0000935	0,0003431
Ortiga	MaOrT1	1	0,0059	0,02	0,06102	0,207	0,0001035	0,0003798
	MaOrT2	2	0,0066	0,02	0,05618	0,17	0,0000850	0,0003120
	MaOrT3	3	0,0067	0,02	0,05322	0,159	0,0000795	0,0002918
TOTAL de tn CO2 Capturado								0,00477

Tabla 12: Captura de CO2 de Plantas Medicinales Zona Centro-María Auxiliadora

Fuente: Autor (es)

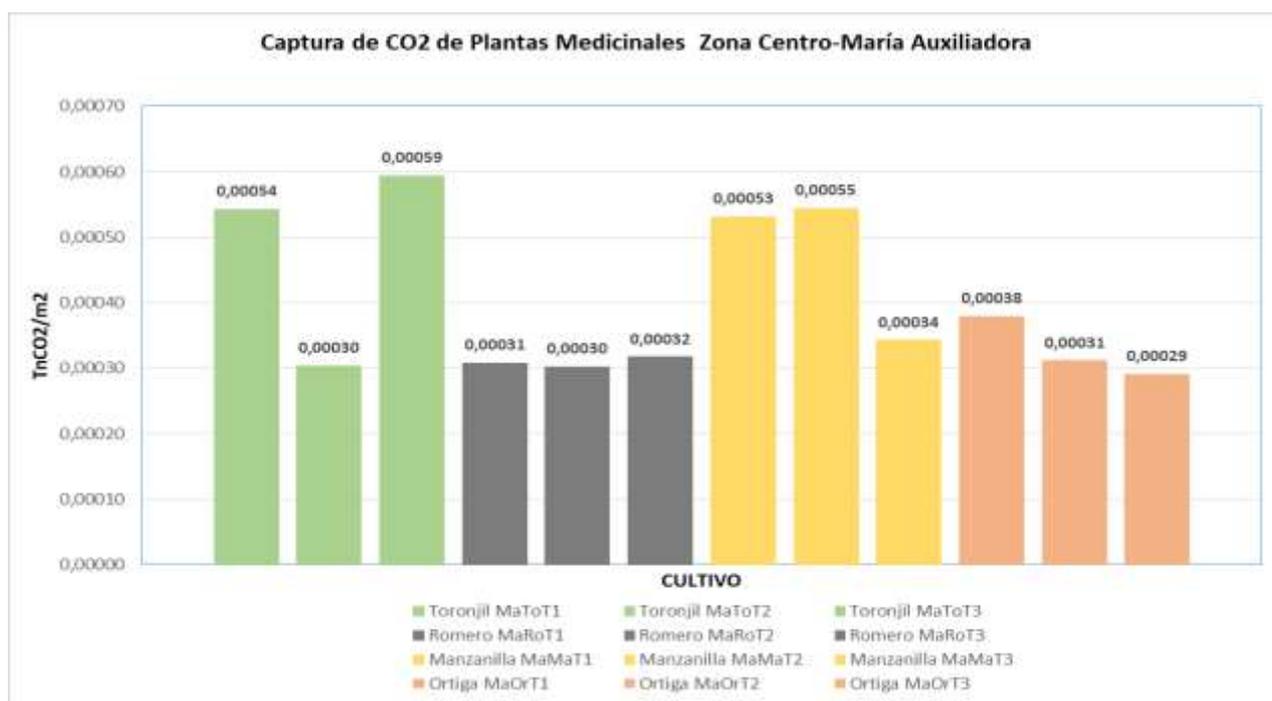


Figura 27: Captura de CO2 de Plantas Medicinales Zona Centro-María Auxiliadora

Fuente: Autor(es)

En la tabla 13 el total de CO2 capturado en la Ciudadela 11 de octubre-Zona Sur por las plantas medicinales es de 0,00466 toneladas, siendo la manzanilla la que presenta mayor captura de CO2.

CULTIVO	CODIFICACIÓN	REPETICIÓN	PSs (Kg)	PFs (kg)	PFm (Kg)	B (Kg)	tnC/m2	TnCO2/m2
Toronjil	SuToT1	1	0,0071	0,02	0,07	0,197	0,0000985	0,0003615
	SuToT2	2	0,0068	0,02	0,0659	0,194	0,0000970	0,000356
	SuToT3	3	0,0059	0,02	0,05956	0,202	0,000101	0,0003707
Romero	SuRoT1	1	0,0072	0,02	0,0595	0,165	0,000083	0,000303
	SuRoT2	2	0,0074	0,02	0,05723	0,155	0,0000775	0,0002844
	SuRoT3	3	0,0066	0,02	0,06515	0,197	0,000099	0,000362
Manzanilla	SuMaT1	1	0,0052	0,02	0,07611	0,293	0,0001465	0,0005377
	SuMaT2	2	0,0041	0,02	0,0657	0,32	0,0001600	0,0005872
	SuMaT3	3	0,0045	0,02	0,06981	0,31	0,0001550	0,0005689
Ortiga	SuOrT1	1	0,0069	0,02	0,0628	0,182	0,0000910	0,0003340
	SuOrT2	2	0,0074	0,02	0,05713	0,154	0,0000770	0,0002826
	SuOrT3	3	0,0063	0,02	0,05404	0,172	0,0000860	0,0003156
TOTAL de tn CO2 Capturado								0,00466

Tabla 13: Captura de CO2 de Plantas Medicinales Zona Sur-Cdla. 11 de Octubre

Fuente: Autores

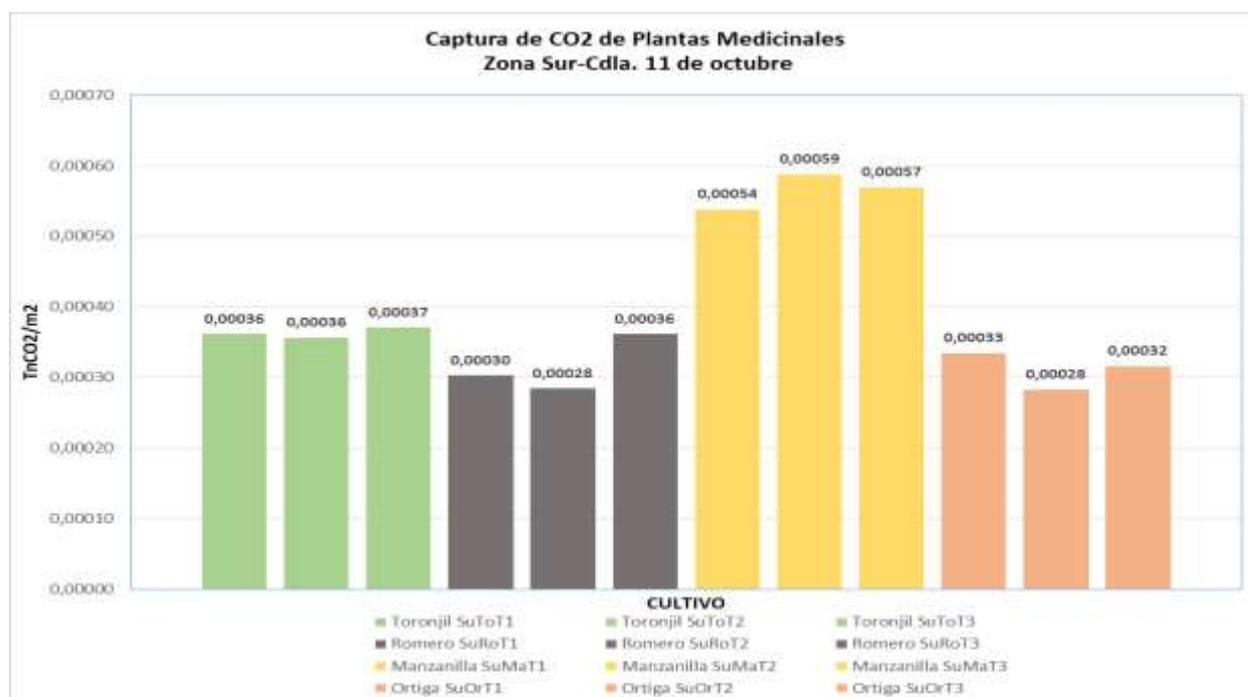


Figura 28: Captura de CO2 de Plantas Medicinales Zona Sur-Cdla. 11 de Octubre

Fuente: Autores

5.2.2 Plantas medicinales adquiridas en tres mercados (Arenal-Sur; 10 de Agosto-Centro histórico; y, 12 de Abril-Norte).

En la tabla 14 el total de CO2 capturado por las plantas medicinales tomadas del Mercado 12 de Abril-Zona Norte es de 0,00681 toneladas, siendo el toronjil el que presenta mayor captura de CO2.

