



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**CONCENTRACIÓN DE PLOMO Y CAPTURA DE CARBONO EN LA CIUDAD DE
CUENCA: CASO DE ESTUDIO EN AGRICULTURA URBANA**

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

AUTOR: ROMMEL MARTÍN PROAÑO MORA

TUTOR: ING. FREDI LEONIDAS PORTILLA FARFÁN, PhD.

Cuenca - Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Rommel Martín Proaño Mora con documento de identificación N° 1718895285, manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 21 de noviembre del 2023

Atentamente,



Rommel Martín Proaño Mora
1718895285

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Rommel Martín Proaño Mora con documento de identificación N° 1718895285, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Trabajo experimental: “Concentración de plomo y captura de carbono en la ciudad de Cuenca: caso de estudio en agricultura urbana”, el cual 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 concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 21 de noviembre del 2023

Atentamente,



Rommel Martín Proaño Mora
1718895285

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Fredi Leonidas Portilla Farfán con documento de identificación N° 0102824331, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **CONCENTRACIÓN DE PLOMO Y CAPTURA DE CARBONO EN LA CIUDAD DE CUENCA: CASO DE ESTUDIO EN AGRICULTURA URBANA**, realizado por Rommel Martín Proaño Mora con documento de identificación N° 1718895285, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 21 de noviembre del 2023

Atentamente,



Ing. Fredi Leonidas Portilla Farfán, PhD.

0102824331

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mis papás, Romel y Fernanda, por haberme apoyado no solamente en mi camino como estudiante universitario, sino en toda mi formación como persona, por no dejarme solo en mis momentos más difíciles, contrario a esto, estuvieron conmigo incondicionalmente, gracias por creer en mi cuando ni yo mismo lo hacía. Los quiero mucho.

Agradezco infinitamente a Carol, este trabajo investigativo no hubiese podido ser sin tu ayuda, más allá de tenerme paciencia en este tiempo y darme aliento para acabar el trabajo, te uniste a mí para terminarlo, viviré muy agradecido por todo lo que hiciste por mí, esta tesis es tan tuya como mía.

A mi tutor, Dr. Fredi Portilla, usted representa a cabalidad lo que es ser un salesiano, su tolerancia, paciencia y pre disponibilidad para ayudar al prójimo es de admirar, me llevaré sus consejos y le agradezco por formarme como estudiante y ser parte de mi trabajo investigativo.

Por último, agradezco a los ingenieros Sandy y Marlon por haberme ayudado en el laboratorio, esos momentos donde me extendieron la mano los llevo muy dentro de mi corazón.

DEDICATORIA

Este trabajo investigativo es dedicado exclusivamente y con mucho cariño para mi hermano Julián, a quien le deseo mucha suerte en su vida académica y pueda lograr todas las metas que se proponga; siendo este trabajo un ejemplo de que con determinación, responsabilidad y constancia se pueden conseguir grandes cosas.

RESUMEN

La agricultura urbana es un grupo de prácticas que se caracterizan por la producción de alimentos para las personas que viven en el área urbana y suburbana de una ciudad; esta actividad brinda a las personas beneficios como la realización de prácticas saludables, concientización ambiental, abastecimiento alimentario y desarrollo social; las prácticas de agricultura urbana se ven vulneradas cuando existe contaminación ambiental. Esta investigación consistió en la determinación de la presencia de plomo y la captura de carbono en la ciudad de Cuenca mediante la agricultura urbana, por lo que, se utilizaron hortalizas como lechuga de hoja (*Lactuca sativa var. Crispa*), lechuga de repollo (*Lactuca sativa var. Capitata*), col (*brassica viridis*) y brocoli (*brassica oleracea itálica*), que se sembró a nivel de suelo en tres puntos diferentes de la ciudad, que son la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca (campus El Vecino), el colegio Técnico Salesiano y la parroquia María Auxiliadora. Para la determinación de plomo se utilizó el método de absorción atómica y para la captura de carbono mediante la relación de biomasa. En esta investigación se determinó que todas las hortalizas sembradas en los diferentes tratamientos superaron a los límites máximos de plomo impuestos por la normativa europea (0,30 mg/kg), siendo el tratamiento de la Universidad Politécnica Salesiana el que más contaminación por plomo presentó con un valor total de 54,57mg/kg, y la hortaliza que más plomo absorbió fue el brócoli con un valor total de 37,48mg/kg. En lo que concierne a carbono secuestrado, el tratamiento del colegio Técnico Salesiano fue el que más carbono secuestró con un valor total de 0,06762 TonCO₂/metro cuadrado, y la col fue la hortaliza que más CO₂ capturó con un valor total de 0.1 Ton CO₂/metro cuadrado. En fin, todas las hortalizas de los tres tratamientos de esta investigación sobrepasaron el límite máximo permisible de plomo para hortalizas de hoja por la normativa de la Unión Europea (0,30 mg/kg), y en lo que concierne a

captura de carbono la col fue la planta que más CO2 secuestró, por lo que se recomienda esta hortaliza como planta benéfica para la lucha contra el cambio climático

Palabras clave: *Agricultura urbana, cambio climático, plomo, carbono*

ABSTRACT

Urban agriculture is a group of practices specialized on the production of food for people living in urban and suburban areas of a city. This activity provides individuals with benefits such as promoting healthy practices, environmental awareness, food supply, and social development. However, urban agriculture practices can be compromised when there is environmental pollution. The purpose of the research aims to determine the presence of lead and carbon pollution in the city of Cuenca through urban agriculture. Vegetables such as leaf lettuce (*Lactuca sativa var. Crispa*), head lettuce (*Lactuca sativa var. Capitata*), green cabbage (*Brassica viridis*), and broccoli (*Brassica oleracea itálica*) were grown at ground level in three different locations within the city: the Universidad Politécnica Salesiana's Cuenca campus (El Vecino), the Salesian Technical School, and the María Auxiliadora parish. To analyze lead presence, the researchers used the atomic absorption method, while carbon capture was determined through biomass measurement. The study found that all the vegetables grown in the various locations exceeded the maximum limits imposed by European regulations for lead content (0.30 mg/kg). The treatment conducted at the Universidad Politécnica Salesiana showed the highest lead contamination, with a total value of 54.57 mg/kg. Additionally, broccoli was the vegetable with the highest amount of lead absorbed, with a total value of 37.48 mg/kg. Regarding carbon capture, the treatment at the Salesian Technical School showed the highest carbon captured, with a total value of 0.06762 Ton CO₂/square meter, and cabbage was the vegetable that absorbed the most CO₂, with a total value of 0.1 Ton CO₂/square meter. In conclusion, all the vegetables from the three treatments in this research exceeded the permissible maximum limit of lead content for leafy vegetables established by the European Union (0.30

mg/kg). On the other hand, cabbage was identified as the plant that most effectively captured carbon dioxide, making it a recommended vegetable for combating climate change

Key words: *Climate change, urban agriculture, lead, carbon dioxide*

INDICE DE CONTENIDO

1	<u>INTRODUCCIÓN</u>	29
1.1	PROBLEMA.....	29
1.2	DELIMITACIÓN.	31
1.3	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	33
1.4	OBJETIVO GENERAL.....	33
1.5	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	34
1.6	HIPÓTESIS.....	34
2	<u>MARCO TEÓRICO</u>	36
2.1	AGRICULTURA URBANA	36
2.2	SURGIMIENTO DE LA AGRICULTURA URBANA.....	37
2.3	TIPOS DE GRANJA DE AGRICULTURA URBANA	37
2.3.1	GRANJAS Y JARDINES.....	37
2.3.2	HUERTOS COMUNITARIOS.....	38
2.3.3	GRANJAS COMUNITARIAS.....	38
2.3.4	GRANJAS COMERCIALES.....	38
2.4	SEGURIDAD ALIMENTARIA.....	38
2.5	CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.....	39
2.6	CONTAMINACIÓN DEL SUELO	40
2.7	EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO	40
2.7.1	VULNERABILIDAD DEL SUELO	40

2.7.2	BIODISPONIBILIDAD DEL CONTAMINANTE.....	40
2.7.3	MOVILIDAD DEL CONTAMINANTE	41
2.7.4	PERSISTENCIA DEL CONTAMINANTE.....	41
2.7.5	CARGA CRÍTICA.....	41
2.8	CONTAMINACIÓN DEL AGUA	41
2.9	FUENTES DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA	41
2.9.1	FUENTES PUNTUALES	41
2.9.2	FUENTES NO PUNTUALES	42
2.10	CONTAMINACIÓN DEL AIRE.....	42
2.11	MATERIAL PARTICULADO	42
2.12	CAMBIO CLIMÁTICO Y EFECTO INVERNADERO	43
2.13	LA AGRICULTURA URBANA COMO MEDIDA DE MITIGACIÓN FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO	45
2.14	DIÓXIDO DE CARBONO	46
2.15	CICLO DEL CARBONO	46
2.16	FLUJOS DEL CARBONO	47
2.16.1	FOTOSÍNTESIS	47
2.16.2	RESPIRACIÓN DE LAS PLANTAS.....	47
2.16.3	CAÍDA DE HOJARASCA.....	47
2.16.4	RESPIRACIÓN DEL SUELO	47
2.16.5	INTERCAMBIO OCÉANO - ATMÓSFERA	48
2.16.6	COMBUSTIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES Y CAMBIO DE COBERTURA TERRESTRE	48
2.16.7	PROCESOS GEOLÓGICOS.....	48
2.17	PROBLEMAS A LA SALUD CAUSADOS POR EL DIÓXIDO DE CARBONO	49

2.18	CAPTACIÓN UNITARIA DE CARBONO	50
2.18.1	CARBONO EN VEGETACIÓN (CV)	50
2.18.2	CARBONO EN DESCOMPOSICIÓN (CD).....	51
2.18.3	CARBONO EN EL SUELO (CS)	51
2.18.4	CARBONO EN PRODUCTOS (CP).....	51
2.18.5	CARBONO AHORRADO POR SUSTITUCIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES (CF)	51
2.19	PLOMO	51
2.19.1	EFFECTO DEL PLOMO EN LAS PLANTAS.....	52
2.19.2	PROBLEMAS A LA SALUD CAUSADOS POR PLOMO	52
2.20	BOTÁNICA DE LAS HORTALIZAS	54
2.20.1	LECHUGA DE HOJA (<i>LACTUCA SATIVA</i> VAR. <i>CRISPA</i>)	54
2.20.2	LECHUGA DE REPOLLO (<i>LACTUCA SATIVA</i> VAR. <i>CAPITATA</i>).....	54
2.20.3	COL (<i>BRASSICA VIRIDIS</i>)	55
2.20.4	BROCCOLI (<i>BRASSICA OLERACEA</i> <i>ITÁLICA</i>).....	55
3	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	<u>57</u>
3.1	IMPLEMENTAR HUERTOS URBANOS CON HORTALIZAS (COL, BRÓCOLI Y LECHUGA) EN EL NORTE, CENTRO Y SUR DE CUENCA PARA LA DIVERSIFICACIÓN DEL PAISAJE URBANO	57
3.2	DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN LAS HORTALIZAS SEMBRADAS EN ESTE ENSAYO	57
3.2.1	DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO	57
3.3	DETERMINAR LA CAPTURA DE CARBONO EN LAS HORTALIZAS SEMBRADAS EN ESTE ENSAYO	58
3.3.1	CAPTACIÓN DEL CARBONO	58
3.4	ELABORAR UN PLAN AMBIENTAL DE MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN EN BASE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS	58

3.5	MATERIALES Y EQUIPOS	59
3.5.1	MATERIALES Y EQUIPOS PARA LA SIEMBRA Y COSECHA	59
3.5.2	MATERIALES Y EQUIPOS PARA EL ANÁLISIS BIOQUÍMICO DE PLOMO	59
3.5.3	MATERIALES Y EQUIPOS PARA EL ANÁLISIS BIOQUÍMICO DE CO ₂	59
4	<u>RESULTADOS.....</u>	61
4.1	IMPLEMENTAR HUERTOS URBANOS CON HORTALIZAS (COL, BRÓCOLI Y LECHUGA) EN EL NORTE, CENTRO Y SUR DE CUENCA PARA LA DIVERSIFICACIÓN DEL PAISAJE URBANO	61
4.1.1	INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE HUERTOS URBANOS Y LA DIVERSIFICACIÓN DEL PAISAJE.	61
4.1.1.1	Huertos urbanos	61
4.1.1.1.1	Beneficios de los huertos urbanos.....	61
4.1.1.1.2	Riesgos de los huertos urbanos	63
4.1.1.1.3	Clasificación de los huertos urbanos	64
4.1.1.1.4	Importancia de los huertos urbanos.....	64
4.1.1.1.5	Diversificación de paisaje.....	65
4.1.1.1.6	Diversificación del paisaje urbano en los tres tratamientos.	68
4.1.2	IMPLEMENTACIÓN DEL HUERTO URBANO: SIEMBRA, RIEGO, CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES, CONTROL DE MALEZAS Y COSECHA.	72
4.1.2.1	Diseño del huerto urbano.....	72
4.1.2.1.1	Diseño de cajoneras de cultivo	72
4.1.2.1.2	Siembra	73
4.1.2.1.3	Riego	77
4.1.2.1.4	Control de plagas	80

4.1.2.1.5	Control de maleza.....	88
4.1.2.1.6	Producción de las hortalizas	93
<hr/>		105
4.1.2.1.7	Toma de muestras	123
<hr/>		127
4.1.3	DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN LAS HORTALIZAS SEMBRADAS EN ESTE ENSAYO	129
4.1.3.1	Análisis físico químico del sustrato al inicio del ensayo	129
4.1.3.2	Transcurridas 10 semanas desde la siembra se realizó la toma de muestras con la metodología de (Ali & Al-Qahtani, 2012).	130
4.1.3.3	Análisis e interpretación de los resultados y comparación entre los diferentes tratamientos.	137
4.1.3.3.1	Determinación de plomo en las hortalizas del Colegio Técnico Salesiano	137
	Concentración de plomo en el colegio Técnico Salesiano expresado en mg/kg	137
4.1.3.3.2	Determinación de plomo en las hortalizas de la UPS	138
	Concentración de plomo en la Universidad Politécnica Salesiana expresado en mg/kg	139
4.1.3.3.3	Determinación de plomo en las hortalizas de María Auxiliadora.....	140
	Concentración de plomo en el Parroquia María Auxiliadora expresado en mg/kg.....	140
4.1.3.4	Expresión de los resultados en cuadros y figuras estadísticas aplicando SPSS	141
4.1.3.4.1	Comparación de los análisis de concentración de plomo obtenidos de los tres tratamientos.	
	141	
4.1.3.4.2	Comparación de las concentraciones de plomo en las hortalizas entre los tratamientos.....	145

4.1.3.4.3	Comparación de los análisis de presencia de plomo en la lechuga de hoja de los tres tratamientos	147
4.1.3.4.4	Comparación de los análisis de presencia de plomo en la lechuga de repollo de los tres tratamientos	150
4.1.3.4.5	Comparación de los análisis de presencia de plomo en la col de los tres tratamientos	152
4.1.3.4.6	Comparación de los análisis de presencia de plomo en el brócoli de los tres tratamientos .	155
4.1.3.4.7	Promedio de plomo absorbido por las hortalizas en los tres tratamientos	157
4.1.4	DETERMINAR LA CAPTURA DE CARBONO EN LAS HORTALIZAS SEMBRADAS EN ESTE ENSAYO	159
4.1.4.1	Transcurridas 10 semanas desde la siembra se realizó la toma de muestras con la metodología de (Osinaga et al., 2014).	159
4.1.4.2	Análisis e interpretación de los resultados y comparación entre los diferentes tratamientos.	161
4.1.4.2.1	Captura de CO ₂ para las hortalizas del colegio Técnico Salesiano	162
	Captura de CO ₂ para las hortalizas del colegio Técnico Salesiano expresado en Ton CO ₂ /metro cuadrado	163
4.1.4.2.2	Captura de CO ₂ para las hortalizas de la UPS.....	164
	Captura de CO ₂ para las hortalizas de la Universidad Politécnica Salesiana expresada en Ton CO ₂ /metro cuadrado	165
4.1.4.2.1	Captura de CO ₂ para las hortalizas en la Parroquia María Auxiliadora.....	166
4.1.4.2.2	Captura de CO ₂ para las hortalizas de la Parroquia María Auxiliadora expresado en Ton CO ₂ /metro cuadrado	168
4.1.4.3	Expresión de los resultados en cuadros y figuras estadísticas aplicando SPSS	169
4.1.4.3.1	Comparación de los análisis de captura de CO ₂ obtenidos de los tres tratamientos	169
4.1.4.3.2	Comparación de la captura de carbono por hortalizas entre los tratamientos	172

4.1.4.3.3	Comparación de los análisis de captura de carbono en la lechuga de hoja de los tres tratamientos	174
4.1.4.3.4	Comparación de los análisis de captura de carbono en la lechuga de repollo de los tres tratamientos	176
4.1.4.3.5	Comparación de los análisis de captura de carbono de col de los tres tratamientos	179
4.1.4.3.6	Comparación de los análisis de captura de carbono de brócoli de los tres tratamientos	181
4.1.4.3.7	Promedio de carbono capturado por las hortalizas en los tres tratamientos	184
4.1.5	CONTRASTAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE ESTA INVESTIGACIÓN CON LOS RESULTADOS DE INVESTIGACIONES ANTERIORES BASADOS EN LA MISMA TEMÁTICA, EVIDENCIANDO SI LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO Y CARBONO HA AUMENTADO O DISMINUIDO.....	186
4.1.5.1	Obtención de datos de experimentos anteriores realizados en la misma área de estudio y con la misma metodología.	186
4.1.5.2	Comparar los datos de las investigaciones anteriores con la investigación actual	187
4.1.5.3	Determinar el incremento o decremento de la concentración de plomo y captura de carbono	187
4.1.5.3.1	Comparación análisis de plomo distrito sur	187
4.1.5.3.2	Comparación análisis de plomo distrito norte	187
4.1.5.3.3	Comparación análisis de plomo centro histórico	188
4.1.5.4	Expresión de los resultados en cuadros y figuras estadísticas aplicando SPSS	189
4.1.5.4.1	Comparación de los análisis de presencia de plomo en el distrito sur expresados en mg/kg	189
4.1.5.4.2	Comparación de los análisis de presencia de plomo en el distrito norte expresados en mg/kg	191