CULTIVO	CODIFICACIÓN	REPETICIÓN	PSs (Kg)	PFs (kg)	PFm (Kg)	B (Kg)	tnC/m2	TnCO2/m2
Toronjil	AbToM1	1	0,0073	0,02	0,16582	0,454	0,0002270	0,0008331
	AbToM2	2	0,0069	0,02	0,16212	0,47	0,0002350	0,0008625
	AbToM3	3	0,0068	0,02	0,14277	0,42	0,00021	0,0007707
Romero	AbRoM1	1	0,0072	0,02	0,07421	0,206	0,000103	0,000378
	AbRoM2	2	0,0068	0,02	0,07825	0,23	0,000115	0,0004221
	AbRoM3	3	0,0073	0,02	0,08231	0,226	0,000113	0,000415
Manzanilla	AbMaM1	1	0,0051	0,02	0,08743	0,343	0,0001715	0,0006294
	AbMaM2	2	0,0048	0,02	0,07415	0,309	0,0001545	0,0005670
	AbMaM3	3	0,0046	0,02	0,07512	0,327	0,0001635	0,0006000
Ortiga	AbOrM1	1	0,0064	0,02	0,08412	0,263	0,0001315	0,0004826
	AbOrM2	2	0,0068	0,02	0,07732	0,227	0,0001135	0,0004165
	AbOrM3	3	0,0067	0,02	0,07918	0,236	0,0001180	0,0004331
TOTAL de tn CO2 Capturado								0,00681

Tabla 14: Captura de CO2 de Plantas Medicinales Zona Norte-Mercado 12 de Abril

Fuente: Autores

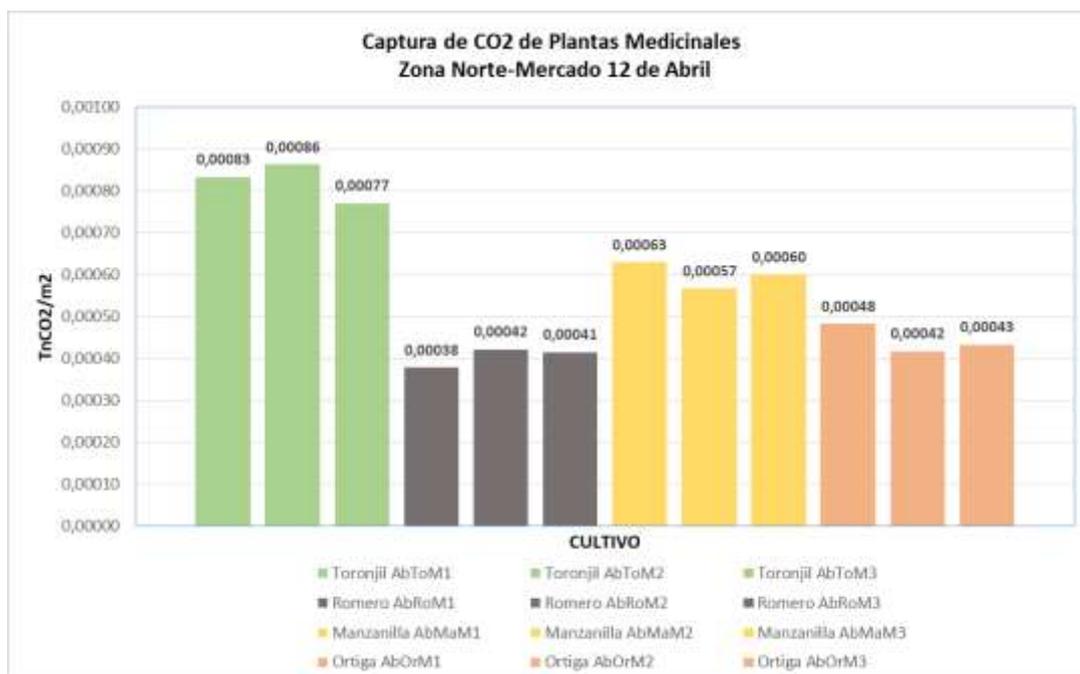


Figura 29: Captura de CO2 de Plantas Medicinales Zona Norte-Mercado 12 de Abril

Fuente: Autores

En la tabla 15 el total de CO2 capturado por las plantas medicinales tomadas del Mercado 10 de Agosto-Zona Centro es de 0,00875 toneladas, siendo la manzanilla la que presenta mayor captura de CO2.

CULTIVO	CODIFICACIÓN	REPETICIÓN	PSs (Kg)	PFs (kg)	PFm (Kg)	B (Kg)	tnC/m2	TnCO2/m2
Toronjil	AgToM1	1	0,0072	0,02	0,15217	0,423	0,0002115	0,0007762
	AgToM2	2	0,0064	0,02	0,15882	0,496	0,0002480	0,0009102
	AgToM3	3	0,0063	0,02	0,16076	0,51	0,000255	0,0009359
Romero	AgToM1	1	0,0058	0,02	0,08124	0,28	0,000140	0,000514
	AgToM2	2	0,0062	0,02	0,08701	0,281	0,0001405	0,0005156
	AgToM3	3	0,0057	0,02	0,07769	0,273	0,000137	0,000501
Manzanilla	AgToM1	1	0,0039	0,02	0,11635	0,597	0,0002985	0,0010955
	AgToM2	2	0,0042	0,02	0,12014	0,572	0,0002860	0,0010496
	AgToM3	3	0,0046	0,02	0,10975	0,477	0,0002385	0,0008753
Ortiga	AgToM1	1	0,0061	0,02	0,09608	0,315	0,0001575	0,0005780
	AgToM2	2	0,0067	0,02	0,0938	0,28	0,0001400	0,0005138
	AgToM3	3	0,0066	0,02	0,08767	0,266	0,0001330	0,0004881
TOTAL de tn CO2 Capturado								0,00875

Tabla 15: Captura de CO2 de Plantas Medicinales Zona Centro-Mercado 10 de Agosto

Fuente: Autores

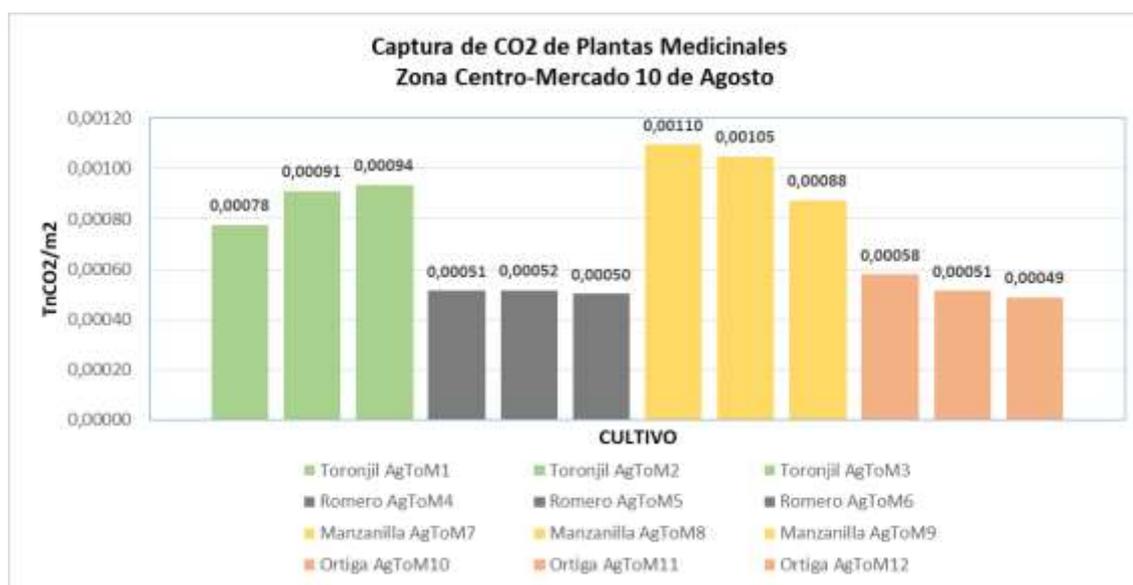


Figura 30: Captura de CO2 de Plantas Medicinales Zona Centro-Mercado 10 de Agosto