4.1.5.4.3	Comparación de los análisis de presencia de plomo en el centro histórico expresados en mg/kg	193
4.1.5.4.4	Comparación general de las investigaciones de plomo.....	195
4.1.6	CONTRASTAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE ESTA INVESTIGACIÓN CON LOS RESULTADOS DE INVESTIGACIONES ANTERIORES BASADOS EN LA MISMA TEMÁTICA, EVIDENCIANDO SI LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO Y CARBONO HA AUMENTADO O DISMINUIDO.....	197
4.1.6.1	Obtención de datos de experimentos anteriores realizados en la misma área de estudio y con la misma metodología.	197
4.1.6.2	Comparar los datos de las investigaciones anteriores con la investigación actual	198
4.1.6.3	Determinar el incremento o decremento de la concentración de plomo y captura de carbono	198
4.1.6.3.1	Comparación análisis de carbono distrito sur	198
4.1.6.3.2	Comparación análisis de carbono distrito norte.....	198
4.1.6.3.3	Comparación análisis de carbono centro histórico	199
4.1.6.4	Expresión de la comparación mediante cuadros y figuras utilizando SPSS.....	200
4.1.6.4.1	Comparación de los análisis de captura de carbono en el distrito sur expresados en Ton CO2/metro cuadrado	200
4.1.6.4.2	Comparación de los análisis de captura de carbono en el distrito norte expresados en Ton CO2/metro cuadrado	202
4.1.6.4.3	Comparación de los análisis de captura de carbono en el centro histórico expresados en Ton CO2/metro cuadrado	204
4.1.6.4.4	Comparación general de investigaciones de carbono	206
4.1.7	ELABORAR UN PLAN AMBIENTAL DE MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN EN BASE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS	208

4.1.7.1	Se elaborará en base a los resultados que se obtengan y se propondrá metodologías amigables con el ambiente que mitiguen y prevengan daños futuros a la población.	208
4.1.7.1.1	Plan ambiental para la contaminación por plomo	208
4.1.7.1.2	Plan para la contaminación por CO2	211
5.	<u>DISCUSIÓN</u>	<u>214</u>
6.	<u>CONCLUSIONES</u>	<u>218</u>
7.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>222</u>
8.	<u>ANEXOS</u>	<u>231</u>
	<u>.....</u>	<u>231</u>

INDICE DE FIGURAS

<u>FIGURA 1.</u>	<u>UBICACIÓN DEL HUERTO EN LA UPS.....</u>	<u>32</u>
<u>FIGURA 2.</u>	<u>UBICACIÓN DEL HUERTO EN LA PARROQUIA MARÍA AUXILIADORA.....</u>	<u>32</u>
<u>FIGURA 3.</u>	<u>UBICACIÓN DEL HUERTO EN EL COLEGIO TÉCNICO SALESIANO.....</u>	<u>33</u>
<u>FIGURA 4.</u>	<u>EFFECTO INVERNADERO.....</u>	<u>44</u>
<u>FIGURA 5.</u>	<u>CICLO DEL CARBONO.....</u>	<u>48</u>
<u>FIGURA 6.</u>	<u>DIVERSIFICACION DE PAISAJE MEDIANTE HUERTOS URBANOS EN NUEVA YORK.....</u>	<u>65</u>
<u>FIGURA 7.</u>	<u>CONTRASTE PASAJISTICO DE DETROIT.....</u>	<u>66</u>
<u>FIGURA 8.</u>	<u>JARDINES COMUNITARIOS.....</u>	<u>67</u>
<u>FIGURA 9.</u>	<u>DIVERSIFICACIÓN DEL PAISAJE URBANO EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....</u>	<u>68</u>
<u>FIGURA 10.</u>	<u>DIVERSIFICACIÓN DEL PAISAJE URBANO EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....</u>	<u>69</u>
<u>FIGURA 11.</u>	<u>DIVERSIFICACIÓN DEL PAISAJE URBANO EN EL COLEGIO TÉCNICO SALESIANO.....</u>	<u>71</u>
<u>FIGURA 12.</u>	<u>DIVERSIFICACIÓN DEL PAISAJE URBANO EN LA PARROQUIA DE MARÍA AUXILIADORA.....</u>	<u>71</u>
<u>FIGURA 13.</u>	<u>CAJONERA DE CULTIVO.....</u>	<u>72</u>

<u>FIGURA 14.</u>	<u>SUSTRATO DE HUMUS DE LOMBRIZ.....</u>	<u>73</u>
<u>FIGURA 15.</u>	<u>SIEMBRA DE HORTALIZAS UPS.....</u>	<u>74</u>
<u>FIGURA 16.</u>	<u>SIEMBRA DE HORTALIZAS TÉCNICO SALESIANO.....</u>	<u>75</u>
<u>FIGURA 17.</u>	<u>SIEMBRA DE HORTALIZAS MARÍA AUXILIADORA.....</u>	<u>76</u>
<u>FIGURA 18.</u>	<u>RIEGO EN LAS HORTALIZAS.....</u>	<u>80</u>
<u>FIGURA 19.</u>	<u>PESO DEL AJÍ.....</u>	<u>81</u>
<u>FIGURA 20.</u>	<u>PESTICIDA ORGÁNICO.....</u>	<u>81</u>
<u>FIGURA 21.</u>	<u><i>TRIALEURODES VAPORARIORUM</i> EN HORTALIZAS DE LA PARROQUIA MARÍA AUXILIADORA</u>	<u>84</u>
<u>FIGURA 22.</u>	<u><i>LASIUS NÍGER</i> EN EL COLEGIO TÉCNICO SALESIANO.....</u>	<u>85</u>
<u>FIGURA 23.</u>	<u><i>AGROTIS IPSILON</i> EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....</u>	<u>85</u>
<u>FIGURA 24.</u>	<u><i>BREVICORYNE BRASSICAE</i> EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....</u>	<u>86</u>
<u>FIGURA 25.</u>	<u>HORTALIZAS CON FOLLAJE MASTICADO EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA POR</u> <u><i>BREVICORYNE BRASSICAE</i>.....</u>	<u>86</u>

<u>FIGURA 26.</u>	<u>HORTALIZAS CON FOLLAJE MASTICADO EN EL COLEGIO TÉCNICO SALESIANO POR</u> <u>BREVICORYNE BRASSICAE</u>	<u>87</u>
<u>FIGURA 27.</u>	<u>MATRICARIA CHAMOMILLA EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</u>	<u>89</u>
<u>FIGURA 28.</u>	<u>URTICA DIOICA EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</u>	<u>89</u>
<u>FIGURA 29.</u>	<u>ELEUSINE INDICA EN EL COLEGIO TÉCNICO SALESIANO</u>	<u>90</u>
<u>FIGURA 30.</u>	<u>GAMOCHAETA MERIDENSIS EN EL COLEGIO TÉCNICO SALESIANO</u>	<u>90</u>
<u>FIGURA 31.</u>	<u>ERUCA VESICARIA SSP. SATIVA EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....</u>	<u>91</u>
<u>FIGURA 32.</u>	<u>MATRICARIA CHAMOMILLA EN EL COLEGIO TÉCNICO SALESIANO</u>	<u>91</u>
<u>FIGURA 33.</u>	<u>RETIRO DE FORMA MANUAL DE MALEZAS.....</u>	<u>92</u>
<u>FIGURA 34.</u>	<u>TRIFOLIUM SUBTERRANEUM Y MATRICARIA CHAMOMILLA EN LA PARROQUIA MARÍA</u> <u>AUXILIADORA</u>	<u>93</u>
<u>FIGURA 35.</u>	<u>SEMANA UNO DE LAS HORTALIZAS DEL COLEGIO TÉCNICO SALESIANO.....</u>	<u>94</u>
<u>FIGURA 36.</u>	<u>SEMANA DOS DE LAS HORTALIZAS DEL COLEGIO TÉCNICO SALESIANO</u>	<u>95</u>
<u>FIGURA 37.</u>	<u>SEMANA TRES DE LAS HORTALIZAS DEL COLEGIO TÉCNICO SALESIANO</u>	<u>96</u>
<u>FIGURA 38.</u>	<u>SEMANA CUATRO DE LAS HORTALIZAS DEL COLEGIO TÉCNICO SALESIANO.....</u>	<u>97</u>

<u>FIGURA 39.</u>	<u>SEMANA CINCO DE LAS HORTALIZAS DEL COLEGIO TÉCNICO SALESIANO.....</u>	<u>98</u>
<u>FIGURA 40.</u>	<u>SEMANA SEIS DE LAS HORTALIZAS DEL COLEGIO TÉCNICO SALESIANO.....</u>	<u>99</u>
<u>FIGURA 41.</u>	<u>SEMANA SIETE DE LAS HORTALIZAS DEL COLEGIO TÉCNICO SALESIANO.....</u>	<u>100</u>
<u>FIGURA 42.</u>	<u>SEMANA OCHO DE LAS HORTALIZAS DEL COLEGIO HORTALIZAS TÉCNICO SALESIANO ...</u>	<u>101</u>
<u>FIGURA 43.</u>	<u>SEMANA NUEVE DE LAS HORTALIZAS DEL COLEGIO TÉCNICO SALESIANO</u>	<u>102</u>
<u>FIGURA 44.</u>	<u>SEMANA DIEZ DE LAS HORTALIZAS DEL COLEGIO TÉCNICO SALESIANO</u>	<u>103</u>
<u>FIGURA 45.</u>	<u>SEMANA UNO DE LAS HORTALIZAS DE LA PARROQUIA MARIA AUXILIADORA.....</u>	<u>104</u>
<u>FIGURA 46.</u>	<u>SEMANA DOS DE LAS HORTALIZAS DE LA PARROQUIA MARÍA AUXILIADORA.....</u>	<u>105</u>
<u>FIGURA 47.</u>	<u>SEMANA TRES DE LAS HORTALIZAS DE LA PARROQUIA MARIA AUXILIADORA.....</u>	<u>106</u>
<u>FIGURA 48.</u>	<u>SEMANA CUATRO DE LAS HORTALIZAS DE LA PARROQUIA MARIA AUXILIADORA.....</u>	<u>107</u>
<u>FIGURA 49.</u>	<u>SEMANA CINCO DE LAS HORTALIZAS DE LA PARROQUIA MARIA AUXILIADORA</u>	<u>108</u>
<u>FIGURA 50.</u>	<u>SEMANA SEIS DE LAS HORTALIZAS DE LA PARROQUIA MARÍA AUXILIADORA</u>	<u>109</u>
<u>FIGURA 51.</u>	<u>SEMANA SIETE DE LAS HORTALIZAS DE LA PARROQUIA MARÍA AUXILIADORA.....</u>	<u>110</u>
<u>FIGURA 52.</u>	<u>SEMANA OCHO DE LAS HORTALIZAS DE LA PARROQUIA MARIA AUXILIADORA.....</u>	<u>111</u>

<u>FIGURA 53.</u>	<u>SEMANA NUEVE DE LAS HORTALIZAS DE LA PARROQUIA MARIA AUXILIADORA</u>	<u>112</u>
<u>FIGURA 54.</u>	<u>SEMANA DIEZ DE LAS HORTALIZAS DE LA PARROQUIA MARÍA AUXILIADORA</u>	<u>113</u>
<u>FIGURA 55.</u>	<u>SEMANA UNO DE LAS HORTALIZAS DE LA UPS.....</u>	<u>114</u>
<u>FIGURA 56.</u>	<u>SEMANA DOS DE LAS HORTALIZAS DE LA UPS.....</u>	<u>115</u>
<u>FIGURA 57.</u>	<u>SEMANA TRES DE LAS HORTALIZAS DE LA UPS.....</u>	<u>116</u>
<u>FIGURA 58.</u>	<u>SEMANA CUATRO DE LAS HORTALIZAS DE LA UPS.....</u>	<u>117</u>
<u>FIGURA 59.</u>	<u>SEMANA CINCO DE LAS HORTALIZAS DE LA UPS</u>	<u>118</u>
<u>FIGURA 60.</u>	<u>SEMANA SEIS DE LAS HORTALIZAS DE LA UPS.....</u>	<u>119</u>
<u>FIGURA 61.</u>	<u>SEMANA SIETE DE LAS HORTALIZAS DE LA UPS.....</u>	<u>120</u>
<u>FIGURA 62.</u>	<u>SEMANA OCHO DE LAS HORTALIZAS DE LA UPS.....</u>	<u>121</u>
<u>FIGURA 63.</u>	<u>SEMANA NUEVE DE LAS HORTALIZAS DE LA.....</u>	<u>122</u>
<u>FIGURA 64.</u>	<u>SEMANAS DIEZ DE LAS HORTALIZAS DE LA UPS</u>	<u>123</u>
<u>FIGURA 65.</u>	<u>TOMA DE MUESTRAS EN EL COLEGIO TÉCNICO SALESIANO</u>	<u>125</u>
<u>FIGURA 66.</u>	<u>.....</u>	<u>126</u>

.....	127
<u>FIGURA 67. TOMA DE MUESTRAS EN LA PARROQUIA MARIA AUXILIADORA</u>	<u>127</u>
<u>FIGURA 68. TOMA DE MUESTRAS EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</u>	<u>128</u>
<u>FIGURA 69. TOMA DE MUESTRAS.....</u>	<u>130</u>
<u>FIGURA 70. SECADO DE MUESTRAS.....</u>	<u>131</u>
<u>FIGURA 71. MUESTRAS PULVERIZADAS</u>	<u>131</u>
<u>FIGURA 72. PESO DE MUESTRA PULVERIZADA</u>	<u>132</u>
<u>FIGURA 73. MEZCLA DE MUESTRA PULVERIZADA</u>	<u>132</u>
<u>FIGURA 74. MUESTRAS DIGESTADAS</u>	<u>133</u>
<u>FIGURA 75. MEZCLA DE MUESTRAS DIGESTADAS CON UNA DISOLUCIÓN DE HNO₃ AL 2%.....</u>	<u>133</u>
<u>FIGURA 76. CURVA DE CALIBRACIÓN.....</u>	<u>135</u>
<u>FIGURA 77. MAQUINA ICP</u>	<u>136</u>
<u>FIGURA 78. CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN EL COLEGIO TÉCNICO SALESIANO</u>	<u>137</u>
<u>FIGURA 79. CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</u>	<u>139</u>

<u>FIGURA 80.</u>	<u>CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN EL PARROQUIA MARÍA AUXILIADORA.....</u>	<u>140</u>
<u>FIGURA 81.</u>	<u>COMPARACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE CARBONO EN LOS TRES TRATAMIENTOS</u>	<u>141</u>
<u>FIGURA 82.</u>	<u>BOXPLOT CONCENTRACIONES DE PLOMO</u>	<u>143</u>
<u>FIGURA 83.</u>	<u>COMPARACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE PLOMO POR LAS HORTALIZAS ENTRE LOS TRATAMIENTOS</u>	<u>145</u>
<u>FIGURA 84.</u>	<u>COMPARACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE PRESENCIA DE PLOMO EN LA LECHUGA DE HOJA..</u>	<u>147</u>
<u>FIGURA 85.</u>	<u>COMPARACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE PRESENCIA DE PLOMO EN LA LECHUGA DE REPOLLO</u>	<u>150</u>
<u>FIGURA 86.</u>	<u>COMPARACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE PRESENCIA DE PLOMO EN LA COL.....</u>	<u>152</u>
<u>FIGURA 87.</u>	<u>COMPARACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE PRESENCIA DE PLOMO EN EL BRÓCOLI</u>	<u>155</u>
<u>FIGURA 88.</u>	<u>TOTAL, DE PLOMO ABSORBIDO POR LAS HORTALIZAS EN LOS TRES TRATAMIENTOS</u>	<u>157</u>
<u>FIGURA 89.</u>	<u>PESO FRESCO DE LA MUESTRA</u>	<u>159</u>
<u>FIGURA 90.</u>	<u>PESO DE LA SUBMUESTRA</u>	<u>159</u>
<u>FIGURA 91.</u>	<u>PESO DE LA SUBMUESTRA SECADA</u>	<u>160</u>
<u>FIGURA 92.</u>	<u>CAPTURA DE CARBONO COLEGIO TÉCNICO SALESIANO</u>	<u>163</u>

<u>FIGURA 93.</u>	<u>CAPTURA DE CARBONO UPS.....</u>	<u>165</u>
<u>FIGURA 94.</u>	<u>CAPTURA DE CARBONO EN LA PARROQUIA MARIA AUXILIADORA.....</u>	<u>168</u>
<u>FIGURA 95.</u>	<u>COMPARACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE CARBONO EN LOS TRES TRATAMIENTOS</u>	<u>169</u>
<u>FIGURA 96.</u>	<u>BOXPLOT CONCENTRACIONES DE CARBONO DE LOS TRES TRATAMIENTOS.....</u>	<u>171</u>
<u>FIGURA 97.</u>	<u>CAPTURA DE PLOMO DE LAS HORTALIZAS EN LOS TRES TRATAMIENTOS</u>	<u>172</u>
<u>FIGURA 98.</u>	<u>COMPARACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE LA CAPTURA DE CARBONO EN LA LECHUGA DE HOJA</u> <u>_____</u>	<u>174</u>
<u>FIGURA 99.</u>	<u>COMPARACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE LA CAPTURA DE CARBONO EN LA LECHUGA DE</u> <u>REPOLLO _____</u>	<u>176</u>
<u>FIGURA 100.</u>	<u>COMPARACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE LA CAPTURA DE CARBONO EN LA LECHUGA DE</u> <u>BRÓCOLI _____</u>	<u>179</u>
<u>FIGURA 101.</u>	<u>COMPARACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE LA CAPTURA DE CARBONO EN LA LECHUGA DE</u> <u>BRÓCOLI _____</u>	<u>181</u>
<u>FIGURA 102.</u>	<u>CAPTURA DE PLOMO DE LAS HORTALIZAS EN ESTA INVESTIGACIÓN</u>	<u>184</u>
<u>FIGURA 103.</u>	<u>COMPARACIÓN DE ANÁLISIS DE PRESENCIA DE PLOMO EN EL DISTRITO SUR</u>	<u>189</u>
<u>FIGURA 104.</u>	<u>COMPARACIÓN DE ANÁLISIS DE PRESENCIA DE PLOMO EN EL DISTRITO NORTE.....</u>	<u>191</u>

<u>FIGURA 105.</u>	<u>COMPARACIÓN DE ANÁLISIS DE PRESENCIA DE PLOMO EN EL CENTRO HISTÓRICO.....</u>	<u>193</u>
<u>FIGURA 106.</u>	<u>COMPARACIÓN ENTRE PRE-PANDEMIA Y POST-PANDEMIA DE LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO</u>	<u>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</u>
<u>FIGURA 107.</u>	<u>COMPARACIÓN ENTRE PANDEMIA Y POST-PANDEMIA DE LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO</u>	<u>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</u>
<u>FIGURA 108.</u>	<u>COMPARACIÓN GENERAL DE LAS INVESTIGACIONES DE PLOMO</u>	<u>195</u>
<u>FIGURA 109.</u>	<u>COMPARACIÓN DE ANÁLISIS DE CAPTURA DE CARBONO EN EL DISTRITO SUR.....</u>	<u>200</u>
<u>FIGURA 110.</u>	<u>COMPARACIÓN DE ANÁLISIS DE CAPTURA DE CARBONO EN EL DISTRITO NORTE.....</u>	<u>202</u>
<u>FIGURA 111.</u>	<u>COMPARACIÓN DE ANÁLISIS DE CAPTURA DE CARBONO EN EL CENTRO HISTÓRICO....</u>	<u>204</u>
<u>FIGURA 112.</u>	<u>COMPARACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIONES DE CARBONO</u>	<u>207</u>
<u>FIGURA 113.</u>	<u>MUESTRAS FRESCAS DE LAS HORTALIZAS</u>	<u>231</u>
<u>FIGURA 114.</u>	<u>MUESTRAS SECAS DE LAS HORTALIZAS PARA LA DETERMINACIÓN DE CO2.....</u>	<u>233</u>
<u>FIGURA 115.</u>	<u>SECADO DE LAS MUESTRAS PARA EL ANÁLISIS DE PLOMO</u>	<u>234</u>
<u>FIGURA 116.</u>	<u>PULVERIZACIÓN DE LAS MUESTRAS DE HORTALIZA SECA.....</u>	<u>235</u>
<u>FIGURA 117.</u>	<u>MUESTRAS DIGESTADAS.....</u>	<u>237</u>

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Problema

La agricultura urbana es una actividad importante para el suministro y abastecimiento de alimentos en las zonas urbanas y en las periferias urbanas, la agricultura urbana tiende a aprovechar pequeñas áreas en solares, parques, jardines, patios o terrazas, con el fin de poder realizar huertos para el cultivo de plantas o con espacios suficientes para la crianza de animales de granja (FAO, 2005).