Fuente: Autores

En la tabla 16 el total de CO2 capturado por las plantas medicinales tomadas del Mercado El Arenal-Zona Sur es de 0,00742, siendo la manzanilla el que presenta mayor captura de CO2

CULTIVO	CODIFICACIÓN	REPETICIÓN	PSs(Kg)	PFs (kg)	PFm (Kg)	B (Kg)	tnC/m2	TnCO2/m2
Toronjil	ArToM1	1	0,0087	0,02	0,14948	0,344	0,0001720	0,0006312
	ArToM2	2	0,0069	0,02	0,15265	0,442	0,0002210	0,0008111
	ArToM3	3	0,0071	0,02	0,14023	0,395	0,0001975	0,0007248
Romero	ArRoM1	1	0,0065	0,02	0,08273	0,255	0,000128	0,000468
	ArRoM2	2	0,0072	0,02	0,07843	0,218	0,000109	0,0004
	ArRoM3	3	0,0063	0,02	0,08526	0,271	0,000136	0,000497
Manzanilla	ArMaM1	1	0,0044	0,02	0,11327	0,515	0,0002575	0,0009450
	ArMaM2	2	0,0048	0,02	0,10122	0,422	0,0002110	0,0007744
	ArMaM3	3	0,0053	0,02	0,09823	0,371	0,0001855	0,0006808
Ortiga	ArOrM1	1	0,0066	0,02	0,09714	0,294	0,0001470	0,0005395
	ArOrM2	2	0,0072	0,02	0,08811	0,245	0,0001225	0,0004496
	ArOrM3	3	0,0069	0,02	0,09402	0,273	0,0001365	0,0005010
TOTAL de tn CO2 Capturado								0,00742

Tabla 16: Captura de CO2 de Plantas Medicinales Zona Sur-Mercado el Arenal

Fuente: Autores

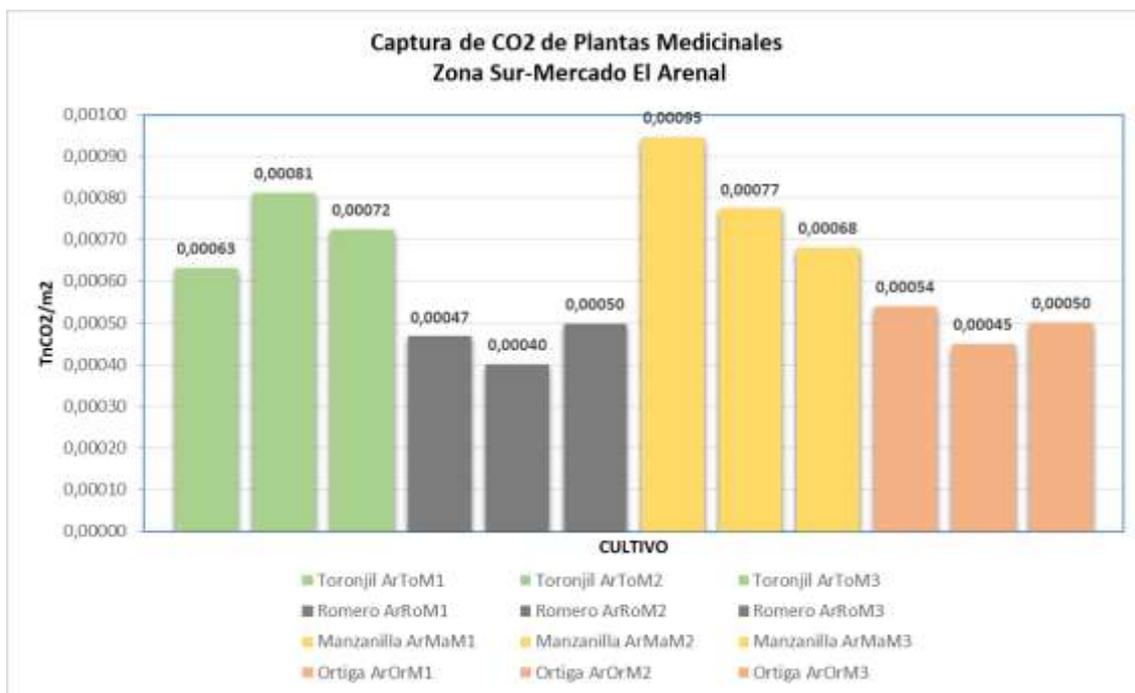


Figura 31: Captura de CO2 de Plantas Medicinales Zona Sur-Mercado El Arenal

Fuente: Autores

5.3 Concentración de Plomo en el Suelo

Concentración de Pb en el Suelo Post-Siembra		
Sector	Número de Muestra	Concentración (mg/kg)
Zona Norte-Universidad Politécnica Salesiana	1	172
Zona Centro- María Auxiliadora	1	128.7
Zona Sur- Cdla. 11 de Octubre	1	88.6

Tabla 17: Concentración de plomo (Pb) en el suelo post-siembra

Fuente: Autor (es)

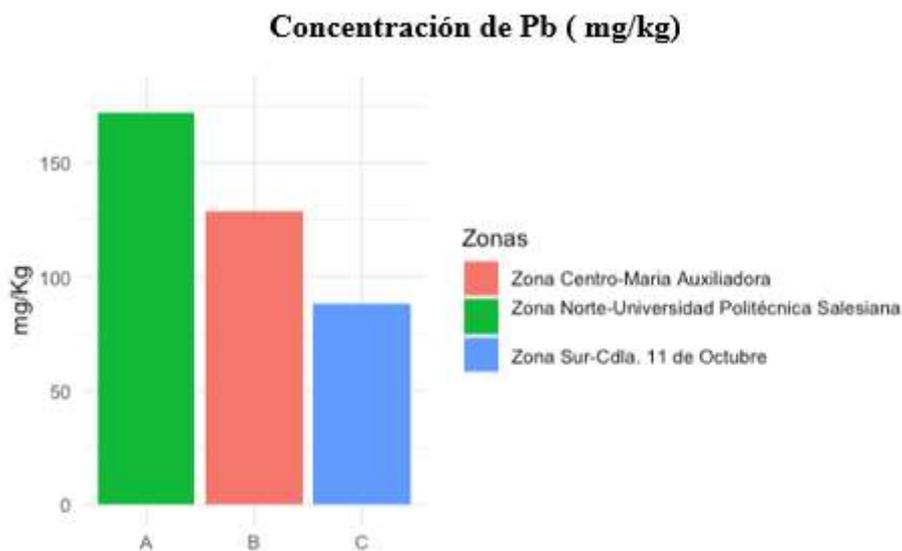


Figura 32: Concentración de plomo (Pb) en el suelo post-siembra

Fuente: Autor (es)

5.4 Comparación

5.4.1 Comparación de la captura de carbono de las plantas medicinales sembradas en las tres zonas de Cuenca

	Zona Norte- Universidad Politécnica Salesiana (TnCO ₂ /m ²)	Zona Centro- María Auxiliadora (TnCO ₂ /m ²)	Zona Sur- Cdl. 11 de Octubre (TnCO ₂ /m ²)
TORONJIL	0,0022075	0,0014423	0,0010882
ROMERO	0,001061	0,000929	0,000949
MANZANILLA	0,0017836	0,0014203	0,0016938
ORTIGA	0,0008992	0,0009836	0,0009322
TOTAL	0,005951	0,004775	0,004663

Tabla 18: Comparación de la captura de carbono de las plantas medicinales sembradas en las tres zonas de Cuenca

Fuente: Autor (es)

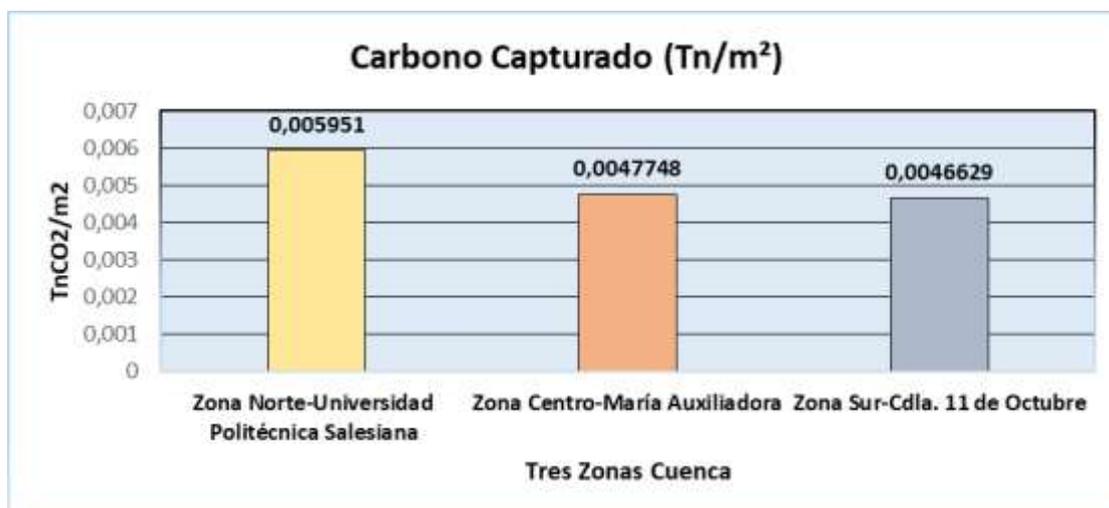


Figura 33: Comparación de la captura de carbono de las plantas medicinales sembradas en las tres zonas de Cuenca

Fuente: Autor (es)

Interpretación: las plantas medicinales que lograron retener mayor cantidad de carbono fueron las provenientes de la Zona Norte-Universidad Politécnica Salesiana con un total de 0.005951 TnCO₂/m², además se evidencio que el toronjil es la especie que capturó mayor cantidad de carbono con 0.0022075 TnCO₂/m² ubicada en la Zona Norte.

5.4.2 Comparación de la captura de carbono de las plantas medicinales adquiridas en los tres mercados de Cuenca

	Zona Sur- Mercado el Arenal (TnCO₂/m²)	Zona Centro- Mercado 10 de Agosto (TnCO₂/m²)	Zona Norte- Mercado 12 de Abril (TnCO₂/m²)
TORONJIL	0,0021671	0,0026223	0,0024663
ROMERO	0,001365	0,001530	0,001215
MANZANILLA	0,0024002	0,0030204	0,0017964
ORTIGA	0,0014901	0,0015799	0,0013322
TOTAL	0,007423	0,008753	0,006810

Tabla 19: Comparación de la captura de carbono de las plantas medicinales adquiridas en los tres mercados de Cuenca

Fuente: Autor (es)

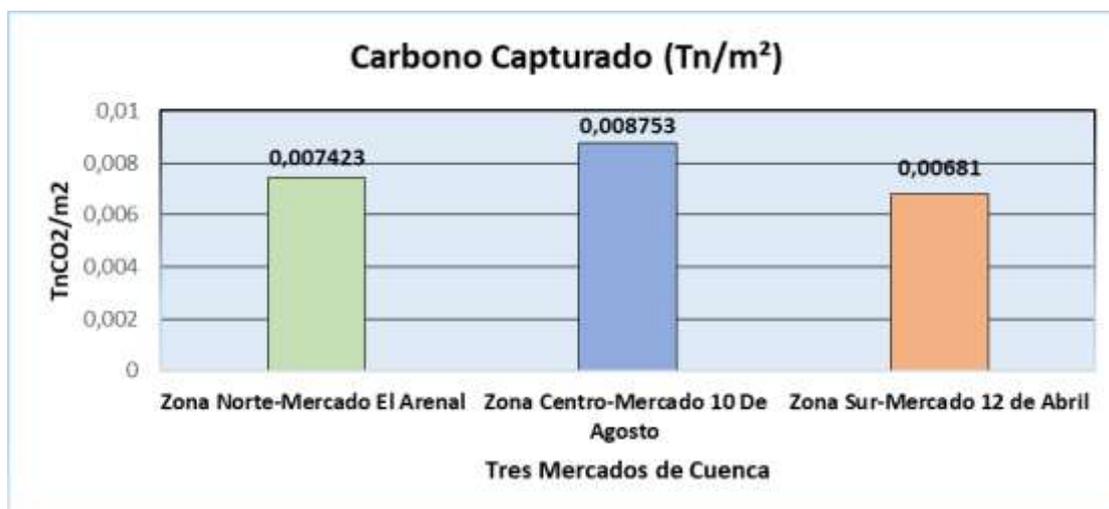


Figura 34: Comparación de la captura de carbono de las plantas medicinales adquiridas en los tres mercados de Cuenca

Fuente: Autor (es)

Interpretación: las plantas medicinales que lograron retener mayor cantidad de carbono fueron las provenientes del mercado 10 de Agosto ubicado en la zona con un total de 0.008753 TnCO₂/m², además se evidencio que la manzanilla es la especie que capturó mayor cantidad de carbono con 0.0030204 TnCO₂/m² ubicado en la Zona Centro.

5.4.3 Comparación total de la captura de carbono

	Zona Norte- Universidad Politécnica Salesiana (Tn/m ²)	Zona Centro- María Auxiliado ra (Tn/m ²)	Zona Sur- Cdla. 11 de Octubre (Tn/m ²)	Mercado el Arenal (Tn/m ²)	Mercado 10 de Agosto (Tn/m ²)	Mercado 12 de Abril (Tn/m ²)
TORONJIL	0,0022075	0,0014423	0,0010882	0,0021671	0,0026223	0,0024663
ROMERO	0,001061	0,000929	0,000949	0,001365	0,001530	0,001215
MANZANILLA	0,0017836	0,0014203	0,0016938	0,0024002	0,0030204	0,0017964
ORTIGA	0,0008992	0,0009836	0,0009322	0,0014901	0,0015799	0,0013322
TOTAL	0,005951	0,004775	0,004663	0,007423	0,008753	0,006810

Tabla 20: Comparación total de la captura de carbono

Fuente: Autor(es)

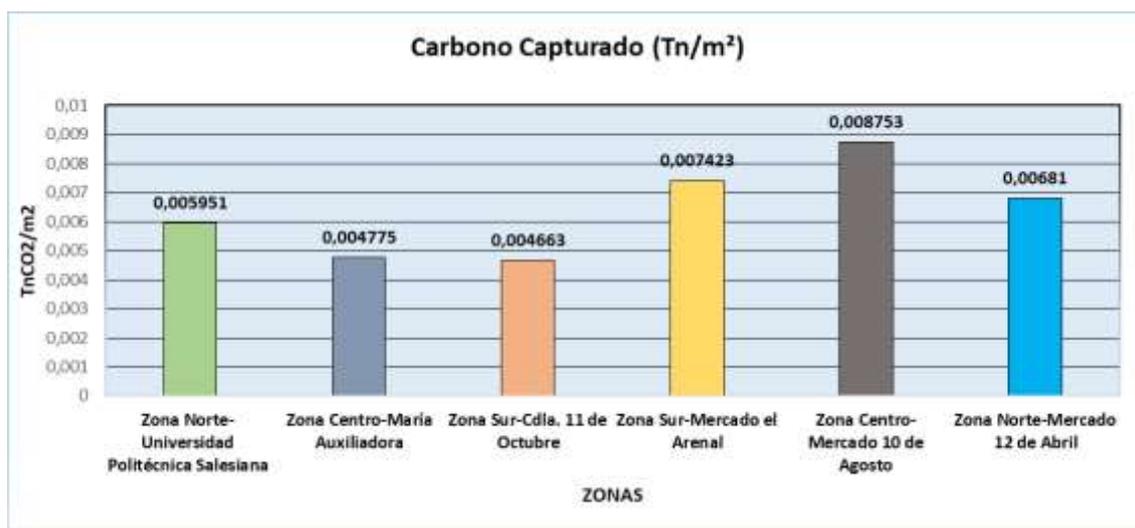


Figura 35: Comparación total de la captura de carbono

Fuente: Autor(es)

Interpretación: las plantas medicinales adquiridas en los mercados de Cuenca son las que presentan una mayor captura de carbono con respecto a las plantas sembradas, siendo las especies adquiridas en el mercado 10 de Agosto las que tienen una mayor retención de carbono con 0,008753 TnCO₂/m², también, tenemos las plantas que lograron una menor captura de carbono son las sembradas en la cdla. 11 de octubre con un total de 0.004663 TnCO₂/m².