La agricultura urbana no es algo nuevo, esta práctica se viene llevando a cabo desde hace muchos siglos atrás, puntualmente desde que los seres humanos empezaron a asentarse y a desarrollarse tecnológicamente, creando así las civilizaciones. En la edad antigua existieron culturas como la egipcia, romana, griega y bizantina, en donde estas civilizaciones sembraban dentro de sus urbes productos como hortalizas, plantas medicinales, palmeras y árboles frutales, así la población tenía provisiones de comida; mientras que en la edad media se practicaba la agricultura urbana principalmente en monasterios, palacios y casas privadas, donde existía la presencia de huertos y jardines, para el cultivo de hierbas medicinales y hortalizas (Nadal, 2015).

En el mundo actualmente existen 4400 millones de personas viviendo en zonas urbanas, esta cifra representa al 56% de la población total existente en el mundo; también hay que tomar en cuenta que por la gran población distribuida en las ciudades más del 80% del producto interno bruto mundial se genera en las urbes (Banco Mundial, 2022). La agricultura urbana es necesaria para alimentar a la población que vive en las ciudades, pero además de eso, las personas que practican esta actividad se puede beneficiar económicamente, y se demostró que las personas con pocos recursos son los más beneficiados, ya que utilizan a la agricultura urbana como

mecanismo de supervivencia en contra de la pobreza económica y especialmente la alimentaria (Aubry & Manouchehri, 2019). El cultivo de huertos para familias con pocos recursos puede ayudar hasta con tres dólares diarios, por lo que aparte de mejorar la dieta de estas personas, ayudaría también en su economía (FAO, 2005)

Este proyecto de investigación está realizado con el fin de conocer en la agricultura urbana en la ciudad de Cuenca datos como la captación de carbono que reducirá la cantidad de gases de efecto invernadero que irán a la atmósfera, concentraciones de plomo en las verduras que deterioran la calidad de las hortalizas y las contaminan, diversificación del paisaje en una mezcla combinada de plantas ornamentales con hortalizas que también ayudarán a la fomentación de la agricultura urbana que generará el desarrollo de prácticas saludables en las personas que la apliquen.

El cambio climático es ocasionado por los gases de efecto invernadero, estos gases son generados principalmente por diversas actividades realizadas por el hombre, siendo el dióxido de carbono un gas de efecto invernadero. El dióxido de carbono es el GEI que más presencia tiene en la atmósfera, este gas se libera principalmente por la quema de combustibles fósiles, deforestación y por los diferentes medios de transporte (Boadu, 2016). Las hortalizas que se sembrarán en los tres puntos de la ciudad ayudarán a captar el dióxido de carbono, en donde, verificaré la cantidad de carbono almacenado en las plantas que no llegaron a la atmósfera

El plomo es un metal que lo podemos encontrar de forma natural en la corteza terrestre, pero el ser humano se encarga de emitir este metal por medio de actividades como la quema de combustibles fósiles, la metalurgia, la minería y la fabricación (PubChem, s. f.). El plomo afecta al desarrollo y crecimiento de las plantas (Farouk Nas & Muhammad Ali, 2018); mientras que en los seres humanos se registró que en el año 2019 fallecieron alrededor de dos millones de

personas que ingirieron este metal (OMS, s. f.). En esta investigación hallaremos las concentraciones de plomo presentes en las hortalizas a lo largo de tres puntos situados en la ciudad de Cuenca, viendo así si es factible la presencia de la agricultura urbana en la capital azuaya, sin que esta se vea contaminada.

Esta investigación tiene los siguientes alcances.

1. Los datos obtenidos de la concentración de plomo y la captura de carbono sirven para que la academia y los científicos realicen un análisis e interpretación de la calidad del aire en la ciudad de Cuenca.
2. El gobierno local en base a los resultados obtenidos de la presente investigación puede planificar y decidir acciones en beneficio de la calidad del aire en la ciudad de Cuenca y por ende de la salud de los ciudadanos
3. La colectividad cuencana se nutre de la información obtenida para discriminar cuan fiables son las hortalizas de la agricultura urbana cultivadas, así como, su calidad y beneficio o no para la salud.

1.2 Delimitación.

- **Ubicación geográfica de la Universidad Politécnica Salesiana**



Figura 1. Ubicación del huerto en la UPS

Fuente: (Google maps, 2022)

- **Ubicación geográfica de la Parroquia María Auxiliadora**



Figura 2. Ubicación del huerto en la Parroquia María Auxiliadora

Fuente: (Google maps, 2017)

- **Ubicación geográfica del colegio Técnico Salesiano**



Figura 3. Ubicación del huerto en el colegio Técnico Salesiano

Fuente: (Google maps, 2022)

1.3 Pregunta de investigación

¿Las hortalizas sembradas en la ciudad diversifican el paisaje?

¿Existe presencia de plomo en las hortalizas provenientes de la agricultura urbana?

¿Existe captación de carbono por parte de las hortalizas? ¿las hortalizas sembradas en la AU captan carbono?

¿Existe decrecimiento o aumento en la captura de carbono en las hortalizas sembradas en la AU en el año 2023 frente a las investigaciones realizadas en los años 2018, 2019 y 2020?

¿Existe decrecimiento o aumento en la absorción de plomo en las hortalizas sembradas en la AU en el año 2023 frente a las investigaciones realizadas en los años 2018, 2019 y 2020?

¿Existe un plan ambiental de mitigación y prevención para la contaminación por plomo y carbono en la ciudad de Cuenca?

1.4 Objetivo General

Determinar la presencia de plomo y la captura de carbono en la ciudad de Cuenca (zona urbana) a través de la agricultura urbana, experimentando en lechuga de hoja (*Lactuca sativa* var. *Crispa*), lechuga de repollo (*Lactuca sativa* var. *Capitata*), col (*Brassica viridis*) y brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), comparando los resultados obtenidos con investigaciones similares.

1.5 Objetivos específicos

- Implementar huertos urbanos con hortalizas (col, brócoli y lechuga) en el norte, centro y sur de Cuenca para la diversificación del paisaje urbano.
- Determinar la concentración de plomo en las hortalizas sembradas en este ensayo
- Determinar la captura de carbono en las hortalizas sembradas en este ensayo.
- Contrastar los resultados obtenidos de esta investigación con los resultados de investigaciones anteriores basados en la misma temática, evidenciando si la concentración de plomo y carbono ha aumentado o disminuido.
- Elaborar un plan ambiental de mitigación y prevención en base a los resultados obtenidos.

1.6 Hipótesis

Las hortalizas plantadas diversifican el paisaje urbano / Las hortalizas plantadas no diversifican el paisaje urbano.

El plomo absorbido por las hortalizas sobrepasa el límite permisible para consumo / El plomo absorbido por las hortalizas no sobrepasa el límite permisible para consumo.

Las hortalizas plantadas captaron carbono / Las hortalizas plantadas no captaron carbono.

Los niveles de concentración de plomo aumentaron en comparación a estudios anteriores /

Los niveles de concentración de plomo disminuyeron en comparación a estudios anteriores.

Los niveles de captura de carbono aumentaron en comparación a estudios anteriores / Los niveles de captura de carbono disminuyeron en comparación a estudios anteriores.

2 Marco teórico

2.1 Agricultura urbana

La agricultura urbana es una actividad en donde se producen, procesan y comercializan alimentos en áreas urbanas (Hernández, 2006.). Esta actividad tiene como objetivo la proporción de productos agrícolas para el abastecimiento alimenticio de personas pertenecientes a una urbe (FAO, s. f.).

La agricultura urbana ayuda económicamente, socialmente y ambientalmente a las personas que la practican, mejorando también la calidad del aire de la ciudad. Esta práctica ayuda a la reducción de costos de transporte de los productos, ya que, para su comercialización dentro de la ciudad, los productos no tendrían que venir desde las zonas rurales, sino desde la urbe misma, por lo cual se reduciría en gran número los costos de transporte; la agricultura urbana hablando en términos de beneficios sociales, apoya a la inclusión social y laboral; también la presencia de hortalizas ayudan a reducir los niveles de CO₂, puesto que, existe una gran variedad de hortalizas captadoras de CO₂ (*Biblioteca Nacional de Agricultura*, s. f.).

Existen varias formas donde practicar la agricultura urbana, que van desde jardinería en patios traseros, azoteas y balcones hasta jardinería comunitaria en lotes baldíos y parques (*Dynamic earth learning*, 2022.). Por comodidad existen tantos modos diferentes para practicar esta actividad, puesto que, las urbes no tienen tanto espacio disponible como las zonas rurales, por lo que las personas se ingenian nuevas formas de poder generar sus propios productos agrícolas dentro de la urbe.

2.2 Surgimiento de la agricultura urbana

A lo largo de los siglos la humanidad ha ido evolucionando y creando civilizaciones, desde la revolución industrial el producto interno bruto (PIB) se ha generado en su mayoría en las urbes, por lo que las personas han optado por migrar hacia las ciudades. Hoy en día 4400 millones de habitantes que corresponden al 56% de la población mundial viven en ciudades y el 80% del producto interno bruto (PIB) mundial se genera en las ciudades, se estima que para el 2050 siete de cada diez personas vivirán en ciudades (*Banco Mundial, 2022.*). En el siglo XIX Cuba tuvo varios avances en lo que corresponde a agricultura urbana, esto se dio gracias al comandante en Jefe, que propuso que los habitantes de las ciudades y personas que vivan en la periferia tengan sus propios huertos (Hernández, 2006).

Uno de los ejemplos más grandes de la necesidad de practicar la agricultura urbana se dio en la segunda guerra mundial, cuando Estados Unidos se vio en la obligación de producir alimentos a través de los huertos urbanos, al menos el 40% de los alimentos producidos en el país venían de la agricultura urbana (Dzib Moo et al., 2018).

Por el incremento de la población, el desarrollo de las urbes, la escasez de alimentos por la guerra, la degradación del suelo y los beneficios económicos y sociales, a comienzos del siglo XX la agricultura urbana se convirtió en una actividad que tomó mucha fuerza, ya era practicada en las metrópolis, teniendo como uno de los motivos a la capacidad de suministrar de alimentos frescos a sectores poblacionales con problemas de abastecimientos alimenticios (Hernández, 2006.).

2.3 Tipos de granja de agricultura urbana

2.3.1 Granjas y jardines

Estas suelen pertenecer a instituciones como prisiones, hospitales, escuelas, iglesias, entre otros, donde su objetivo es ayudar y brindar oportunidades a las personas forman parte de estas instituciones (*Biblioteca Nacional de Agricultura, s. f.*)

2.3.2 Huertos comunitarios

Cultivan desde alimentos hasta flores y están ubicados en terrenos pertenecientes a propiedades públicas o fideicomisos de terrenos, estos huertos comunitarios son administrados por residentes locales voluntarios (*Biblioteca Nacional de Agricultura, s. f.*)

2.3.3 Granjas comunitarias

Las granjas comunitarias son espacios comunales de cultivo que son manejados por entidades sin fines de lucro, en donde la comunidad del sector se ve involucrada en la actividad productiva de la granja (*Biblioteca Nacional de Agricultura, s. f.*).

2.3.4 Granjas comerciales

Estas granjas son con fines de lucro, y son manejadas por empresas. Ocupan pequeñas áreas y sus técnicas de cultivo principales son agricultura vertical y sin suelo (*Biblioteca Nacional de Agricultura, s. f.*)

2.4 Seguridad alimentaria

La seguridad alimentaria es cuando las personas disponen de alimentos de calidad y en cantidad, teniendo acceso físico y siendo asequibles económicamente, gozando así de forma oportuna y permanente a los alimentos que requieran, que van a garantizar bienestar y desarrollo en las personas (*FAO, 2011*).

La importancia de investigar en el terreno de la seguridad alimentaria radica en generar estrategias y evaluaciones sobre el cumplimiento de los programas que se encargan de garantizar

que todas las medidas a tomar en este campo se realicen; alrededor de 842 millones de personas se encuentran subnutridas, estas conviven con el hambre y pueden llegar a morir por la forma más extrema de malnutrición (Jiménez Acosta, 2005).

En el 2005, la agricultura urbana ayudó que en áreas urbanas y periurbanas se alimenten 700 millones de personas, que correspondían a un cuarto de la población urbana mundial, en el cual, las personas pobres que viven en estas áreas gastan el 60% de sus ingresos solo en alimentos (FAO, 2005). Según (FAO, 2005) los micro huertos rinden hasta 3 dólares al día, beneficiando económicamente a las personas pobres que residen tanto en las áreas urbanas como en la periferia.

2.5 Contaminación ambiental

Se conoce como contaminación ambiental al proceso cíclico en el cual están inmersos todos los ambientes, como lo son el aire, el suelo y el agua; y los emisores y receptores de los contaminantes son los seres vivos (Domínguez Gual, 2015). La presencia de cualquier agente físico, químico o biológico, o la concentración de varios de estos en un mismo lugar, en donde, estos tengan repercusión en la salud, seguridad y bienestar de los seres vivos es considerado como contaminación ambiental (Anzules & Castro, 2022).

La contaminación ambiental juega un rol importante en la salud humana. La tasa de morbimortalidad en los seres humanos ha aumentado debido a las olas de calor causadas por el calentamiento global, por la acumulación de partículas finas y ozono, las temperaturas extremas de frío y calor, enfermedades cardiovasculares y respiratorias, entre otros factores más (Vargas Marcos, 2005); todo lo antes dicho es causado gracias a la contaminación ambiental por diversas

fuentes de emisión que han sido provocadas por el hombre y su industrialización, dando como resultado perjuicios a la salud de los seres vivos.

2.6 Contaminación del suelo

Un suelo está contaminado cuando existe un desequilibrio físico, químico o biológico, causado por la acumulación de elementos que alcanzan una alta toxicidad en el suelo, lo que afecta a los organismos que residen en él y provoca la pérdida de la productividad del mismo (*Encinas, 2011*).

La contaminación del suelo se da por la entrada de elementos extraños al sistema suelo o por el exceso de un componente propio del suelo, que por su excesiva presencia afecta negativamente sobre los componentes restantes que forman parte del mismo sistema suelo; generando nocividad para los organismos del suelo y sus consumidores (*Solano, 2008*)

2.7 Efectos de la contaminación del suelo

Los efectos causados en el suelo dependen tanto de los contaminantes como de las características del suelo; los factores que influyen a favor del suelo en contra de los contaminantes son los siguientes: (*Encinas, 2011*)

2.7.1 Vulnerabilidad del suelo

Es el grado de sensibilidad del suelo y está directamente relacionado con la capacidad de intercambio catiónico (*Encinas, 2011*)

2.7.2 Biodisponibilidad del contaminante

Es la cantidad de contaminante que puede ser asimilada por los organismos del suelo, y los contaminantes que no son solubles tienden a tener una baja biodisponibilidad (*Encinas, 2011*)

2.7.3 Movilidad del contaminante

Es la capacidad del contaminante para moverse por los horizontes del suelo, mientras el contaminante tenga más movilidad, este se propagará rápido por otros medios (*Encinas, 2011*)

2.7.4 Persistencia del contaminante

Es el tiempo en el que el contaminante va a estar activo en el suelo, los contaminantes que son biodegradables tienden a degradarse de forma rápida en el suelo, por lo que tienen una baja persistencia (*Encinas, 2011*)

2.7.5 Carga crítica

Es todo el contaminante que puede recibir el suelo sin que este se vea afectado por la nocividad del contaminante (*Encinas, 2011*)

2.8 Contaminación del agua

Los contaminantes comunes en el agua pueden ser microorganismos o sustancias químicas; en los microorganismos tenemos a los virales, fúngicos y bacterianos, mientras que en las sustancias químicas se destacan los metales pesados, ya que son los que mayores efectos negativos causan a la salud de los seres vivos, también están los detergentes, las drogas, fertilizantes, insecticidas, residuos tóxicos, jabones, entre otros (*Gómez-Duarte, 2018*).

2.9 Fuentes de la contaminación del agua

Existen dos tipos de fuentes para la contaminación del agua, estas pueden ser puntuales y no puntuales (*Schweitzer & Noblet, 2018*).

2.9.1 Fuentes puntuales

Son fuentes identificables localizables de contaminantes, como por ejemplo refinerías, minas, plantas de tratamiento de aguas residuales, fábricas, centrales eléctricas, entre otros (Schweitzer & Noblet, 2018).