5.4.4 Comparación de la concentración de plomo en las plantas medicinales sembradas en las tres zonas de Cuenca

	Zona Norte- Universidad Politécnica Salesiana (mg/kg)	Zona Centro- María Auxiliadora (mg/kg)	Zona Sur- Cdla. 11 de Octubre (mg/kg)
TORONJIL	20,23	41,50	21,97
ROMERO	27,53	37,77	22,40
MANZANILLA	34,23	74,93	19,43
ORTIGA	53,77	56,37	21,37
TOTAL	135,77	210,57	85,17

Tabla 21: Comparación de la concentración de plomo en las plantas medicinales sembradas en las tres zonas de Cuenca

Fuente: Autor (es)

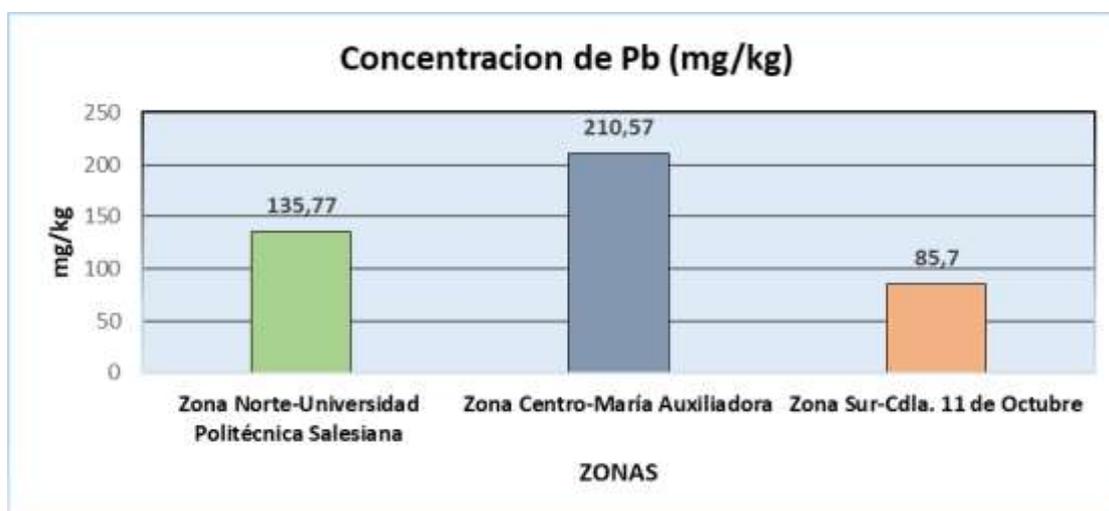


Figura 36: Comparación de la concentración de plomo en las plantas medicinales sembradas en las tres zonas de Cuenca

Fuente: Autor (es)

Interpretación: Las plantas medicinales sembradas en la Zona Centro-María Auxiliadora son las que mayor concentración de plomo presentan en comparación con los demás sectores puesto que están dentro de una zona comercial en donde existe gran

cantidad de flujo vehicular, además a muy pocos metros existen talleres mecánicos y carpinterías.

5.4.5 Comparación de la concentración de plomo en las plantas medicinales adquiridas en los tres mercados de Cuenca

	Zona Sur-Mercado el Arenal (mg/kg)	Zona Centro-Mercado 10 de Agosto (mg/kg)	Zona Sur-Mercado 12 de Abril (mg/kg)
TORONJIL	71,93	12,43	29,43
ROMERO	60,57	9,00	53,13
MANZANILLA	42,57	25,33	24,67
ORTIGA	22,67	9,23	27,93
TOTAL	197,73	56,00	135,17

Tabla 22: Comparación de la concentración de plomo en las plantas medicinales adquiridas en los tres mercados de Cuenca

Fuente: Autor (es)

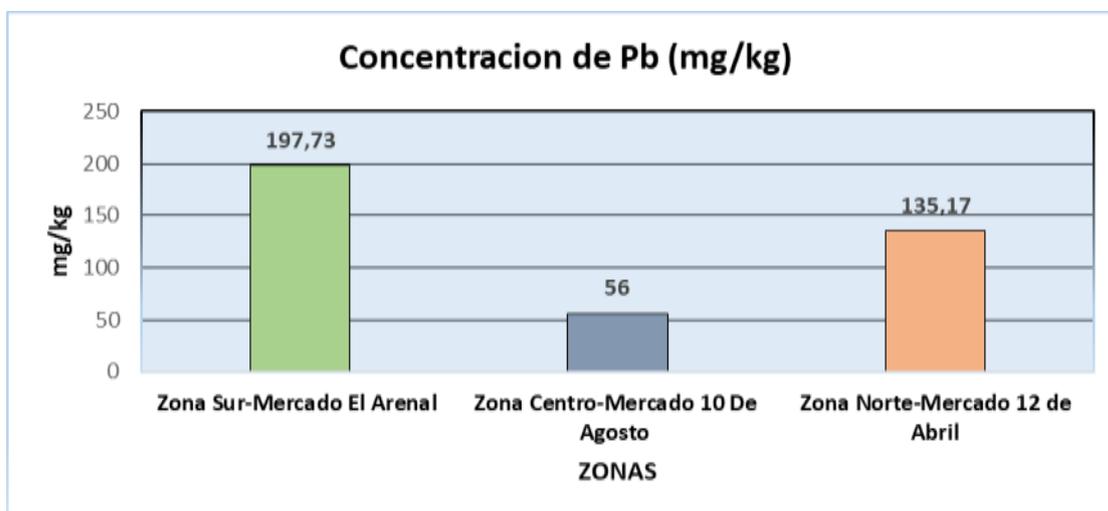


Figura 37: Comparación de la concentración de plomo en las plantas medicinales adquiridas en los tres mercados de Cuenca

Fuente: Autor (es)

Interpretación: las plantas medicinales adquiridas en el mercado El Arenal son las que mayor concentración de plomo presentan en relación con los demás mercados puesto que provienen de parroquias como San Joaquín, Santa Ana, Baños, etc., la concentración de

plomo puede estar dada por varios motivos uno de estos es que se encuentran junto a vías principales y que son muy transitadas en todo el transcurso del día.

5.4.6 Comparación total de la concentración de plomo en las plantas medicinales.

	Zona Norte- Universidad Politécnica Salesiana (mg/kg)	Zona Centro- María Auxiliadora (mg/kg)	Zona Sur- Cdla. 11 de Octubre (mg/kg)	Mercado el Arenal (mg/kg)	Mercado 10 de Agosto (mg/kg)	Mercado 12 de Abril (mg/kg)
TORONJIL	20,23	41,50	21,97	71,93	12,43	29,43
ROMERO	27,53	37,77	22,40	60,57	9,00	53,13
MANZANILLA	34,23	74,93	19,43	42,57	25,33	24,67
ORTIGA	53,77	56,37	21,37	22,67	9,23	27,93
Total	135,77	210,57	85,17	197,73	56,00	135,17

Tabla 23: Comparación de la concentración de plomo en las plantas medicinales

Fuente: Autor (es)

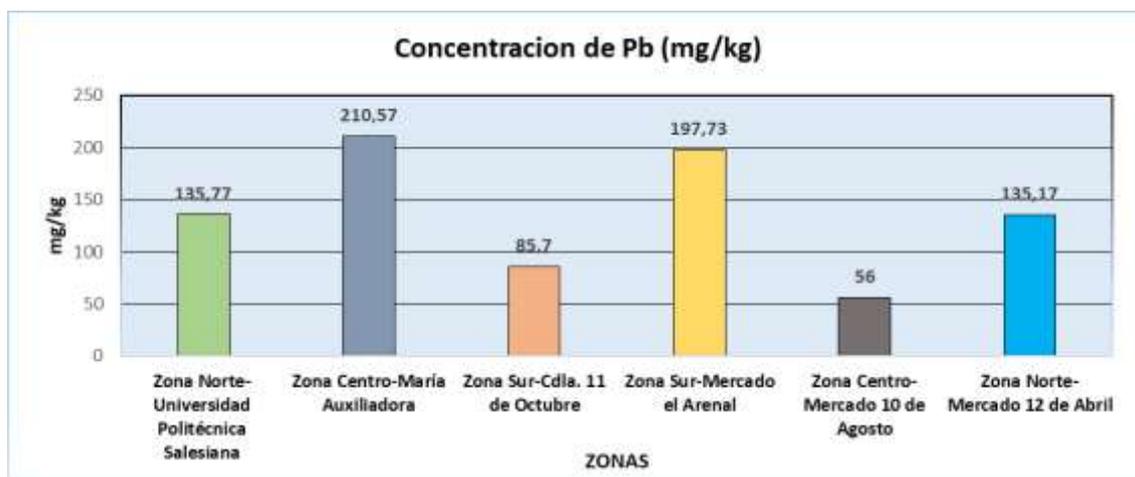


Figura 38: Comparación total de la concentración de plomo en las plantas medicinales

Fuente: Autor (es)

Interpretación: las plantas medicinales sembradas en las tres zonas de Cuenca son las que mayor concentración de plomo presentan en relación a las plantas adquiridas en los mercados, siendo las plantas que fueron sembradas en la Zona Centro-María Auxiliadora

las que tienen una mayor concentración de plomo con un total de 210,57 mg/kg, también las plantas que presentan una menor concentración de plomo son las que fueron adquiridas en el mercado 10 de Agosto con 56 mg/kg.

5.4.7 Comparación de la concentración de plomo en el suelo antes y después de la siembra

	Zona Norte-Universidad Politécnica Salesiana (mg/kg)	Zona Centro- María Auxiliadora (mg/kg)	Zona Sur- Cdla. 11 de Octubre (mg/kg)
Suelo antes de la siembra	80,4	80,4	80,4
Suelo después de la cosecha	172	128,7	88,6

Tabla 24: Comparación de la concentración de plomo en el suelo antes y después de la siembra

Fuente: Autor (es)

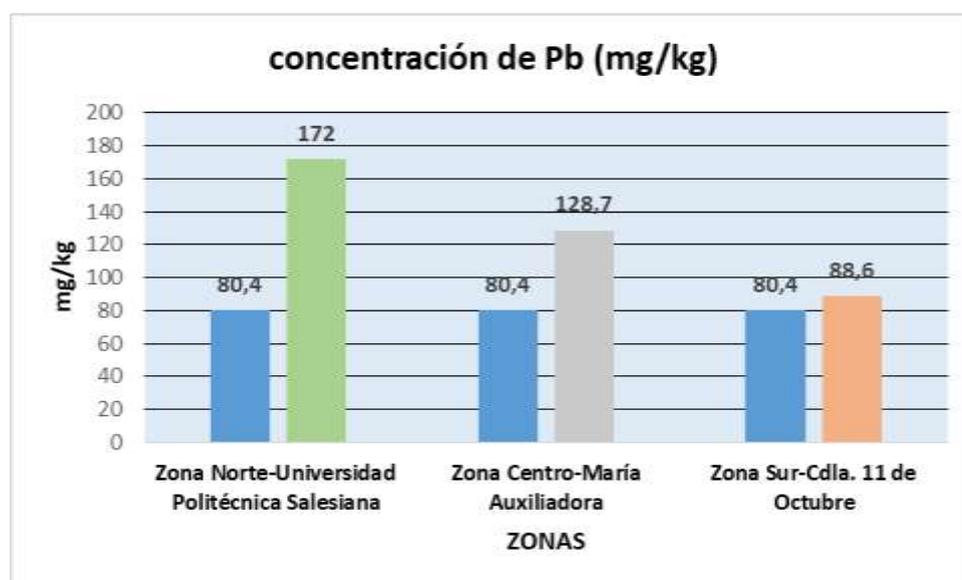


Figura 39: Comparación de la concentración de plomo en el suelo antes y después de la siembra

Fuente: Autor (es)

Interpretación: los niveles de plomo en el suelo antes de la siembra son de 80,4 mg/kg, evidenciando que en la zona Norte-Universidad Politécnica Salesiana fue donde hubo mayor incremento de la concentración de plomo con un total de 172 mg/kg atribuyéndole a que se encuentran en una zona de gran flujo vehicular, además existen edificios en construcción, también a escasos km se encuentran instalaciones industriales. En la zona

Sur-cdla. 11 de Octubre la cual presenta un incremento mínimo de concentración de plomo puesto que se encuentra lejos de las vías principales alejada de flujo vehicular.

6. DISCUSIÓN

En esta investigación se puede observar en la Tabla 20 y Figura 35 que la captura de carbono es mayor en las plantas medicinales adquiridas en los tres mercados respecto a las plantas sembradas en las tres zonas de Cuenca, esto debido a que las plantas de los mercados presentan un mayor desarrollo y por tener una mayor masa vegetal absorben más cantidad de carbono. La especie que más CO₂ capturó de las plantas sembradas fue la manzanilla con 0.0048977 TnCO₂/m² y de las plantas adquiridas en mercados fue el toronjil con 0.0072557 TnCO₂/m².

De todas las plantas medicinales sembradas en las tres zonas de Cuenca se capturó un total de 0,015389 TnCO₂/m² y de las plantas adquiridas en los tres mercados un total de 0,023046 TnCO₂/m² aproximándose a los realizado por (Galarza, 2017) y en hortalizas capturando un total de 0,1028 TnCO₂/m². Además estudios realizados por (J. Fernández, 2016) y (Zhindón & Calle, 2019) quienes capturaron 2,70 tn y 0,38192 tn respectivamente en hortalizas corroboran lo publicado por (Cuellar et al., 2015) quien menciona que las plantas son uno de los principales sumideros de GEI planeta desempeñando un papel fundamental en la mitigación del cambio climático debido a su capacidad de fijar carbono atmosférico.

Los límites permisibles establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2392:2007 de requisitos de hierbas aromáticas, nos indica que la máxima concentración de plomo es de 10 mg/kg (INEN, 2016). En la Tabla 23 y Figura 38, se muestran los niveles de plomo presentes en plantas medicinales sembradas y adquiridas en los mercados de Cuenca, las concentraciones más altas de las plantas sembradas están presentes en la zona centro-María Auxiliadora (210.567 mg/kg), y las más baja en la zona sur-cdla 11 de Octubre (85.7 mg/kg), valores superiores a los encontrados por (Galarza, 2017) con 6.33 mg/kg en hortalizas sembradas en la parte Norte de la ciudad Cuenca e inferiores encontrados por (Mora, 2017) con 233 mg/kg en especies hortícolas sembradas en el Centro histórico de Cuenca.

Con respecto a las plantas adquiridas en los mercados los niveles más altos de plomo se encuentran en la zona sur-Mercado el Arenal (197.73 mg/kg), y las más baja en la zona centro-Mercado 10 de Agosto (56 mg/kg) superando los límites permisibles establecidos

por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2392:2007 valores superiores a los encontrados por (Carrera, 2016) quien realizó un estudio en el que se analizó la concentración plomo en plantas de toronjil y taraxaco en 30 mercados del distrito metropolitano de Quito encontrado un promedio de 0,267 mg/kg de plomo, valores que están dentro del límite aceptado por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2392:2007.

Las concentraciones de Pb que obtuvimos en las plantas sembradas en las tres zonas de Cuenca presentan un valor promedio de 35,93 mg/kg siendo similares a las reportadas por (królak 2003) 37,3 mg/kg en el área metropolitana de Silesia en Polonia, la semejanza se debe a que se encuentran en un ambiente severamente contaminado por actividades industriales

En mismo orden los límites permisibles establecidos por la Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados, dice que la concentración máxima de plomo en el suelo es de 25 mg/kg de suelo. En la tabla 24 y figura 39, se muestran los niveles de plomo en el suelo de las tres zonas donde fueron sembradas las plantas medicinales, las concentración más alta se presentan en la zona norte-Universidad Politécnica Salesiana con 172 mg/kg y las más baja en la zona sur-cdla. 11 de Octubre con 88.6 mg/kg, valores superiores a los encontrados por (Tello, 2015) en suelos de la cdla. Calderón (37.57 mg/kg) y Uncovía (78.22 mg/kg).