2.9.2 Fuentes no puntuales

Las fuentes no puntuales son aquellas que se distribuyen en una misma área geográfica, como por ejemplo una cuenca hidrográfica, las fuentes de contaminantes van desde fuentes móviles como vehículos de transporte que se mueven sobre un área geográfica y distribuyen los contaminantes, hasta la escorrentía urbana que es la suma acumulativa de varias fuentes puntuales (Schweitzer & Noblet, 2018)

2.10 Contaminación del aire

La contaminación del aire se da cuando un agente físico, químico o biológico modifica las características naturales de la atmósfera, según la OMS el 99% de la población tiende a respirar aire que excede los límites de las pautas de la OMS, respirando así aire con contaminantes. y los principales países que sufren con exposiciones más altas de aire contaminado son aquellos de ingresos bajos y medios (OMS, s. f.).

2.11 Material particulado

Se conoce como material particulado a la mezcla de partículas sólidas y líquidas suspendidas en el aire, estas se pueden liberar a la atmósfera de forma natural o antropogénica (Sierra & Teran, 2012). El material particulado entra a los sistemas de los seres vivos principalmente por las vías respiratorias, por lo que la calidad del aire en las ciudades juega un papel muy importante.

El ser humano libera material particulado a la atmósfera mediante actividades como el transporte, la fabricación, las centrales eléctricas de carbón, la metalurgia, la construcción y otras actividades más, en donde, se queman combustibles como gasolina, carbón, diésel y madera. El problema de la liberación del material particulado es la afectación de este a la salud humana, en donde puede causar diferentes tipos de enfermedades dependiendo del tamaño, la composición, el nivel y el tiempo de exposición al material particulado, y los principales síntomas de exposición son el dolor de garganta, tos persistente, irritación en los ojos y opresión en el pecho, y si la exposición es continua el material particulado puede ocasionar asma y ocasionar muerte de forma prematura (Sierra & Teran, 2012)

2.12 Cambio climático y efecto invernadero

El cambio climático es la serie de cambios a largo plazo de la temperatura y de los patrones climáticos, estos cambios pueden ser causados de forma natural como antropogénica (ONU, s. f.), De forma natural es cuando existen variaciones en el ciclo y solar o cuando los volcanes erupcionan y forman grandes nubes de ceniza que no permite la entrada de la luz solar; también el cambio climático puede ser causado de forma antropogénica, esto se debe principalmente a la quema de combustibles fósiles (ONU, s. f.)

El efecto invernadero es cuando la energía solar entra a la atmósfera del planeta y calienta a la superficie de la tierra, en donde una parte del calor proveniente de la energía solar entrante se refleja en la atmósfera para luego dispersarse (Boadu, 2016). Parte del calor generado por la energía proveniente del sol se mantienen en la tierra gracias a los gases de efecto invernadero, estos gases representan alrededor del 1% de la atmósfera terrestre y los que principalmente resaltan son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y

el ozono; estos gases forman una “manta” sobre la tierra que permiten que el calor del sol pase para luego dispersarse sobre la atmósfera, sin esta capa formado por los gases de efecto invernadero todo el calor rebotara y se dispersaran en la atmósfera, convirtiendo al planeta tierra en un lugar inhabitable por la ausencia de calor (Boadu, 2016)

El problema del efecto invernadero se da cuando existe un aumento desmedido de los gases de efecto invernadero, este incremento de gases es acumulativo; cuando esto sucede se forma una “manta gruesa”, puesto que, se atraparé más calor en la superficie de la tierra causando que esta se sobrecaliente, y ocasionando cambios extremos en las temperaturas y en los patrones climáticos (Boadu, 2016).

Los gases de efecto invernadero son principalmente emitidos por actividades económicas, la generación de energía emite alrededor del 26% de los GEI, el sector industrial emite alrededor del 19% de los GEI, fuentes móviles como los transportistas emiten alrededor del 13% de los GEI y por último el sector de la deforestación y la degradación forestal que emiten alrededor del 17% de los GEI (Panepinto et al., 2021).

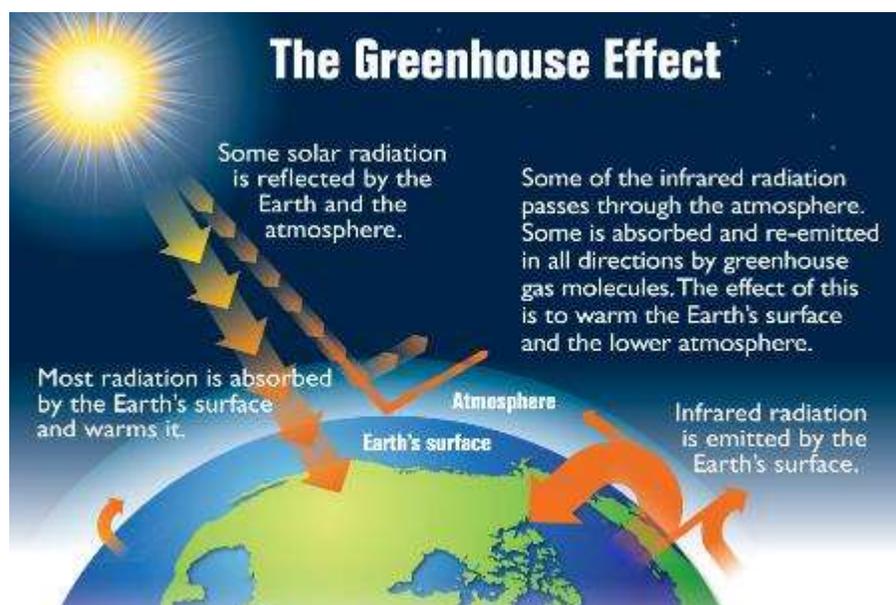


Figura 4. Efecto invernadero

(EPA, 2012)

2.13 La agricultura urbana como medida de mitigación frente al cambio climático

Cuando se habla de medidas de mitigación contra el cambio climático nos referimos a la implementación de tecnologías, actividades y energías renovables que ayudarán a prevenir y reducir la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera (Panepinto et al., 2021).

La agricultura urbana es considerada como una medida de mitigación frente al cambio climático, esto es debido a que esta práctica reduce en gran cantidad la huella de carbono en comparación a las prácticas tradicionales de agricultura en las zonas rurales. Las prácticas tradicionales de agricultura al comprender grandes extensiones en comparación a los reducidos espacios que ocupa la agricultura urbana, por lo que necesitan varias unidades de fertilizantes e insecticidas, estos productos emiten así varios gases de efecto invernadero como los óxidos nitrosos y el dióxido de carbono; mientras que la agricultura urbana ocupa principalmente fertilizantes orgánicos y pesticidas naturales. También se debe hablar de los “food miles” que se define como la distancia por la que son transportados los alimentos desde el lugar donde se produce el alimento hasta el lugar donde va a ser consumido, por obvias razones se generará mayor cantidad de dióxido de carbono en el transporte de los alimentos provenientes de zonas rurales a la ciudad, que de los alimentos que se producen en las mismas zonas urbanas. Por estos motivos la agricultura urbana es considerada como una medida de mitigación, ya que reduce y evita la producción de gases de efecto invernadero.

Se realizó una investigación en Quito para determinar las diferencias que existen entre la agricultura urbana y la agricultura tradicional a lo que se refiere a la producción de la huella de carbono; esta investigación tuvo como resultado que el uso de fertilizantes orgánicos disminuyó en un 64% la producción de dióxido de carbono equivalente, y que también el transporte de productos agrícolas de diferentes lugares hacía Quito produjo un promedio de viaje de 206,5

kilómetros recorridos que generan 101,4 kilogramos de dióxido de carbono equivalente, mientras que el transporte de productos agrícolas generados en la misma urbe tuvo un promedio de viaje de 87,4 kilómetros que emitió 31,9 kilogramos de dióxido de carbono equivalente; esto quiere decir que la agricultura urbana logró reducir en un 88% los gases de efecto invernadero frente a la agricultura tradicional (Montenegro, 2018).

2.14 Dióxido de carbono

El dióxido de carbono (con fórmula CO_2) es un compuesto en donde el carbono se une a dos moléculas de oxígeno mediante un doble enlace para cada molécula de oxígeno respectivamente, este compuesto es utilizado por el ser humano principalmente para el control de reacciones químicas, congelar alimentos y como agente extintor de incendios (PubChem, s. f.-a)

El dióxido de carbono es un gas soluble en agua, que se caracteriza por ser inodoro e incoloro a temperatura y presiones atmosféricas, este gas es más pesado que el aire y puede asfixiarse por el desplazamiento del aire (PubChem, s. f.-a) El CO_2 se produce por la combustión, la fermentación y la respiración, en el aire ambiente normal la concentración es de 0,04%, lo cual es un nivel muy bajo de CO_2 (Permentier et al., 2017).

2.15 Ciclo del carbono

El ciclo del carbono es el proceso en el cual las partículas de carbono van desde la tierra a la atmósfera y viceversa, y dado a que el planeta en el que vivimos y la atmósfera que rodea lo rodea forma un sistema cerrado, la cantidad de carbono en nuestro sistema no varía (US Department of Commerce, s. f.)

2.16 Flujos del carbono

Es la transferencia de carbono de un depósito a otro, y un solo depósito de carbono puede tener varios flujos que suman o eliminan carbono al mismo tiempo (*Globe carbon cycle*, s. f.).

En el ciclo del carbono tenemos los siguientes flujos:

2.16.1 Fotosíntesis

En esta etapa, las plantas usan la energía solar para combinar el CO₂ que se encuentra a su alrededor con el agua del suelo, creando carbohidratos; así el CO₂ es capturado por la planta y eliminado de la atmósfera (*Globe carbon cycle*, s. f.)

2.16.2 Respiración de las plantas

Las células de las plantas para producir energía en el proceso de fotosíntesis consumen carbohidratos, este es el proceso de respiración de las plantas, y aquí liberan CO₂ (*Globe carbon cycle*, s. f.)

2.16.3 Caída de hojarasca

Las hojas, raíces y ramas pertenecientes a las plantas y que caen al suelo o se deslinda de la planta se las conoce como hojarasca, estas partes que fueron de la planta contienen carbono, y cuando estas caen al suelo existe una transferencia de carbono de la planta al suelo (*Globe carbon cycle*, s. f.)

2.16.4 Respiración del suelo

Todos los organismos y microorganismos a través de la respiración también liberan dióxido de carbono; además que cuando todos los organismos y microorganismos mueren y la materia orgánica empieza a descomponerse, el dióxido de carbono se libera a la atmósfera (*Globe carbon cycle*, s. f.)

2.16.5 Intercambio océano - atmósfera

Mediante un proceso de difusión, el carbono inorgánico tiende a liberarse en la superficie de los océanos y a esparcirse por el aire circundante (*Globe carbon cycle*, s. f.)

2.16.6 Combustión de combustibles fósiles y cambio de cobertura terrestre

Actividades humanas como la quema de combustibles fósiles y la deforestación han provocado nuevos flujos de carbono, ya que la quema de combustibles fósiles que son usados como combustibles por el ser humano generan dióxido de carbono que es resultante del proceso de combustión; también el cambio de especies arbóreas por otras que captan menos carbono o la deforestación mediante la tala y quema de plantas generan CO_2 (*Globe carbon cycle*, s. f.)

2.16.7 Procesos geológicos

Todos los flujos están envueltos en este proceso, ya que ayudan a formar las rocas sedimentarias y a su reciclaje por medio de las placas tectónicas, la meteorización y las erupciones volcánicas (*Globe carbon cycle*, s. f.)



Figura 5. Ciclo del carbono

(*Khan Academy*, s. f.)

2.17 Problemas a la salud causados por el dióxido de carbono

El CO₂ es formado en el cuerpo humano como un subproducto que se obtiene a partir del metabolismo celular. Durante la inspiración la sangre que entra al organismo es rica en CO₂ y pobre en O₂, la cual por medio de la circulación se dirige hacia la parte derecha del corazón a través de la vena cava superior e inferior, para luego pasar por la arteria pulmonar y finalmente llegar hacia los pulmones donde se oxigena y por consiguiente liberará CO₂ mediante el proceso de exhalación. El CO₂ cumple numerosas funciones en el cuerpo humano puesto que participa en la respiración celular como ya se mencionó, además de regular el pH sanguíneo. Es de suma importancia mantener los niveles de CO₂ en el rango normal de 23 a 29 mEq/L ya que caso contrario va a ocasionar serios problemas a nivel de la salud (Patel et al., 2022)

Cuando las personas comienzan a retener dióxido de carbono (CO₂) y por ende hay un exceso de este gas en el cuerpo, va a recibir el nombre de hipercapnia o hipercarbia. Entre las causas más frecuente de hipercapnia suelen ser: la hipoventilación o no poder eliminar el CO₂ (Patel et al., 2022)

Se debe mucho cuidado con este gas debido a que si bien es cierto a dosis bajas sus efectos tóxicos son mínimos, pero a dosis mayores a 5% los síntomas que se presentarán serán: taquicardia, arritmias cardiacas, acidosis respiratoria que está cuando se vuelve severa incrementa los niveles a nivel del sistema nervioso parasimpático y esto genera una depresión respiratoria y circulatoria, además consecuentemente altera el estado de conciencia, sabiendo que cuando este gas alcanza concentraciones mayores al 10% genera convulsiones, coma e incluso la muerte (Langford, 2005)

Para saber que la persona está cursando por una hipercapnia o si se tiene ya la sospecha y se desea confirmar, se debe realizar una gasometría arterial. Teniendo como concepto base que la

hipercapnia tiene una $\text{PaCO}_2 > 42$ mmHg, pero en casos donde se tenga que la PaCO_2 sea >45 mmHg y además se tenga una $\text{PaO}_2 < 60$ mmHg a esta condición se la describe como una insuficiencia respiratoria hipercapnia o también conocida como insuficiencia respiratoria grado 2 (Patel et al., 2022)

La relación entre la contaminación del aire y su impacto en la salud de las personas ya está confirmada por varios expertos de distintos campos. Así mismo (Xie et al., 2015) demostraron que existe una estrecha relación entre la emisión de partículas finas con la morbilidad por padecer cardiopatía isquémica en bases de datos obtenidos de Beijing, China (Chen et al., 2019).

2.18 Captación unitaria de carbono

La captación unitaria de carbono es el promedio del carbono que se encuentra en la vegetación, materia en descomposición, suelos, productos forestales y el carbono ahorrado de combustibles fósiles, que han sido reemplazados por la bioenergía, que funciona como una alternativa para la generación de energía (Ordóñez & Masera, 2016).

Para realizar una estimación de la captura de carbono se debe calcular la cantidad de carbono existente en diferentes almacenamientos de carbono, estos pueden emitir como ahorrar carbono (Ordóñez & Masera, 2016). Los almacenes de carbono son los siguientes:

2.18.1 Carbono en vegetación (cv)

Es la adición de carbono de la biomasa aérea de la planta, que corresponde al tronco, hojas, ramas y follaje, más el carbono que está contenido en la biomasa de las raíces (Ordóñez & Masera, 2016)

2.18.2 Carbono en descomposición (cd)

Es la cantidad de carbono contenida en la materia orgánica que está siendo descompuesta, la materia orgánica en estado de descomposición viene proveniente de las ramas, troncos y hojas que se deslindaron de la planta y están en el suelo (Ordóñez & Masera, 2016).

2.18.3 Carbono en el suelo (cs)

Es el carbono que se encuentra presente en las capas que forman parte del suelo forestal, que se ha formado a lo largo de los años por la fragmentación de la roca madre (Ordóñez & Masera, 2016).

2.18.4 Carbono en productos (cp)

Es el carbono contenido y almacenado en los productos forestales, mientras más tiempo de vida tenga el producto, el carbono será almacenado por mayor tiempo (Ordóñez & Masera, 2016).

2.18.5 Carbono ahorrado por sustitución de combustibles fósiles (cf)

No es captura ni secuestro de carbono, se conoce como una alternativa para contabilizar créditos comercializables, en donde se sustituyen a los combustibles fósiles (Ordóñez & Masera, 2016)

2.19 Plomo

El plomo es un elemento químico con símbolo atómico Pb, número atómico 82 y peso atómico 207,2, este es un metal que podemos encontrar en la corteza terrestre y sus principales fuentes de emisión que van desde la quema de combustibles, la minería y la fabricación (PubChem, s. f.).

Los seres vivos se exponen al plomo por medio de actividades desarrolladas por el ser humano, como por ejemplo la mezcla de gasolina con plomo, fundición de plomo, alfarería, pintura a base de plomo, tuberías con presencia de plomo, entre otras actividades más (Farouk Nas & Muhammad Ali, 2018)

2.19.1 Efecto del plomo en las plantas

Los principales efectos que sufren las plantas por la presencia de plomo son la inhibición de las raíces de forma rápida, el crecimiento subdesarrollado de la planta, el ennegrecimiento del sistema de raíces y la clorosis (Farouk Nas & Muhammad Ali, 2018).

El plomo afecta directamente al proceso de fotosíntesis, ya que los iones de plomo que llegan las plantas causan una disminución en la tasa fotosintética, esta se da a consecuencia de la ultra estructura parcial del cloroplasto, el transporte de electrones obstruido, la síntesis restringida de clorofila, el transporte de electrones obstruido, las enzimas del ciclo de Calvin y la deficiencia de dióxido de carbono como efecto del cierre estomático (Farouk Nas & Muhammad Ali, 2018).

Existen especies que cuando hay niveles menores de 1000 mg de plomo por Kg^{-1} de suelo, el plomo tiende a incrementar su concentración en los órganos de la planta, siendo así, que muchas plantas no tienen la capacidad para tolerar estos niveles y se mueren (Méndez et al., 2009)

2.19.2 Problemas a la salud causados por plomo

El plomo puede entrar en el organismo de los seres humanos ya sea de forma respiratoria, digestiva o cutánea; el plomo va a atravesar la piel a través de los folículos pilosos y glándulas sebáceas y sudoríparas, entrando de forma directa al torrente sanguíneo (Gutierrez, Izquierdo, Revert, Lozano & Hardisson, 2004).

El plomo no es biodegradable y se considera como una neurotóxica muy potente que se encuentra muy presente en nuestro día a día, porque lo encontramos en pinturas de edificios, muebles hasta en juguetes por ello afecta a niños porque todo lo que tocan se lo llevan a la boca y esto causa impactos a nivel neurológico, ya que absorben 4 a 5 veces más que los adultos, lo cual es un riesgo porque el plomo causa su mayor impacto el sistema nervioso central y en el cerebro causando una disminución de su desarrollo intelectual y cambios o alteraciones en su comportamiento como la pérdida de atención que resulta en un bajo rendimiento escolar, y teniendo comportamientos agresivos y antisociales, llevando hacia los más grave como convulsiones, coma e incluso la muerte, además en casos que se sobreviva a una intoxicación de este tipo van a presentar discapacidad cognitiva, intelectual y con trastornos en el comportamiento (OMS, s. f.-b)

La OMS reportó que casi 2 millones de vidas se perdieron por la exposición al plomo en 2019, también informó que el plomo representa 21.7 millones de años perdidos en cuanto a la discapacidad intelectual antes mencionada y muerte en todo el mundo por los efectos a largo plazo. (OMS, s. f.).

El plomo afecta a varios órganos, a nivel renal altera el funcionamiento global del túbulo proximal causando un síndrome similar al de Falconi. Además, también es causante del originar de hipertensión y como siguiente paso de esta, desencadena enfermedades a nivel cardiovascular. A nivel hematológico origina anemia debido a que interviene con la función de enzimas que se encargan de producir el grupo hemo e interfiere con la integridad de la membrana de los eritrocitos (Halmo & Nappe, 2022). Por otro lado, a nivel endocrino disminuye la función tiroidea, a nivel gastrointestinal causa estreñimiento, anorexia y dolor abdominal, también afecta al crecimiento y desarrollo del musculo esquelético y por último afecta a la reproducción humana

originando en hombres disminución del libido, disminuye el conteo espermatozoides incluyendo su motilidad, integridad y viabilidad, aumentado las anomalías morfológicas, y en mujeres causando abortos espontáneos, partos prematuros y reduce en ambos sexos el potencial de fertilidad (Kumar, 2018)

2.20 Botánica de las hortalizas

2.20.1 Lechuga de hoja (*Lactuca sativa* var. *Crispa*)

Esta variedad de lechuga se caracteriza por tener forma de cabeza y llegan a pesar hasta 1 kilogramo. Existen dos subtipos llamados Iceberg y Batavia; el subtipo Iceberg se caracteriza porque al final de su crecimiento muestran una cabeza compacta, mientras que el subtipo Batavia tiene una cabeza pequeña, de menor densidad y con forma irregular. Al comienzo del desarrollo de la planta esta tiene un estado de roseta, pero a medida que las hojas van alargando y aumentando en cantidad, que provoca el aumento del grosor de la planta, da como resultado que la lechuga en la etapa de maduración sea más ancha que larga. Cuando esta planta alcanza entre diez a doce hojas, las hojas van encorvando, cubriendo una hoja a la otra y llegando a formar capas, dándole una forma esférica a la planta; estas plantas pueden ser cosechadas entre setenta y noventa días luego de su siembra (Saavedra, 2017).

2.20.2 Lechuga de repollo (*Lactuca sativa* var. *Capitata*)

Esta variedad de lechuga se caracteriza por formar un cogollo apretado y sus hojas tienen forma ancha. Se conoce a esta variedad de lechuga con nombres como lechuga de amarra, mantecosas o españolas, las hojas de esta lechuga tienen hojas lisas, delgadas, orbiculares, anchas, sinuosas y su textura es suave, las hojas que se encuentran en la parte interna de la planta

van formando cogollos de color amarillo al ir envolviendo a las hojas nuevas. Las plantas sembradas en el verano son más grandes que las sembradas en el invierno, las sembradas en el invierno son más pequeñas y con menor llenado; estas plantas llegan a la maduración setenta días luego de su siembra (Saavedra, 2017)

2.20.3 Col (*Brassica viridis*)

Pertenece a la familia de las Brassicáceas, esta tiene un tallo que no se excede de los treinta centímetros y las hojas primarias se extienden hasta treinta centímetros de largo, mientras que las hojas que se producen luego crecen de forma parcial, siendo así que las hojas finales no cubren completamente a las hojas que se formaron al inicio, estas pueden tener forma oval, oblongas, lisas, circulares o rizadas, se caracterizan por formar un cogollo compacto. Esta especie puede madurar tanto de forma tardía como de forma temprana, cuando maduran de forma temprana es porque demoran alrededor de cincuenta días en hacerlo, estas tienen cogollos pequeños y no pueden ser almacenadas, por lo que su consumo debe ser rápido, mientras que, cuando maduran de forma tardía es porque demoran alrededor de ochenta días en hacerlo, estas producen cogollos de mayor tamaño y su pueden ser almacenadas, ya que persisten en el tiempo (Alvarado, 2016).

2.20.4 Broccoli (*Brassica oleracea itálica*)

Perteneciente a la familia de las Cruciferaeae, su origen radica en Europa, y Siberia con Italia son los países líderes en el cultivo de esta hortaliza. El broccoli presenta un tallo de veinte a cincuenta centímetros de largo con un diámetro que varía entre dos a seis centímetros; las hojas

son de color verde oscuro, risadas y con ligeras espículas, las flores se caracterizan por ser actinomorfas con cuatro pétalos que tienen forma de cruz (Zamora, 2013).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Implementar huertos urbanos con hortalizas (col, brócoli y lechuga) en el norte, centro y sur de Cuenca para la diversificación del paisaje urbano

1. Investigación bibliográfica sobre huertos urbanos y la diversificación del paisaje.
2. Diseño del huerto urbano.
3. Implementación del huerto urbano: siembra, riego, control de plagas y enfermedades, control de malezas y cosecha.
4. Fotografía.

3.2 Determinar la concentración de plomo en las hortalizas sembradas en este ensayo

1. Análisis físico químico del sustrato al inicio del ensayo
2. Transcurridas 10 semanas desde la siembra se realizará la toma de muestras con la metodología de (Ali & Al-Qahtani, 2012).
3. Análisis e interpretación de los resultados y comparación entre los diferentes tratamientos.
4. Expresión de los resultados en cuadros y figuras estadísticas aplicando SPSS o R estudio

3.2.1 Determinación de la concentración de plomo

Para la determinación de la concentración de plomo se me tomó un método que fue propuesto por (Ali & Al-Qahtani, 2012) y que fue usado en investigaciones anteriores por colegas de la carrera como lo son (Galarza, 2017) y (Calle & Zhindón, 2018).

3.3 Determinar la captura de carbono en las hortalizas sembradas en este ensayo

1. Análisis físico químico del sustrato al inicio del ensayo.
2. Transcurridas 10 semanas desde la siembra se realizará la toma de muestras con la metodología de (Osinaga et al., 2014).
3. Análisis e interpretación de los resultados y comparación entre los diferentes tratamientos.
4. Expresión de los resultados en cuadros y figuras estadísticas aplicando SPSS o R

3.3.1 Captación del carbono

Para conocer la captación de carbono de las hortalizas utilizadas en esta investigación se utilizó un método propuesto por (Osinaga et al., 2014) que también fue empleado en las investigaciones de (Calle & Zhindón, 2018) y (Galarza, 2017)

3.4 Elaborar un plan ambiental de mitigación y prevención en base a los resultados obtenidos

1. Se elaborará en base a los resultados que se obtengan y se propondrá metodologías amigables con el ambiente que mitiguen y prevengan daños futuros a la población.:

Metodología	Autor
Metodología para los proyectos de Eficiencia Energética destinados a la reducción del consumo de combustibles fósiles	MIT (Ministerio para la transición ecológica y reto demográfico España)
Metodología para la reducción de la huella de carbono	Carbon trust
Metodología para la regulación de plomo	Reglamento 2021/1317 UE

3.5 Materiales y equipos

3.5.1 Materiales y equipos para la siembra y cosecha

Materiales

Guantes

Humus de lombriz

Madera

Semillas de las hortalizas (Lechuga de hoja, lechuga de repollo, col y brócoli)

Agua

Pala

Bolsas plásticas de cierre hermético

3.5.2 Materiales y equipos para el análisis bioquímico de plomo

Materiales

Guantes

Mandil

Mortero

Crisol

HNO₃

Tubos digestores

Balón de aforo

Tubos de ensayo

Tubos ependorf

Muestras de las hortalizas

Equipos

Estufa

Balanza

Microondas digestor

ICP

3.5.3 Materiales y equipos para el análisis bioquímico de CO₂

Materiales

Guantes

Equipos

Estufa

Mandil	Balanza
Bolsas plásticas de cierre hermético	
Muestras de las hortalizas	

4 RESULTADOS

4.1 Implementar huertos urbanos con hortalizas (col, brócoli y lechuga) en el norte, centro y sur de Cuenca para la diversificación del paisaje urbano

4.1.1 Investigación bibliográfica sobre huertos urbanos y la diversificación del paisaje.

4.1.1.1 Huertos urbanos

Se puede definir a los huertos urbanos como cualquier tipo de actividad agrícola (tanto alimentaria como no alimentaria) que tiene lugar dentro de las ciudades o en sus alrededores, promoviendo educación ambiental y cohesión social. (Lal, 2020)

Los huertos urbanos datan a lo largo de la historia, donde las describen como prácticas muy importantes, especialmente durante periodos de crisis social, económica y ambiental (Ej: gran depresión, primera y segunda guerra mundial, colapso de la unión soviética, etc). (Tomatis et al., 2023)

4.1.1.1.1 Beneficios de los huertos urbanos

Los huertos urbanos ayudan al desarrollo social y económico de las personas que lo practican, se dice que por cien metros cuadrados de horticultura se genera un empleo, y las personas que más se pueden beneficiar para conseguir el trabajo son las mujeres pobres y minorías (Dzib Moo et al., 2018).

Esta práctica incentiva el progreso de las comunidades y ayuda a la economía de las personas que lo practican, esto es debido a que los productores consumen productos como hortalizas y frutas, se forman paisajes naturales que ayudan a la conexión del ser humano con la naturaleza, y además las personas adquirirán conocimientos sobre sistemas ecológicos, cultivo, preparación de alimentos, salud y bienestar (Litt et al., 2011).

En Flint, Michigan se hizo un estudio con 766 participantes adultos, en el cual querían estudiar la repercusión de los huertos urbanos en las personas pertenecientes a esta ciudad; esta investigación tuvo como resultado que las personas que pertenecen a jardines comunitarios consumen frutas y vegetales 1,4 veces más al día que las personas pertenecientes a su mismo hogar que no están inmersos en jardines comunitarios; y además las personas pertenecientes a estos jardines comunitarios tienen 3,5 veces más de probabilidad de alimentarse por frutas y verduras al menos por cinco veces al día (Alaimo et al., 2008).

Los principales beneficios de los huertos urbanos son:

- A nivel de alimentación
 - Productos frescos
 - Mejor nutrición
 - Hierbas medicinales
 - Fuente de proteína, vitamina y micronutrientes (Lal, 2020).
- A nivel ambiental
 - Producción ecológica
 - Alta biodiversidad
 - Favorece microambientes
 - Regulación ambiental
 - Reducción del carbono local (Lal, 2020).
- A nivel económico
 - Ahorro financiero
 - Oportunidades de trabajo
 - Más ingresos disponibles (Lal, 2020).

- A nivel del ecosistema
 - Biodiversidad mejorada
 - Microclima moderado
 - Mejora la calidad de agua
 - Control de la escorrentía e inundación (Lal, 2020).

4.1.1.1.2 Riesgos de los huertos urbanos

Los huertos urbanos se pueden convertir en un problema cuando esta no tiene los permisos necesarios, y tampoco existe el reconocimiento de políticas agrícolas que ayuden a un mejor control de esta actividad, muchos países no cuentan con estas políticas, por lo cual muchos productores operan sin permisos (Dzib Moo et al., 2018). La falta de reconocimiento hacia la agricultura urbana hace que esta actividad sea “invisible”, puesto que, existe deficiencia de asistencia y supervisión pública (Dzib Moo et al., 2018).

También existen contaminantes potenciales que pueden afectar a los alimentos cultivados en la ciudad, en donde, debemos tomar en cuenta la relación entre el lugar de siembra y las fuentes de contaminación cercanas. La contaminación en los huertos urbanos se puede dar por suelo, aire y agua; se da por suelo cuando los contaminantes se transfieren a través del sistema de raíces, por aire cuando las plantas absorben los contaminantes mediante sus partes que se encuentran arriba del suelo, y por agua cuando se usan pesticidas dañinos, estos últimos pueden causar contaminación bacteriológica o fitosanitaria en la agricultura urbana (Aubry & Manouchehri, 2019).

4.1.1.1.3 Clasificación de los huertos urbanos

La agricultura urbana (UA) engloba una amplia variedad de iniciativas, como granjas urbanas, que incluyen diversas formas de cultivo en entornos urbanos. Estas iniciativas abarcan una amplia gama de opciones, como huertos familiares, jardines comunitarios, jardines colectivos, jardines terapéuticos, jardines privados, jardines de servidumbre, jardines familiares, jardines educativos y escolares, jardines verticales y cultivo hidropónico, jardines de guerrilla, huertos interiores, jardines de ventana, jardines de balcón, jardines de azotea, entre otros. (Tomatis et al., 2023)

4.1.1.1.4 Importancia de los huertos urbanos

Los huertos urbanos tienen el potencial de beneficiar a las comunidades cercanas al posibilitar la disponibilidad de productos agrícolas, fomentar elecciones conscientes relacionadas con la alimentación y reducir los gastos de salud de las personas que las integran. Además, durante la pandemia del COVID-19, los huertos urbanos desempeñan un papel fundamental debido a la interrupción en la cadena de suministro de alimentos y las dificultades económicas que limitaron el acceso a los alimentos. Se enfrentó a un alarmante aumento en el desperdicio de alimentos debido a la escasez de mano de obra. La producción de alimentos en entornos urbanos abarca una variedad de métodos, como la agricultura en pequeña escala en los hogares, los huertos comunitarios locales, los huertos interiores y en los tejados, así como la agricultura vertical. Entonces estas prácticas contribuyen al fortalecimiento del suministro de diversos servicios ecosistémicos (Lal, 2020).

4.1.1.1.5 Diversificación de paisaje

Representa un valioso recurso estratégico para combatir la inseguridad alimentaria y nutricional, así como la vulnerabilidad a la pobreza y el cambio climático. Esto hace referencia a un cultivo de numerosas especies de plantas que en conjunto crean un mutuo beneficio en un paisaje determinado. Hay una estimación de 250 mil y 280 mil especies de plantas con flores. Se debe esclarecer que la diversificación conlleva a una elección cuidadosa y deliberada de especies y no plantar de manera desmesurada cien tipos de plantas diferentes. (Practice No. 8 Diversification, 2013).



Figura 6. Diversificación de paisaje mediante huertos urbanos en Nueva York

Fuente. Adonay Perrozzi, 2020

La generación de huertos urbanos aportan a la generación de recursos paisajísticos naturales y culturales (Tejeda & Manjarrez, 2021). La diversificación de paisaje urbano ayuda al embellecimiento del mismo, siendo así que, la implementación de áreas verdes ayuda a mejorar las relaciones entre los seres humanos y el ambiente, logrando mejorar la calidad de vida y la calidad ambiental dentro de una urbe (Ojeda Revah & Espejel, 2014).

Las zonas urbanas se están caracterizando por tener pocas áreas verdes, y las contadas áreas verdes que existen en las ciudades suelen ser de plantas ornamentales, por lo que agregar otro tipo de planta sería diversificar el paisaje urbano. Según el estudio de (Sarmiento & Veselovschi, 2017) la implementación de huertas en zonas urbanas hace que los ciudadanos desarrollen vínculos de afecto, ya que con el tiempo la persona genera un vínculo de pertenencia con las plantas que siembra, mediante el desarrollo de capacidades como la percepción y la identidad. También, las personas que participaron en este estudio y de cómo sería tener su propio huerto urbano, asociar la implementación de estos huertos al embellecimiento de su casa (Sarmiento & Veselovschi, 2017)



Figura 7. Contraste pasajístico de Detroit

Fuente. The Greening of Detroit, 2020



Figura 8. Jardines Comunitarios

Fuente. Walt Sandford, 2020

Se logra una diversificación urbana con hortalizas cuando este conjunto de plantas logra contrastar con un entorno en donde únicamente existen plantas ornamentales, edificaciones y pavimento (Alvarado, 2016). La implementación de huertos de hortalizas ayuda a la diversificación del paisaje en las grandes urbes, esto debido a que las hortalizas tienen recursos florísticos domésticos útiles, logrando generar valor e importancia en las ciudades a las hortalizas, puesto que estas plantas se producen generalmente en las zonas rurales (Monroy, 2017).

4.1.1.1.6 Diversificación del paisaje urbano en los tres tratamientos.

— Universidad Politécnica Salesiana



Fuente. Autor, 2023

Fuente. Autor, 2023

Figura 9. Diversificación del paisaje urbano en la Universidad Politécnica Salesiana

Fuente. Autor, 2023



Fuente: Autor, 2023



Fuente: Autor, 2023



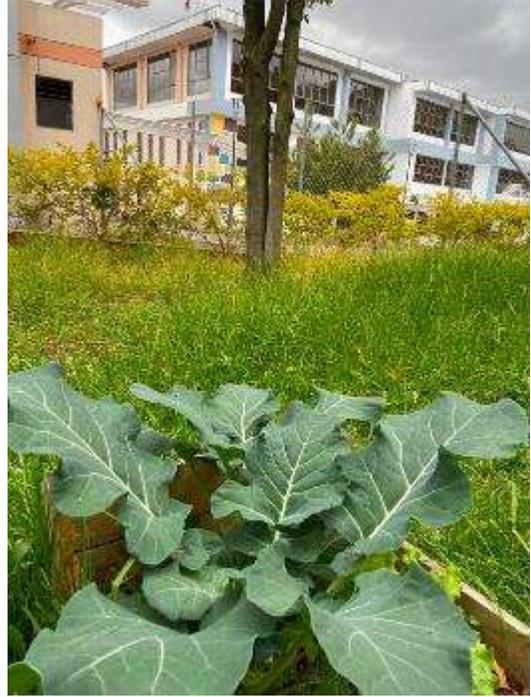
Figura 10. Diversificación del paisaje urbano en la Universidad Politécnica Salesiana

Fuente. Autor, 2023

— Colegio Técnico Salesiano



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 11. Diversificación del paisaje urbano en el colegio Técnico Salesiano



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 12. Diversificación del paisaje urbano en la parroquia de María Auxiliadora

4.1.2 Implementación del huerto urbano: siembra, riego, control de plagas y enfermedades, control de malezas y cosecha.

4.1.2.1 Diseño del huerto urbano.

4.1.2.1.1 Diseño de cajoneras de cultivo

Para la siembra de las hortalizas se construyeron doce cajoneras de cultivo hechas de madera, con las siguientes medidas:

- Largo: 160 centímetros
- Ancho: 50 centímetros
- Profundidad: 30 centímetros



Figura 13. Cajonera de cultivo

Fuente. (*Cocopot*, s. f.)

Las cajoneras de cultivo estuvieron ubicadas en la Universidad Politécnica Salesiana, parroquia María Auxiliadora y en el colegio Técnico Salesiano. Por cada institución se ubicaron cuatro cajoneras, estas cajoneras estaban colocadas en los parqueaderos y zonas donde existía tránsito vehicular.

4.1.2.1.2 Siembra

Para la siembra se distribuyeron cuatro cajoneras de cultivo en las tres áreas donde se realizó el experimento. Por cada cajonera se sembró una especie de hortaliza, siendo estas, lechuga de hoja (*Lactuca sativa* var. *Crispa*), lechuga de repollo (*Lactuca sativa* var. *Capitata*), col (*Brassica viridis*) y brocoli (*Brassica oleracea itálica*).

El sustrato de tierra utilizado fue humus de lombriz. La siembra se realizó el 30 de marzo del 2023.



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 14. Sustrato de humus de lombriz



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 15. Siembra de hortalizas UPS

– Colegio Técnico Salesiano



Fuente. Autor, 2023

Fuente. Autor, 2023

Figura 16. Siembra de hortalizas Técnico Salesiano

– María Auxiliadora



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 17. Siembra de hortalizas María Auxiliadora

4.1.2.1.3 Riego

Según (ETAPA, 2023), las precipitaciones suscitadas en los meses de abril y mayo acumularon 20 milímetros de lluvia por día, siendo así que la ciudad de Cuenca presentó precipitaciones más largas y de mayor intensidad en comparación a registros de años anteriores; por lo que no existió la necesidad de la implementación de un riego periódico, por lo cual, el riego se realizó cuando no existan días de lluvia, y se lo realizó de forma manual.

Desde la siembra realizada el jueves 30 de marzo, hasta la semana de cosecha que empezó la semana del 13 de junio, existieron diecinueve días donde no se presentaron precipitaciones. De los diecinueve días que no existieron precipitaciones seis días fueron en abril, nueve días fueron en mayo y cuatro días de esos fueron en junio.

Fechas donde no se presentaron precipitaciones en la ciudad de Cuenca

Mes	Día
Marzo	Se presentaron precipitaciones
Abril	Martes 9, jueves 11, viernes 12, jueves 18, lunes 22
Mayo	Miércoles 1, viernes 3, sábado 4, jueves 9, sábado 11, domingo 12, viernes 17, sábado 18,
Junio	Sábado 1, domingo 2, martes 11

El cronograma de riego fue el siguiente:

Cronograma de riego

Fecha	Ubicación
Martes 9 de abril	Técnico Salesiano y Parroquia María Auxiliadora
Jueves 11 de abril	Universidad Politécnica Salesiana, Técnico Salesiano y Parroquia María Auxiliadora
Viernes 12 de abril	Técnico Salesiano y Parroquia María Auxiliadora
Jueves 18 de abril	Universidad Politécnica Salesiana, Técnico Salesiano y Parroquia María Auxiliadora
Lunes 22 de abril	Técnico Salesiano y Parroquia María Auxiliadora
Miércoles 1 de mayo	Universidad Politécnica Salesiana, Técnico Salesiano y Parroquia María Auxiliadora
Viernes 3 de mayo	Técnico Salesiano y Parroquia María Auxiliadora
Jueves 9 de mayo	Universidad Politécnica Salesiana, Técnico Salesiano y Parroquia María Auxiliadora
Viernes 17 de mayo	Técnico Salesiano y Parroquia María Auxiliadora

Martes 11 de junio

Universidad Politécnica Salesiana, Técnico
Salesiano y Parroquia María Auxiliadora

4.1.2.1.4 Control de plagas

Para el control de plagas se utilizó un insecticida natural, este insecticida fue hecho a base de ají.



Figura 18. Riego en las hortalizas

Fuente. Autor, 2023

Los materiales usados para el insecticida natural fueron los siguientes:



Figura 19. Peso del ají

Fuente. Autor, 2023



Figura 20. Pesticida orgánico

Fuente. Autor, 2023

Materiales	Sustancias
Atomizador	Agua 1 litro
Ají 120 gramos	
Cernidor	
Licuada	

Se licuó a alta velocidad alrededor de seis a diez ajíes (de cualquier tipo) con dos tazas de agua por dos minutos, luego se dejó que repose durante toda la noche para al siguiente día filtrar y agregar otro vaso de agua. Al producto resultante se lo colocó en un atomizador (Belén, 2020).

Cronograma de fumigación

Fecha	Ubicación
19/04/2023	Colegio Técnico Salesiano, Universidad Politécnica Salesiana y Parroquia María Auxiliadora
26/04/2023	Colegio Técnico Salesiano, Universidad Politécnica Salesiana y Parroquia María Auxiliadora
10/05/2023	Universidad Politécnica Salesiana
11/05/2023	Colegio Técnico Salesiano y Parroquia María Auxiliadora
2/06/2023	Colegio Técnico Salesiano, Universidad Politécnica Salesiana y Parroquia María Auxiliadora

Durante el ensayo existieron dos plagas que fueron las hormigas (formicidae) y mosca blanca (*trialeurodes vaporariorum*).

Presencia de plagas

Plaga	Lugar de presencia
Hormiga negra (<i>Lasius niger</i>)	Colegio Técnico Salesiano y Universidad Politécnica Salesiana
Gusano cortador (<i>Agrotis ipsilon</i>)	Universidad Politécnica Salesiana y colegio Técnico Salesiano
Pulgones de repollo (<i>Brevicoryne brassicae</i>)	Colegio Técnico Salesiano, Universidad Politécnica Salesiana y parroquia María Auxiliadora
Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	Parroquia María Auxiliadora

Se encontró presencia de hormiga negra (*Lasius niger*) (ver figura 22) y de Gusano cortador (*Agrotis ipsilon*) (ver figura 23) en las cajoneras de cultivo ubicadas en el Colegio Técnico Salesiano y en la Universidad Politécnica Salesiana, estas plagas ocasionaron que el follaje de las hortalizas sea masticado y arrancado de la planta; mientras que la presencia de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) (ver figura 21) en la parroquia María Auxiliadora

ocasionó que las plantas se deshidraten, y por último se encontró con la presencia de pulgones de repollo (*Brevicoryne brassicae*) (ver figura 24) en los tres tratamientos.

Distribución de las plagas en las hortalizas

Lugar	Plaga	Hortaliza
Colegio Técnico Salesiano	<i>Lasius niger</i> y <i>Brevicoryne brassicae</i>	Brócoli y col
Parroquia María Auxiliadora	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Lechuga de hoja y lechuga de repollo
Universidad Politécnica Salesiana	<i>Lasius niger</i> , <i>Brevicoryne brassicae</i> y <i>Agrotis ípsilon</i>	Lechuga de repollo, brócoli y col



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 21. *Trialeurodes vaporariorum* en hortalizas de la parroquia María Auxiliadora



Figura 22. *Lasius Níger* en el colegio Técnico Salesiano

Fuente. Autor, 2023



Figura 23. *Agrotis ipsilon* en la Universidad Politécnica Salesiana

Fuente. Autor, 2023



Figura 24. *Brevicoryne brassicae* en la Universidad Politécnica Salesiana

Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 25. Hortalizas con follaje masticado en la Universidad Politécnica Salesiana por

Brevicoryne brassicae



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 26. Hortalizas con follaje masticado en el colegio Técnico Salesiano por *Brevicoryne brassicae*

4.1.2.1.5 Control de maleza

Existió presencia de maleza en las doce cajoneras de cultivo repartidas entre el colegio Técnico Salesiano, la parroquia María Auxiliadora y la Universidad Politécnica Salesiana. Se pudo presenciar que existieron cuatro géneros de maleza diferentes, estas mismas plantas fueron retiradas de forma manual.

Presencia de maleza en las cajoneras de los tratamientos

Maleza	Ubicación
<i>Eleusine indica</i>	Colegio Técnico Salesiano, Universidad Politécnica Salesiana y Parroquia María Auxiliadora
<i>Gamochaeta meridensis</i>	Colegio Técnico Salesiano
<i>Matricaria chamomilla</i>	Colegio Técnico Salesiano y Universidad Politécnica Salesiana
<i>Trifolium subterraneum</i>	Parroquia María Auxiliadora
<i>Urtica dioica</i>	Universidad Politécnica Salesiana y Parroquia María Auxiliadora
<i>Eruca vesicaria ssp. sativa</i>	Universidad Politécnica Salesiana



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 27. *Matricaria chamomilla* en la Universidad Politécnica Salesiana



Fuente. Autor, 2023

Figura 28. *Urtica dioica* en la Universidad Politécnica Salesiana



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 29. *Eleusine indica* en el colegio Técnico Salesiano



Figura 30. *Gamochaeta meridensis* en el colegio Técnico Salesiano

Fuente, Autor, 2023



Figura 31. *Eruca vesicaria ssp. sativa* en la Universidad Politécnica Salesiana

Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 32. *Matricaria chamomilla* en el colegio Técnico Salesiano



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 33. Retiro de forma manual de malezas



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 34. *Trifolium subterraneum* y *Matricaria chamomilla* en la parroquia María Auxiliadora

4.1.2.1.6 Producción de las hortalizas

– Técnico Salesiano

Primera semana (30 de marzo del 2023)



Lechuga de hoja



Lechuga de repollo



Col



Brócoli

Figura 35. Semana uno de las hortalizas del Colegio Técnico Salesiano

Segunda semana (6 de abril del 2023)



Lechuga de hoja



Lechuga de repollo



Brócoli



Col

Figura 36. Semana dos de las hortalizas del Colegio Técnico Salesiano

Tercera semana (13 de abril del 2023)



Lechuga de hoja



Lechuga de repollo



Col



Brócoli

Figura 37. Semana tres de las hortalizas del Colegio Técnico Salesiano

Cuarta semana (20 de abril del 2023)



Lechuga de hoja



Lechuga de repollo



Col



Brócoli

Figura 38. Semana cuatro de las hortalizas del Colegio Técnico Salesiano

Quinta semana (27 de abril del 2023)



Lechuga de hoja



Lechuga de repollo



Brócoli



Col

Figura 39. Semana cinco de las hortalizas del Colegio Técnico Salesiano

Sexta semana (4 de mayo del 2023)



Brócoli



Col



Lechuga de hoja



Lechuga de repollo

Figura 40. Semana seis de las hortalizas del Colegio Técnico Salesiano

Séptima semana (11 de mayo del 2023)



Brócoli



Lechuga de hoja



Lechuga de repollo



Col

Figura 41. Semana siete de las hortalizas del Colegio Técnico Salesiano

Octava semana (18 de mayo del 2023)



Lechuga de hoja



Lechuga de repollo



Brócoli



Col

Figura 42. Semana ocho de las hortalizas del Colegio Hortalizas Técnico salesiano

Novena semana (25 de mayo del 2023)



Brócoli



Col



Lechuga de repollo



Lechuga de hoja

Figura 43. Semana nueve de las hortalizas del Colegio Técnico Salesiano

Décima semana (2 de junio del 2023)



Brócoli



Col



Lechuga de repollo



Col

Figura 44. Semana diez de las hortalizas del colegio Técnico Salesiano

– Parroquia María Auxiliadora

Primera semana (30 de marzo del 2023)



Lechuga de repollo



Lechuga de hoja



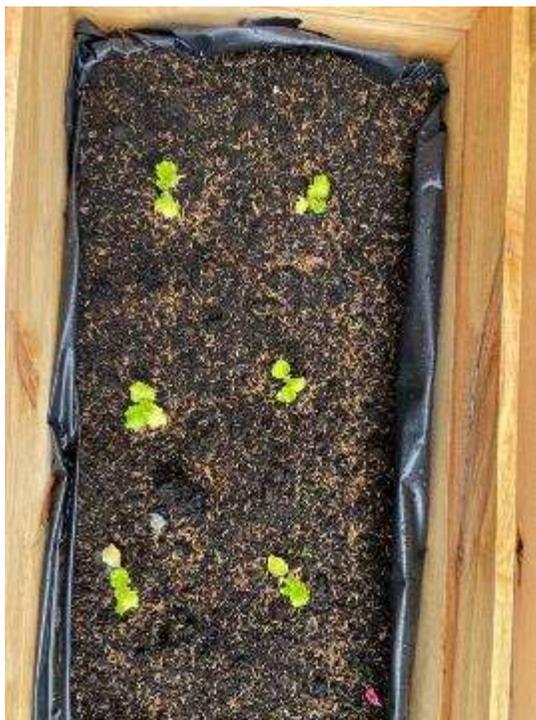
Brócoli



Col

Figura 45. Semana uno de las hortalizas de la Parroquia Maria Auxiliadora

Segunda semana (6 de abril del 2023)



Lechuga de repollo



Brócoli



Col



Lechuga de hoja

Figura 46. Semana dos de las hortalizas de la Parroquia María Auxiliadora

Tercera semana (13 de abril del 2023)



Lechuga de repollo



Col



Brócoli



Lechuga de hoja

Figura 47. Semana tres de las hortalizas de la Parroquia Maria Auxiliadora

Cuarta semana (20 de abril del 2023)



Lechuga de repollo



Col



Brócoli



Lechuga de hoja

Figura 48. Semana cuatro de las hortalizas de la Parroquia Maria Auxiliadora

Quinta semana (27 de abril del 2023)



Brócoli



Lechuga de repollo



Col



Lechuga de hoja

Figura 49. Semana cinco de las hortalizas de la Parroquia Maria Auxiliadora

Sexta semana (4 de mayo del 2023)



Col



Brócoli



Lechuga de hoja



Lechuga de repollo

Figura 50. Semana seis de las hortalizas de la Parroquia María Auxiliadora

Séptima semana (11 de mayo del 2023)



Brócoli



Lechuga de hoja



Col



Lechuga de repollo

Figura 51. Semana siete de las hortalizas de la Parroquia María Auxiliadora

Octava semana (18 de mayo del 2023)



Brócoli



Col



Lechuga de repollo



Lechuga de hoja

Figura 52. Semana ocho de las hortalizas de la Parroquia María Auxiliadora

Novena semana (25 de mayo del 2023)



Brócoli



Lechuga de hoja



Col



Lechuga de repollo

Figura 53. Semana nueve de las hortalizas de la Parroquia Maria Auxiliadora

Décima semana (2 de junio del 2023)



Brócoli



Lechuga de repollo



Brócoli



Col

Figura 54. Semana diez de las hortalizas de la Parroquia María Auxiliadora

– Universidad Politécnica Salesiana

Primera semana (30 de marzo del 2023)



Lechuga de hoja



Lechuga de repollo



Col



Brócoli

Figura 55. Semana uno de las hortalizas de la UPS

Segunda semana (6 de abril del 2023)



Brócoli



Col



Lechuga de repollo



Lechuga de hoja

Figura 56. Semana dos de las hortalizas de la UPS

Tercera semana (13 de abril del 2023)



Lechuga de hoja



Lechuga de repollo



Col



Brócoli

Figura 57. Semana tres de las hortalizas de la UPS

Cuarta semana (20 de abril del 2023)



Lechuga de hoja



Lechuga de repollo



Col



Brócoli

Figura 58. Semana cuatro de las hortalizas de la UPS

Quinta semana (27 de abril del 2023)



Brócoli



Col



Lechuga de repollo



Lechuga de hoja

Figura 59. Semana cinco de las hortalizas de la UPS

Sexta semana (4 de mayo del 2023)



Lechuga de hoja



Lechuga de repollo



Col



Brócoli

Figura 60. Semana seis de las hortalizas de la UPS

Séptima semana (11 de mayo del 2023)



Lechuga de hoja



Lechuga de repollo



Col



brócoli

Figura 61. Semana siete de las hortalizas de la UPS

Octava semana (18 de mayo del 2023)



Lechuga de repollo



Col



Brócoli



Lechuga de hoja

Figura 62. Semana ocho de las hortalizas de la UPS

Novena semana (25 de mayo del 2023)



Brócoli



Col



Lechuga de repollo



Lechuga de hoja

Figura 63. Semana nueve de las hortalizas de la UPS

Décima semana (2 de junio del 2023)



Brócoli



Col



Figura 64. Semanas diez de las hortalizas de la UPS

Fuente. Autor, 2023

4.1.2.1.7 Toma de muestras

- Colegio Técnico Salesiano



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 65. Toma de muestras en el Colegio Técnico Salesiano

- Parroquia María Auxiliadora



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 66. Toma de muestras en la Parroquia Maria Auxiliadora

- Universidad Politécnica Salesiana



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 67. Toma de muestras en la Universidad Politécnica Salesiana

4.1.3 Determinar la concentración de plomo en las hortalizas sembradas en este ensayo

4.1.3.1 Análisis físico químico del sustrato al inicio del ensayo

Análisis del sustrato	
pH	7,0-8,5%
Relación C/N	10-20
MO	>20%
Nitrógeno	1-1,5%
Fósforo	0,1-0,18%
Potasio	7-15%

El pH del sustrato de humus de lombriz tiende a ser entre neutro y alcalino, para las hortalizas de hoja el sustrato debe tener un pH entre 6-7, siendo este un poco ácido; según (Mata, 2023) cuando el pH del suelo es alcalino las hortalizas tienen problemas en su crecimiento, describiendo que las hortalizas se desarrollan de forma tardía y delgadas, esto debido a que los nutrientes del suelo se inhiben. La relación C/N según (Mula, 2016) es equilibrada cuando está entre un rango de 8,5-11,5 y es alta cuando es superior a 11,5; por lo que comparando con los valores del análisis de suelo se infiere que existe una prevalencia de contenido de carbono en comparación al nitrógeno. La materia orgánica del suelo es pobre cuando esta presenta un porcentaje menor a 2%, es normal cuando está entre 3% y 10% y se considera elevada cuando es mayor a 10%; la materia orgánica es importante para el crecimiento y desarrollo de cualquier planta, ya que aporta con micronutrientes y macronutrientes, además de mejorar la retención de agua en el suelo y mejorar su permeabilidad (Genia, 2021). El nitrógeno es importante para el desarrollo de la planta, ya que la planta a través de este elemento transforma nutrientes en aminoácidos y luego en proteínas, siendo así que el crecimiento de la masa vegetal es dependiente de este elemento, el valor del análisis es ideal para su desarrollo. El potasio y el fósforo funcionan como nutrientes en la planta, y estos macro elementos son indispensables para

el crecimiento de la planta, el problema es que cuando el suelo tiene un pH neutro o alcalino estos se bloquean, causando clorosis en las hortalizas (Mata, 2023).

4.1.3.2 Transcurridas 10 semanas desde la siembra se realizó la toma de muestras con la metodología de (Ali & Al-Qahtani, 2012).

1. Se obtienen las muestras



Figura 68. Toma de muestras

Fuente. Autor, 2023

2. Se colocaron las muestras en una estufa y se realizó un secado a 60°C durante tres días.



Figura 69. Secado de muestras

Fuente. Autor, 2023

3. Con un mortero se pulverizaron las muestras.



Figura 70. Muestras pulverizadas

Fuente. Autor, 2023

4. Se obtuvieron 0,5 gramos de la muestra pulverizada.



Figura 71. Peso de muestra pulverizada

Fuente. Autor, 2023

5. Se mezcla la muestra pulverizada con 10 ml de HNO₃.



Figura 72. Mezcla de muestra pulverizada

Fuente. Autor, 2023

6. Se coloca las muestras en el microondas digestor.



Figura 73. Muestras digeridas

Fuente. Autor, 2023

7. Se mezcla las muestras digeridas con una disolución de 50 ml de HNO_3 con una concentración del 2%.



Figura 74. Mezcla de muestras digeridas con una disolución de HNO_3 al 2%

Fuente. Autor, 2023

8. Previo a analizar las muestras las muestras mediante el ICP, se realiza la curva de calibración.

Para realizar la curva de calibración se hizo una revisión bibliográfica de los valores que eran más recurrentes en los análisis de absorción de carbono por parte de las hortalizas. Para esta curva de calibración se utilizaron cinco estándares que fueron los siguientes:

Estándar 1: 0,100 ppm

Estándar 2: 0,250 ppm

Estándar 3: 0,500 ppm

Estándar 4: 0,750 ppm

Estándar 5: 1 ppm

En donde mediante la siguiente ecuación se encontraron las soluciones patrón para cada estándar:

$$C1 * V1 = C2 * V2$$

Estándar 5:

$$100ppm * V1 = 1ppm * 50ml$$

$$V1 = 0,5ml$$

Estándar 4:

$$1ppm * V1 = 0,75ppm * 50ml$$

$$V1 = 37,5ml$$

Estándar 3:

$$0,75ppm * V1 = 0,5ppm * 50ml$$

$$V1 = 33,3ml$$

Estándar 2:

$$0,5\text{ppm} * V1 = 0,25\text{ppm} * 50\text{ml}$$

$$V1 = 25\text{ml}$$

Estándar 1:

$$0,25\text{ppm} * V1 = 0,1\text{ppm} * 50\text{ml}$$

$$V1 = 20\text{ml}$$

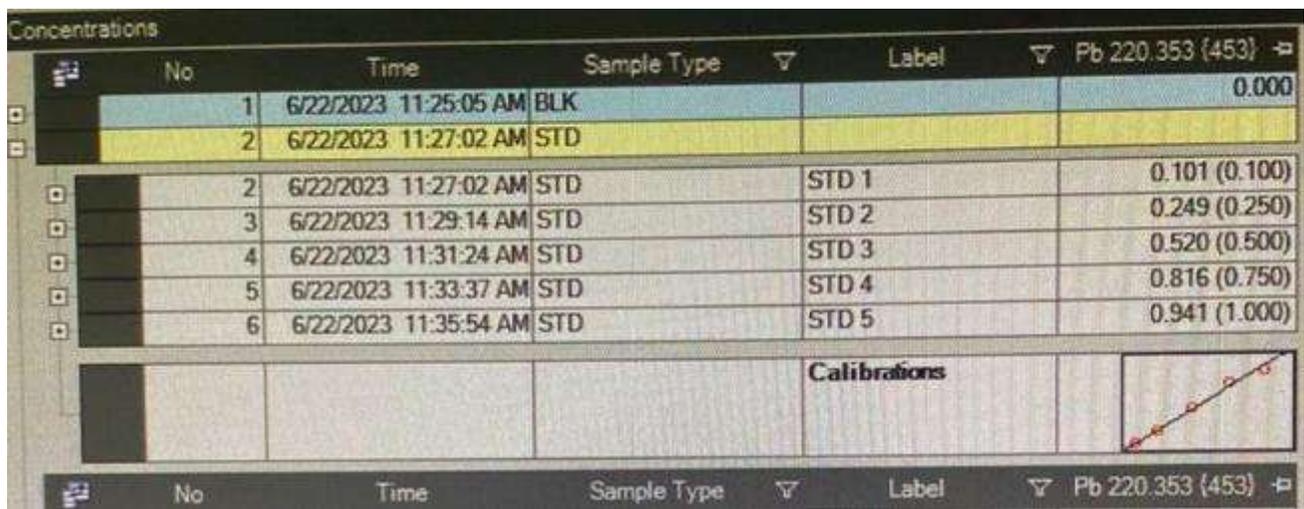


Figura 75. Curva de calibración

Fuente. Autor, 2023

9. Se procede a correr las muestras vegetales en el ICP.



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 76. Maquina ICP

4.1.3.3 Análisis e interpretación de los resultados y comparación entre los diferentes tratamientos.

4.1.3.3.1 Determinación de plomo en las hortalizas del Colegio Técnico Salesiano

HORTALIZAS	TRATAMIENTO	Codificación	PESO gr	AFORO	CONCENTRACIÓN mg/kg
Col	Técnico Salesiano	COL UETS	0,5020	75 ml	11,39
Brócoli	Técnico Salesiano	BRO UETS	0,5170	125 ml	11,38
Lechuga de hoja	Técnico Salesiano	LH UETS	0,5100	75 ml	4,81
Lechuga de repollo	Técnico Salesiano	LC UETS	0,5002	50 ml	5,41

Total, de plomo en las hortalizas: 32,99

Concentración de plomo en el colegio Técnico Salesiano expresado en mg/kg

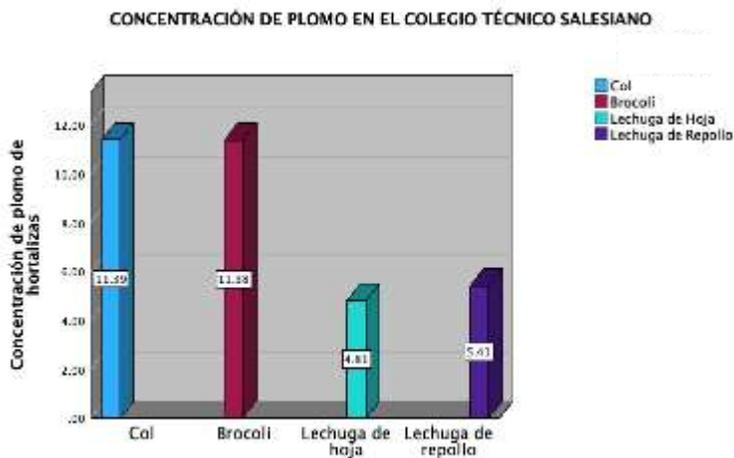


Figura 77. Concentración de plomo en el colegio Técnico Salesiano

Fuente. Autor, 2023

Se puede evidenciar que en según el análisis de plomo en las hortalizas del colegio Técnico Salesiano todas absorbieron plomo, siendo así que, la col fue la hortaliza que tuvo los valores más altos de concentración de plomo con un valor de 11,39 mg/kg y la lechuga de hoja absorbió la menor cantidad de plomo con un valor de 4,81 mg/kg. La suma del valor total que absorbieron todas las hortalizas en el colegio Técnico Salesiano fue de 32,99 mg/kg.

4.1.3.3.2 Determinación de plomo en las hortalizas de la UPS

HORTALIZAS	TRATAMIENTO	Codificación	PESO gr	AFORO	CONCENTRACIÓN mg/kg
Col	UPS	COL UPS 2	0,5079	75 ml	18,82
Brócoli	UPS	BRO UPS	0,5230	50 ml	11,19
Lechuga de hoja	UPS	LH UPS 2	0,5031	75 ml	10,43
Lechuga de repollo	UPS	LC UPS	0,5075	50 ml	14,13

Total, de plomo en las hortalizas: 54,57

Concentración de plomo en la Universidad Politécnica Salesiana expresado en mg/kg

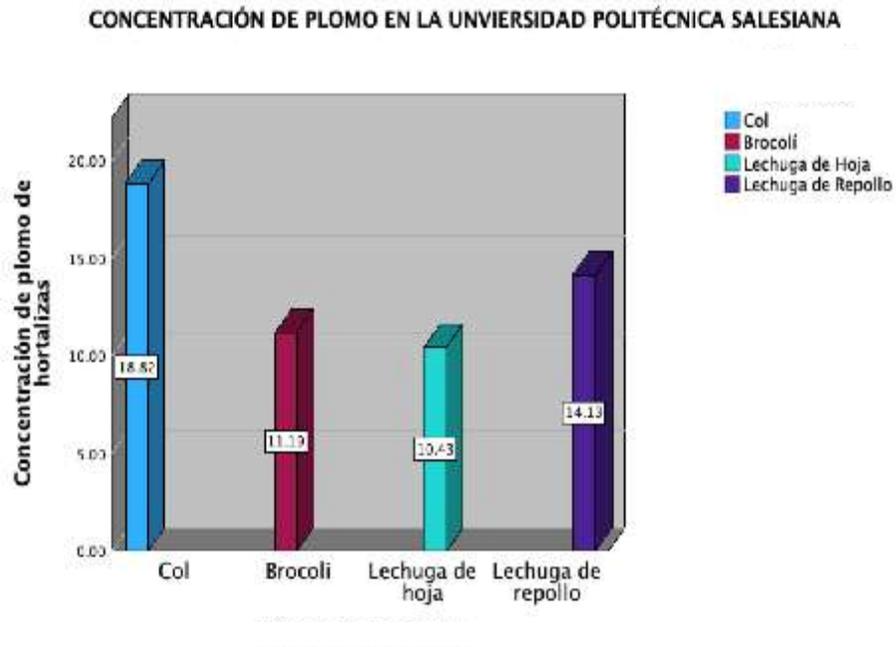


Figura 78. Concentración de plomo en la Universidad Politécnica Salesiana

Fuente. Autor, 2023

En el análisis de plomo en las hortalizas ubicadas en la Universidad politécnica Salesiana, se determinó que la col fue la hortaliza que absorbió más plomo con un valor de 18,82 mg/kg, en comparación a las otras hortalizas, y la lechuga de hoja fue la hortaliza donde se encontró menos presencia de dicho metal pesado con un valor de 10,43 mg/kg. El total de plomo en las hortalizas ubicadas en la Universidad Politécnica Salesiana fue de 54,57 mg/kg

4.1.3.3.3 Determinación de plomo en las hortalizas de María Auxiliadora

HORTALIZAS	TRATAMIENTO	Codificación	PESO gr	AFORO	CONCENTRACIÓN mg/kg
Col	María Auxiliadora	COL MA	0,5187	50 ml	4,71
Brócoli	María Auxiliadora	BRO MA	0,5123	50 ml	14,91
Lechuga de hoja	María Auxiliadora	LH MA	0,5011	50 ml	15,54
Lechuga de repollo	María Auxiliadora	LC MA 2	0,5066	75 ml	10,99
Total, de plomo en las hortalizas: 46,15					

Concentración de plomo en el Parroquia María Auxiliadora expresado en mg/kg

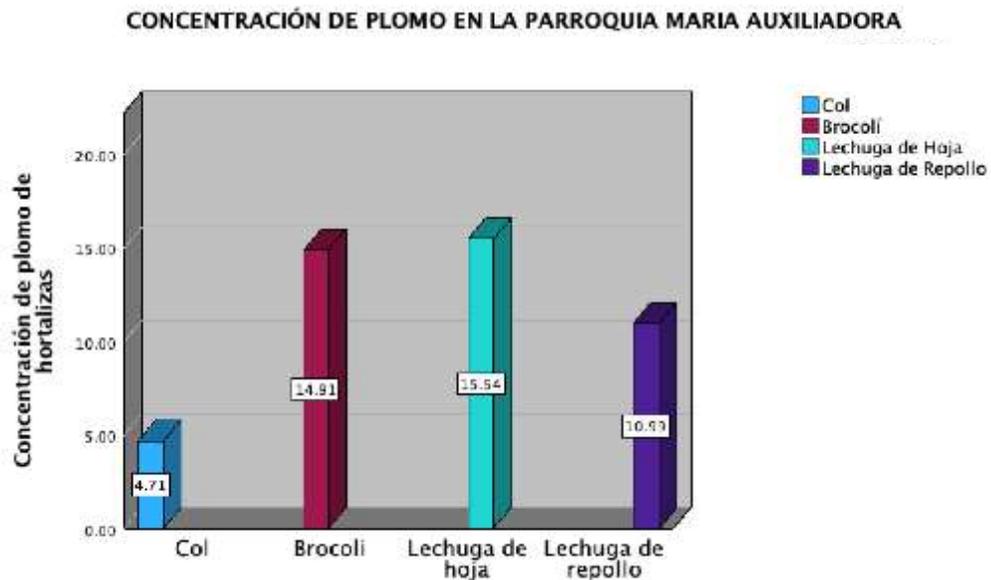


Figura 79. Concentración de plomo en el Parroquia María Auxiliadora

Fuente. Autor, 2023

Según el estudio de plomo realizado a las hortalizas que estaban sembradas en la Parroquia María Auxiliadora, se pudo conocer que la hortaliza que más plomo absorbió fue la lechuga de hoja, mientras que, por otro lado, la hortaliza que menos plomo absorbió fue la col con un valor de 4,71 mg/kg. El valor total de plomo presente en las hortalizas sembradas en María Auxiliadora fue de 46,15 mg/kg.

4.1.3.4 Expresión de los resultados en cuadros y figuras estadísticas aplicando SPSS

4.1.3.4.1 Comparación de los análisis de concentración de plomo obtenidos de los tres tratamientos.

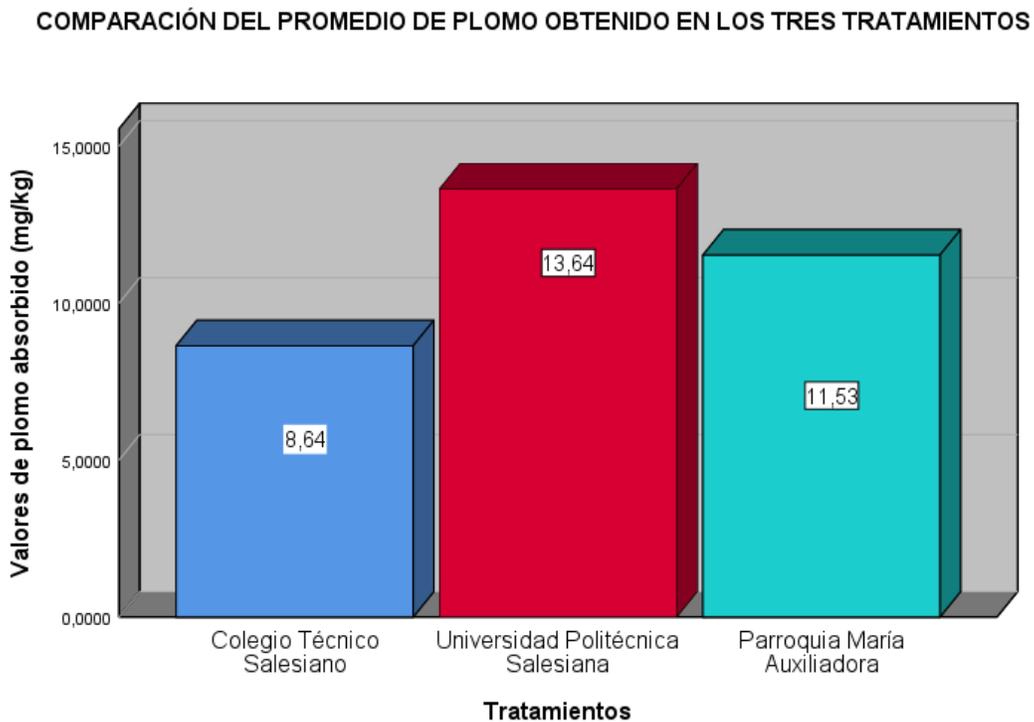


Figura 80. Comparación de los análisis de carbono en los tres tratamientos

Fuente. Autor, 2023

Niveles de significancia	
Parámetro	Valor
Promedio	14,85

Error estándar del promedio	6,27950
Mediana	46,1500
Desviación estándar	10,87641
Varianza	118,296
Rango	21,56
Mínimo	32,99
Máximo	54,57
Suma	44,57

Prueba de homogeneidad de la varianza

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ las varianzas no son iguales
Estadístico de Levene	0,215
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,810

Prueba de significancia

Parámetros	Valores
-------------------	----------------

H0	Si $p > 0,05$ las medias son iguales
H1	Si $p < 0,05$ al menos una media es diferente
F	1,69
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,238

– Boxplot de concentraciones plomo en hortalizas de los tratamientos

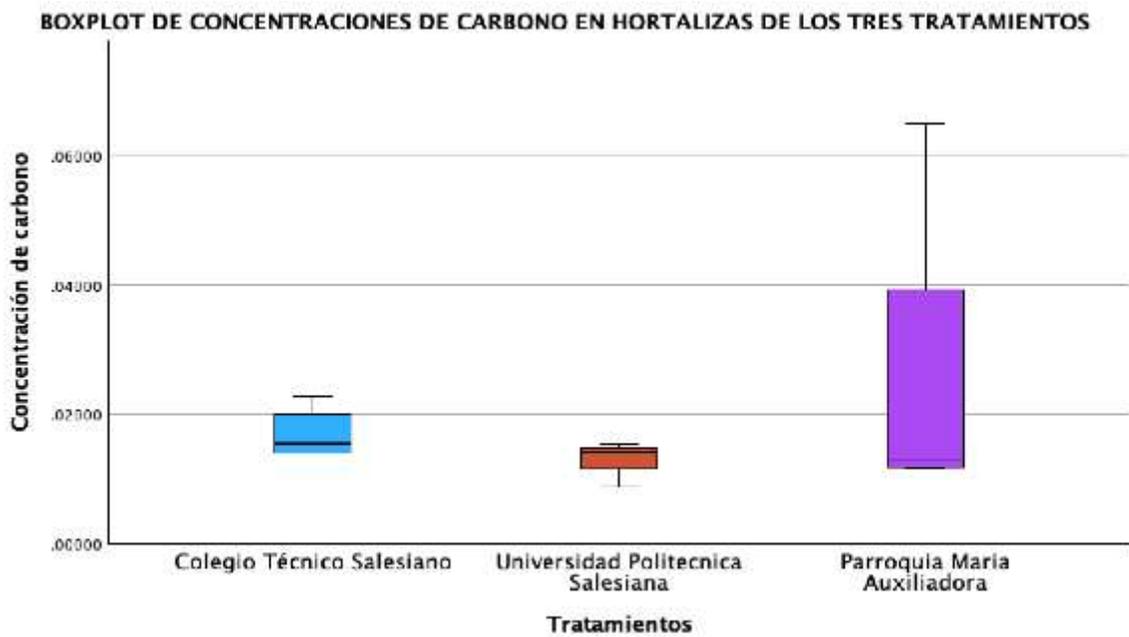


Figura 81. Boxplot concentraciones de plomo

Fuente. Autor, 2023

Análisis estadístico

Los datos mostrados pertenecen a la investigación realizada por el autor y se interpreta que en la Universidad Politécnica Salesiana las hortalizas absorbieron un promedio de 13,64 mg/kg de plomo, siendo este valor el resultado más alto de plomo absorbido entre los tres tratamientos; mientras que en el colegio Técnico Salesiano las hortalizas absorbieron 8,64 mg/kg de plomo, este fue el valor más bajo de plomo absorbido por parte de las hortalizas entre los tres tratamientos; y por último las hortalizas del tratamiento de la parroquia María Auxiliadora absorbieron 11,53 mg/kg de plomo. El promedio de plomo absorbido por todas las hortalizas (tres tratamientos), fue de 14,85 mg/kg.

4.1.3.4.2 Comparación de las concentraciones de plomo en las hortalizas entre los tratamientos

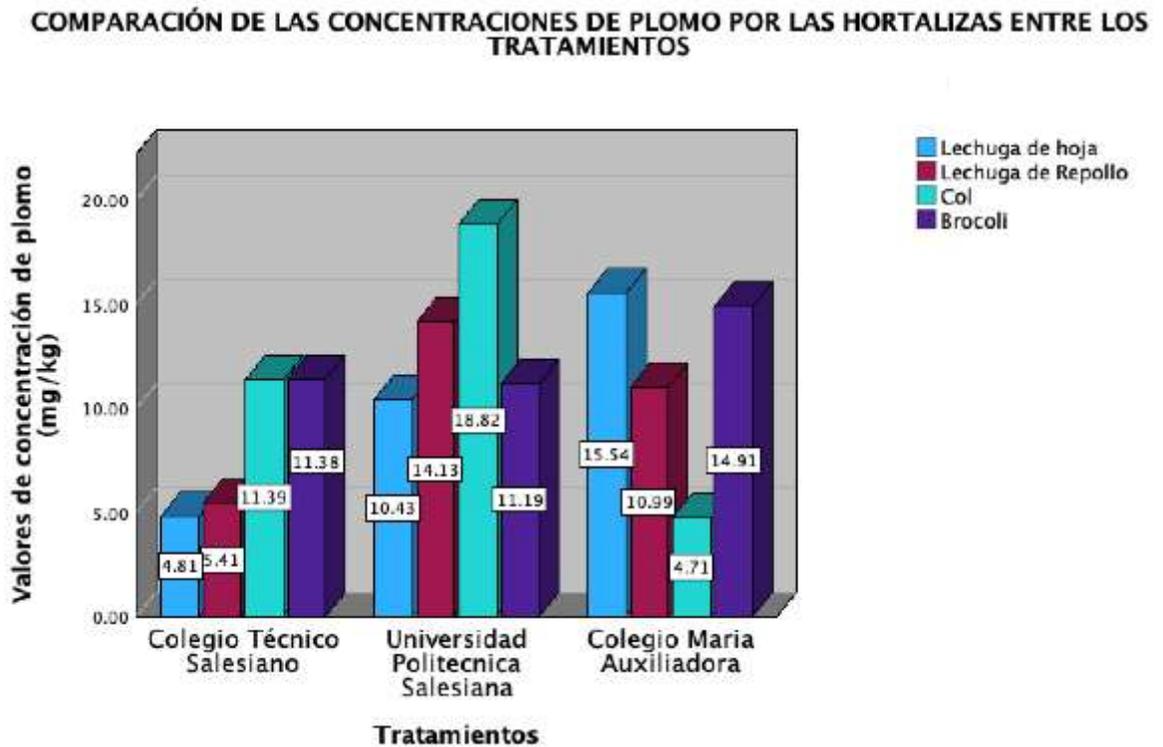


Figura 82. Comparación de las concentraciones de plomo por las hortalizas entre los tratamientos

Fuente. Autor, 2023

Niveles de significancia

Parámetro	Valor
Promedio	11,1425
Error estándar del promedio	1,28036
Mediana	11,2850
Desviación estándar	4,43530
Varianza	19,672
Rango	14,11
Mínimo	4,71
Máximo	18,82
Suma	133,71

Prueba de homogeneidad de la varianza

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ las varianzas no son iguales
Estadístico de Levene	0,708
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,574

Prueba de significancia

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ al menos una media es diferente
F	1,48
Porcentaje de confiabilidad	0,05

El análisis estadístico indica que la col de la Universidad Politécnica Salesiana fue la hortaliza que más plomo absorbió con un valor de 18,82 mg/kg; mientras que la hortaliza que menos plomo absorbió fue la col de la parroquia de María Auxiliadora con un valor de 4,71 mg/kg.

4.1.3.4.3 Comparación de los análisis de presencia de plomo en la lechuga de hoja de los tres tratamientos

COMPARACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE PRESENCIA DE PLOMO EN LA LECHUGA DE HOJA DE LOS TRES TRATAMIENTOS

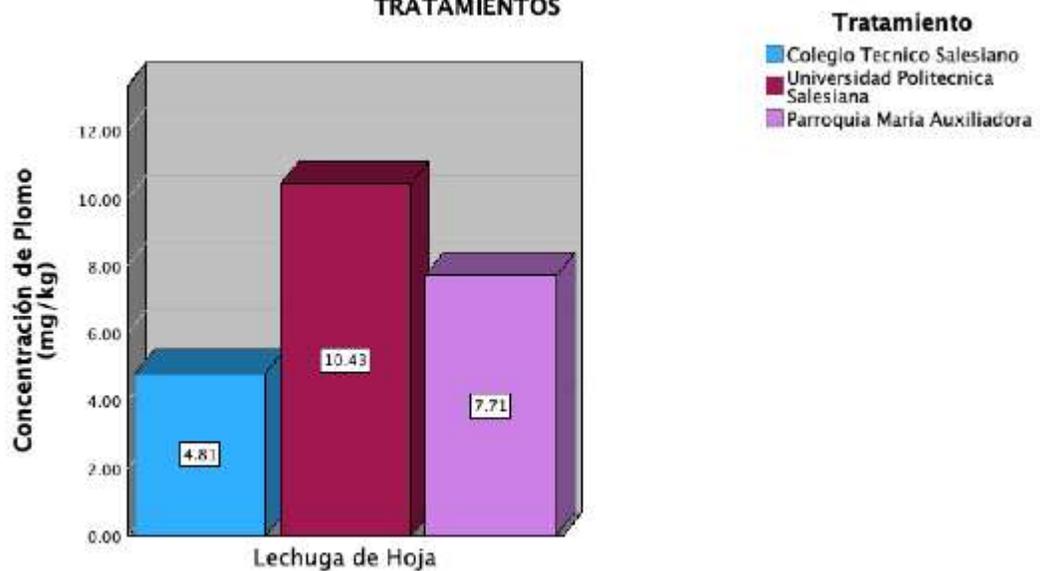


Figura 83. Comparación de los análisis de presencia de plomo en la lechuga de hoja

Fuente. Autor, 2023

Niveles de significancia	
Parámetro	Valor

Promedio	7,6500
Error estándar del promedio	1,62263
Mediana	7,7100
Desviación estándar	2,81048
Varianza	7,899
Rango	5,62
Mínimo	4,81
Máximo	10,43
Suma	22,95

Prueba de homogeneidad de la varianza

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ las varianzas no son iguales
Estadístico de Levene	0,450
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,772

Prueba de significancia

Parámetros	Valores
------------	---------

H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ al menos una media es diferente
F	2,34
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,982

Según este análisis estadístico basado en la absorción de plomo por parte de las lechugas de hoja de esta investigación, se observa que la lechuga de hoja de la Universidad Politécnica Salesiana fue la que más plomo absorbió con un valor de 10,43 mg/kg; mientras que la lechuga de hoja que menos plomo absorbió pertenece al tratamiento del colegio Técnico Salesiano con un valor de 4,71 mg/kg.

4.1.3.4.4 Comparación de los análisis de presencia de plomo en la lechuga de repollo de los tres tratamientos

COMPARACIÓN DE LOS ANALISIS DE PRESENCIA DE PLOMO EN LA LECHUGA DE REPOLLO DE LOS TRES TRATAMIENTOS

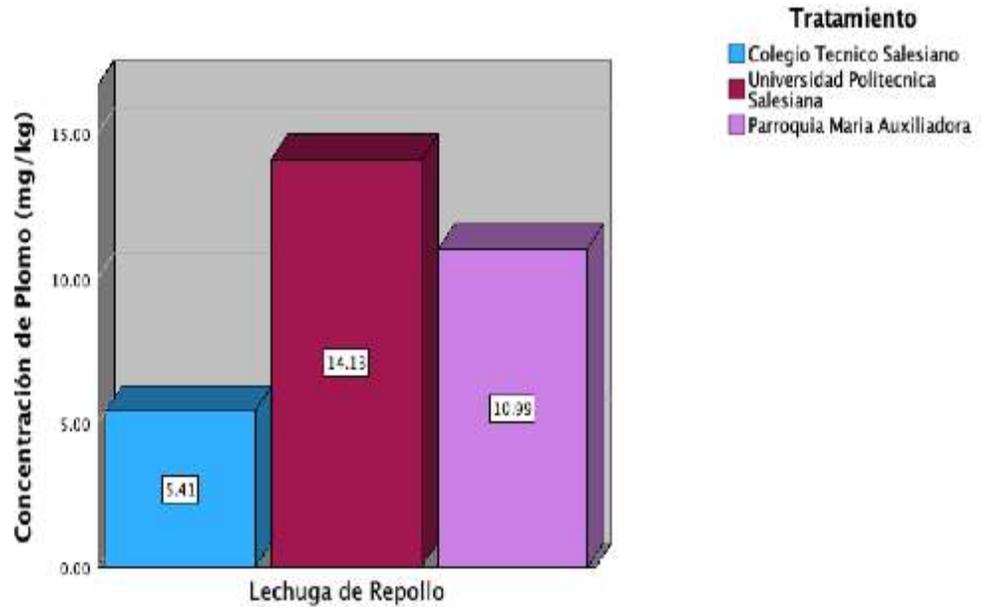


Figura 84. Comparación de los análisis de presencia de plomo en la lechuga de repollo

Fuente. Autor, 2023

Prueba de significancia	
Parámetro	Valor
Promedio	10,1767
Error estándar del promedio	2,54988
Mediana	10,9900
Desviación estándar	4,41653
Varianza	19,506
Rango	8,72
Mínimo	5,41
Máximo	14,13
Suma	30,53

Prueba de homogeneidad de la varianza

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ las varianzas no son iguales
Estadístico de Levene	0,980
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,620

Prueba de significancia

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ al menos una media es diferente
F	1,32
Porcentaje de confiabilidad	0,05

Según este análisis estadístico, la lechuga de repollo que más absorbió plomo pertenece a la Universidad Politécnica Salesiana con un valor de 14,13 mg/kg, y el tratamiento donde la lechuga de repollo absorbió menos plomo corresponde al colegio Técnico Salesiano con un valor de 5,41 mg/kg.

4.1.3.4.5 Comparación de los análisis de presencia de plomo en la col de los tres tratamientos

COMPARACIÓN DE LOS ANALISIS DE PRESENCIA DE PLOMO EN LA COL DE LOS TRES TRATAMIENTOS

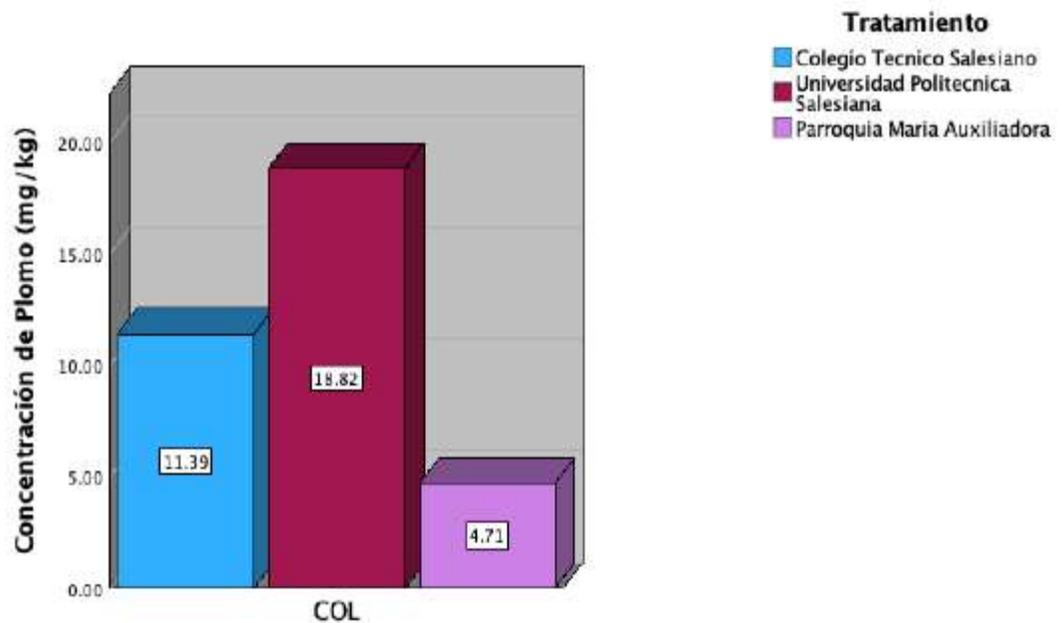


Figura 85. Comparación de los análisis de presencia de plomo en la col

Fuente. Autor, 2023

Prueba de significancia

Parámetro	Valor
Promedio	11,6400
Error estándar del promedio	4,07512
Mediana	11,3900
Desviación estándar	7,05832
Varianza	49,820
Rango	14,11
Mínimo	4,71
Máximo	18,82
Suma	34,92

Prueba de homogeneidad de la varianza

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ las varianzas no son iguales
Estadístico de Levene	0,504
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,130

Prueba de significancia

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ al menos una media es diferente
F	4,08
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,203

Tomando en cuenta este análisis estadístico, la col de la Universidad Politécnica Salesiana fue la que más plomo absorbió con un valor de 18,82 mg/kg; mientras que la col del tratamiento de la parroquia de María Auxiliadora fue la que menos plomo absorbió con un valor de 4,71 mg/kg.

4.1.3.4.6 Comparación de los análisis de presencia de plomo en el brócoli de los tres tratamientos

COMPARACIÓN DE LOS ANALISIS DE PRESENCIA DE PLOMO EN BRÓCOLI DE LOS TRES TRATAMIENTOS

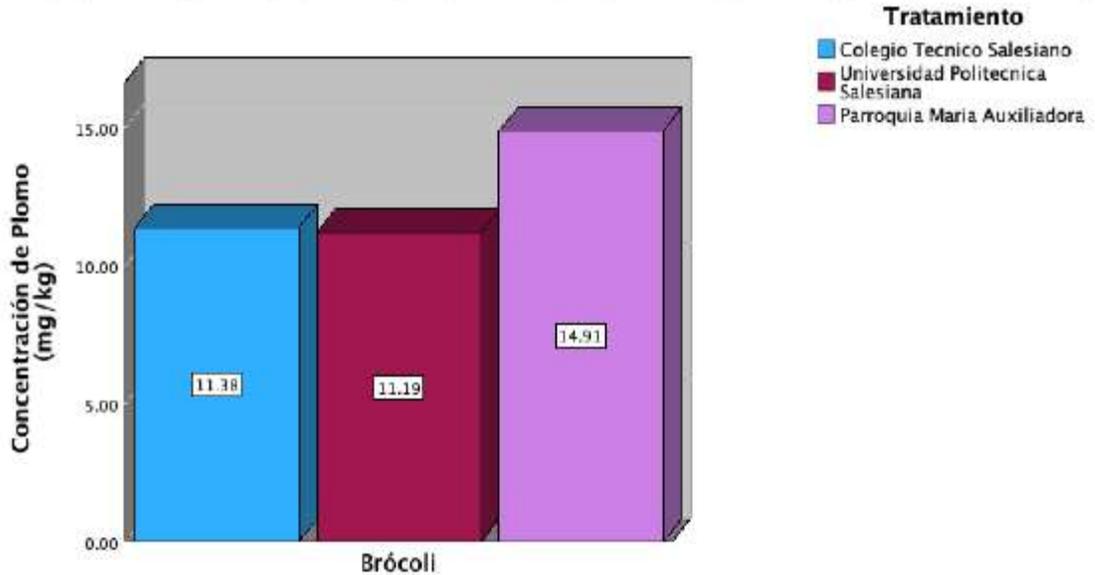


Figura 86. Comparación de los análisis de presencia de plomo en el brócoli

Fuente. Autor, 2023

Niveles de significancia

Parámetro	Valor
Promedio	12,4933
Error estándar del promedio	3,7547
Mediana	11,3800
Desviación estándar	2,09505
Varianza	4,389
Rango	3,72
Mínimo	11,19
Máximo	14,91
Suma	37,48

Prueba de homogeneidad de la varianza

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ las varianzas no son iguales
Estadístico de Levene	0,853
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,136

Prueba de significancia

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ al menos una media es diferente
F	2,33
Porcentaje de confiabilidad	0,05

Este análisis estadístico indica que el brócoli que más plomo absorbió pertenece al tratamiento de la parroquia María Auxiliadora con un valor de 14,91 mg/kg; el tratamiento que menos plomo absorbió es el de la Universidad Politécnica Salesiana con un valor de 11,19 mg/kg.

4.1.3.4.7 Promedio de plomo absorbido por las hortalizas en los tres tratamientos

PROMEDIO DE PLOMO ABSORBIDO POR LAS HORTALIZAS