7. CONCLUSIONES

1. Las concentraciones de plomo tanto en plantas medicinales sembradas como adquiridas en los mercados son de un promedio de 144.01 mg/kg y 129. 63 mg/kg respectivamente excediendo los límites permisibles establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2392:2007 de requisitos de hierbas aromáticas (10 mg/kg). Razón por la cual, no se recomienda el consumo humano de estas plantas medicinales ya que pueden causar daños en la salud.
2. La captura de CO₂ total de las plantas medicinales sembradas fue de 0.015389 Tn/m² y de las adquiridas en mercados fue de 0.022986 Tn/m², la especie que logró mayor retención de carbono en las plantas sembradas fue la manzanilla con 0,0048977 TnCO₂/m² y de las adquiridas en mercados fue el toronjil con 0,0072557 TnCO₂/m², como consecuencia estas plantas sirven para hacer frente al efecto invernadero evitando que este gas se emita a la atmosfera.

3. Al realizar el análisis comparativo se verificó que los niveles de plomo en las plantas sembradas en las zonas de estudio presentaron un valor total de 431,50 mg/kg superando las concentraciones de plomo de las plantas adquiridas en mercados que tuvieron un total de 388,9 mg/kg. Con respecto a la captura de carbono las plantas adquiridas en los mercados mostraron un valor total 0,028986 TnCO₂/m² siendo superiores a las sembradas con un valor total de 0,015389 TnCO₂/m² debido a que estas tenían una mayor cantidad de masa vegetal y por lo tanto una mayor retención de carbono.
4. Se determinaron las concentraciones de plomo en las muestras de suelo antes de la siembra (80,4mg/kg) y después la siembra en los diferentes sectores (Norte 172 mg/kg) (Centro 128,7 mg/kg) (Sur 88,6mg/kg) sobrepasan los límites máximos permitidos según la Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados (25 mg/kg), por lo tanto son suelos no aptos para la siembra de cultivos.
5. Las plantas medicinales utilizadas en este estudio si contribuyen en la lucha contra el cambio climático al absorber en gran cantidad CO₂ para sus procesos metabólicos sirviendo para hacer frente al efecto invernadero evitando que este gas se emita a la atmosfera.

8. RECOMENDACIONES

Por salud pública es conveniente que se realice un monitoreo periódico de plomo en las zonas con más alto tráfico vehicular en la ciudad de Cuenca, ya que incide negativamente en la salud de las personas.

En lugares con alto índice de contaminación no se recomienda la siembra de plantas medicinales para el consumo humano antes bien para embellecer y diversificar el paisaje.

Implementar proyectos de siembra de plantas medicinales ya que es una medida amigable con el ambiente como medida de lucha contra el cambio climático.

9. BIBLIOGRAFIA

Aguirre, A. (2014). Colección y caracterización morfológica de la diversidad de plantas medicinales de las provincias de Loja y Cotopaxi (Universidad Central del Ecuador Facultad de Ciencias Agrícolas). Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3033/1/T-UCE-0004-88.pdf>

- Antamba, M. C. Q. (2012). Estudio de plantas medicinales en los sectores Rumiñahui y Atahualpa e implementación de un huerto demostrativo, Pijal- Imbabura. 2010. (Universidad Politecnica Salesiana Sede Quito). Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3694/6/UPS-YT00116>
- Arroyave, S. M. S., & Restrepo, F. J. C. (2009). Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica. *Semestre Económico*, (23), 22.
- Ávila-Sosa, R., Navarro-Cruz, A. R., Vera-López, O., Dávila-Márquez, R. M., Melgoza-Palma, N., & Meza-Pluma, R. (2011). Romero (*Rosmarinus officinalis* L.): Una revisión de sus usos no culinarios. 14.
- Benito, Y. (2016). Guía específica de trabajo sobre “CO2 y Cambio Climático”. Recuperado de <http://www.programainvestiga.org/pdf/guias2016-17/Guia%20introdutoria%20al%20tema%20CO2%20y%20cambio%20climatico.pdf>
- Bermúdez, A., Oliveira-Miranda, M. A., & Velázquez, D. (2005). La Investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: Una revisión de sus objetivos y enfoques actuales. *Interciencia*, 30(8), 453–459.
- Bermúdez, M. (2010). Contaminación y turismo sostenible. 5.
- Bernal, A. (2011). Evaluación del enraizamiento de esquejes de los cultivares de romero (*Rosmarinus officinalis*.) Crespo e Israelí (Universidad Militar Nueva Granada). Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/11639/2/TESIS%20FINAL%20FINAL.pdf>
- Burbano, H. (2018). El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1), 82. <https://doi.org/10.22267/rcia.183501.85>

- Carrasco, M. (2010). Plantas medicinales en la parroquia principal perteneciente al cantón Chordeleg: Medicina Ancestral (Universidad del Azuay). Recuperado de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6525/1/07787.pdf?fbclid=IwAR0RzG0wfUNaPGtMGuaZrGjiy2OcQwDOP7-4QO3KT3a4soxgRbtL4i0ngNc>
- Carrera. (2016). Determinación microbiológica y de metales pesados en toronjil (*Melissa officinalis*) Y Taraxaco (*Taraxacum officinalis*), Expendidos en los diferentes mercados del Distrito Metropolitano de Quito. (Universidad Politécnica Salesiana sede Quito). Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13224/1/UPS-QT10427.pdf>
- Celis, J., & Morales, J. (2007). Contaminación del Aire Atmosférico por Material Particulado en una Ciudad Intermedia: El Caso de Chillán (Chile). 18. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v18n3/art07.pdf>
- Corral, J. (2017). Monitoreo y análisis de la calidad del aire en la vía Cuenca - Sayausí - el Cajas (Universidad Politécnica Salesiana). Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13322/1/UPS-CT006850.pdf>
- Cuellar, J., Salazar, E., & Dietz, J. (2015). Patrón de cambios del carbono almacenado en el ecosistema debido al cambio de uso del bosque tropical en la Cuenca de Aguaytía, Perú. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1323.6886>
- De la Orden, E. (2010). Contaminación. Recuperado de <http://editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/007-contaminacion.pdf>
- De la Peña, V. (2014). Evaluación de la concentración de plomo y cadmio en suelo superficial de parques y plazas públicas, en tres municipios del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

- Díaz, G. (2012). El cambio climático. *Ciencia y Sociedad*, 37(2), 227.
<https://doi.org/10.22206/cys.2012.v37i2.pp227-240>
- Estrada, S. (2010). Determinación de la actividad antibacteriana in vitro de los extractos de romero (*Rosmarinus Officinalis*) y Tomillo (*Thymus Vulgaris*) (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30258/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>
- FAO. (2002). Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-bl001s.pdf>
- FEMP. (2012). Los sumideros de carbono a nivel local. Recuperado de <http://redciudadesclima.es/sites/default/files/c2dd700737802664a97469104e56f17d.pdf>
- Fernández, F. (2007). Impactos del cambio climático en las áreas urbanas y rurales. (66), 13.
- Fernández, J. (2016). Agricultura urbana y su aporte contra el efecto invernadero en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Universidad Politécnica salesiana, Cuenca.
- Fiallo, V. (2014). Biodiversidad de las especies medicinales. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 9(3). Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962004000300001
- Galán, E., & Romero, A. (2008). Contaminación de suelos por metales pesados. . Madrid: Macla. Recuperado de http://www.ehu.eus/sem/macla_pdf/macla10/Macla10_48.pdf

- Galarza, J. (2017). Determinación de la concentración de elementos contaminantes y bacterias patógenas presentes en un sistema de agricultura urbana compuesto por hortalizas, implementado en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.
- García, S. G. (2010). La Conferencia de Copenhague sobre el Clima y la Declaración Interreligiosa sobre el Cambio Climático: Un acercamiento a la aportación de las religiones a la crisis atmosférica. 21.
- González, M. (2013). Guía técnica del cultivo de Romero (*Rosmarinus officinalis*). Recuperado de <https://docplayer.es/7373729-Guia-tecnica-del-cultivo-de-romero-rosmarinus-officinalis-alvaro-gonzalez-michel-arturo-cruz-falcon-juan-e-vega-mayagoitia.html>
- INEN. (2016). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2392:2007.
- Jerves, R. (2010). Contaminación atmosférica y control de emisiones al aire.
- Konstantinidis, E. M. (2016). El acuerdo climático de París: luces y sombras del nuevo régimen mundial climático. 14.
- Londoño, L. F., & Muñoz, F. G. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 145. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(14\)145-153](https://doi.org/10.18684/BSAA(14)145-153)
- Maldonado, J. M. (2009). Ciudades y contaminación ambiental. 7.
- Marrassini, C., & Gorzalczany, S. (2010). Actividad analgésica de dos especies de *Urtica* con usos etnomédicos en la República Argentina. 26, 9.
- Marti, J. (2011). La contaminación y la salud. 108.
- Martín, M. (2017). Análisis de contaminantes metálicos y minerales en plantas medicinales. Evaluación del riesgo para la salud Humana (Universidad de

- Granada). Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13224/1/UPS-QT10427.pdf>
- Matzdorf, A. (2011). Contaminación Ambiental (atmosférica, visual y acústica) (Universidad Rafael Landívar). Recuperado de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesis/2011/07/01/Matzdorf-Andres.pdf>
- Mendoza, A. (2015). Uso de plantas medicinales para el alivio de la fiebre por los pobladores del asentamiento humano Pedro Castro Alva Chachapoyas-2014. Recuperado de http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/39/FE_171.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Milla, K. (2007). La manzanilla: una forma de consumo global. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2110/211015582004.pdf>
- Mora, C. (2017). Determinación de la concentración de elementos contaminantes y bacterias patógenas presentes en un sistema de agricultura urbana compuesto por hortalizas, implementado en el centro histórico de Cuenca. Universidad politécnica salesiana, Cuenca.
- Morales, M. (2014). Estudio bibliográfico de las propiedades y aplicaciones medicinales de la ortiga mayor (*Urtica dioica*). 63.
- Morales, R. (1997). Plantas y cultura popular: la etnobotánica en España. La Melisa o Toronjil. 2. Recuperado de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/66784/1/155QUERCUS.pdf>
- Moreno, P. (2009). La cumbre de Copenhague, el cambio climático y la responsabilidad de los agricultores. Recuperado de http://www.cenicana.org/pdf_privado/carta_trimestral/ct2009/ct3y4_09/ct3y4_09_p6-9.pdf

- Mosquera, T. (2014). Estudio comparativo de la eficiencia antibacteriana de una mezcla de parabenos frente al aceite de romero (*Rosmarinus officinalis* Lamiaceae) utilizados como conservantes en una formulación cosmética (Universidad Politécnica Salesiana). Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7248/1/UPS-QT05931.pdf>
- Nava, C., & Méndez, M. (2011). Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico y talio). 8.
- OMS. (2016). OMS | Medicina tradicional: Definiciones. Recuperado el 23 de enero de 2019, de https://www.who.int/topics/traditional_medicine/definitions/es/
- OMS. (2018). Intoxicación por plomo y salud. Recuperado el 14 de diciembre de 2018, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
- Osinaga, O., Báez, S., & Cuesta, F. (2014). Monitoreo de diversidad vegetal y carbono en bosques andinos-Protocolo extendido. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/263426343_Monitoreo_de_diversidad_vegetal_y_carbono_en_bosques_andinos-Protocolo_extendido_Protocolo_2_-_Version_1?fbclid=IwAR1LzKlpTJqmztVc6zRaL-jIMAjowweIq89uSA_spx3qJa9fXgoJOQOoEmA
- Pomboza, P., & Quisintuña, L. (2016). Hábitats y usos tradicionales de especies de *Urtica* 1. En la cuenca alta del Río Ambato, Tungurahua- Ecuador. Recuperado de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592016000200002&fbclid=IwAR2ppRzfAmLLWQXEYH82IQEzQbWC6B93mpe947L2y-3j1baIdG-QWbJo6fw
- Porcuna, J. L. (2010). *Urtica Urens* y *Urtica Dioica*. 1.

- Pozo, M. (2014). Uso de las plantas medicinales en la comunidad del Cantón Yacuambi. 83.
- Proaño, D. (2016). El cambio climático y su mitigación: Análisis de la eficiencia de los mercados de carbono en el período 2008 – 2012. 104.
- Ramirez, A. (2013). Cuadro clínico de la intoxicación ocupacional por plomo. <https://doi.org/10.15381/anales.v66i1.1352>
- Reyes, K. (2014). Elaboración de crema cicatrizante a base de Romero (*Rosmarinus officinalis*) Y LLANTEN (*Plantago major*), Machala 2014 (Universidad Técnica de Machala). Recuperado de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1426/7/CD00284-TEISIS.pdf>
- Ríos, K., & Otero, A. (2008). Actividad citotóxica y leishmanicida in vitro del aceite esencial de manzanilla (*Matricaria chamomilla*). 37. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v37n2/v37n2a08.pdf>
- Rodriguez, J. (2008). La contaminación de los suelos. La herencia que no cesa. Recuperado de <https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/2523/09rodriguez.pdf?sequence=1>
- Sánchez, M. J. M., Lorenzo, M. L. G., López, S. M., Martínez, L. B., Pérez, C. H., & Sirvent, C. P. (2015). The analysis of risks for human health in the paradigm of contaminated soil management: The case of Portman Bay. 10.
- Solano, X. (2016). Inhibición de crecimiento bacteriano in vitro de *Streptococcus mutans*, mediante el uso de extracto acuoso y oleoso de romero (*Rosmarinus officinalis*), aplicando la técnica microbiológica de difusión en disco (Universidad Central del Ecuador). Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5375/1/T-UCE-0015-218.pdf>

- Tello, M. (2015). Evaluación del riesgo toxicológico de plomo y cadmio en suelos del entorno del parque industrial de la ciudad de Cuenca. Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador.
- Ugarte, M., & Rojas, S. (2015). La manzanilla y sus propiedades medicinales. Recuperado de http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2075-61942015000100008&script=sci_arttext
- Valtierra, J. (2010). La Dieta del Dióxido de Carbono (CO₂). 51.
- Vargas, F. (2005). La contaminación ambiental como factor determinante de la salud. Recuperado de https://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272005000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Vargas, V. (2012). Elaboración de té aromático a base de plantas cedrón (aloysiacitrodora) y toronjil (mellisaofficinalis) procesado con stevia (stevia rebaudiana bertonii) endulzante natural, utilizando el método de deshidratación (UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI). Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/720/1/T-UTC-0563.pdf>
- Vida naturalia. (2015). Cómo Cultivar Romero | VidaNaturalia. Recuperado el 19 de septiembre de 2018, de <https://www.vidanaturalia.com/como-cultivar-romero/>
- Villenas, E. (2009). Optimización del proceso de secado de la manzanilla (matricaria chamomilla) y del toronjil (melissa officinalis) con la unión de comunidades indígenas y campesinas de Juan Montalvo (ucicjum). (Escuela Politécnica Nacional). Recuperado de <https://docplayer.es/19974257-Escuela-politecnica-nacional.html>
- Vivancos, V. (2014). Estudio de la variabilidad Química, Propiedades Antioxidantes y Biocidas de poblaciones de Poblaciones Espontáneas de Rosmarinus Officinales

en la Región de Murcia (Universidad de Murcia). Recuperado de <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/284820/TVLV.pdf?sequence=1>

WWF. (2001). Protocolo de Kioto. Recuperado de <http://www.ceida.org/prestige/Documentacion/Protocolo%20Kioto.pdf>

Yepes, A., & Buckeridge, M. (2011). Respuestas de las plantas ante los factores ambientales del cambio climático global. *Colombia Forestal*, 14. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4239/423939616005.pdf>

Zhindón, J., & Calle, C. (2019). Evaluación de la presencia de plomo a través de huertos hortícolas agricultura urbana en cinco colegios ubicados en el distrito sur de Cuenca. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador.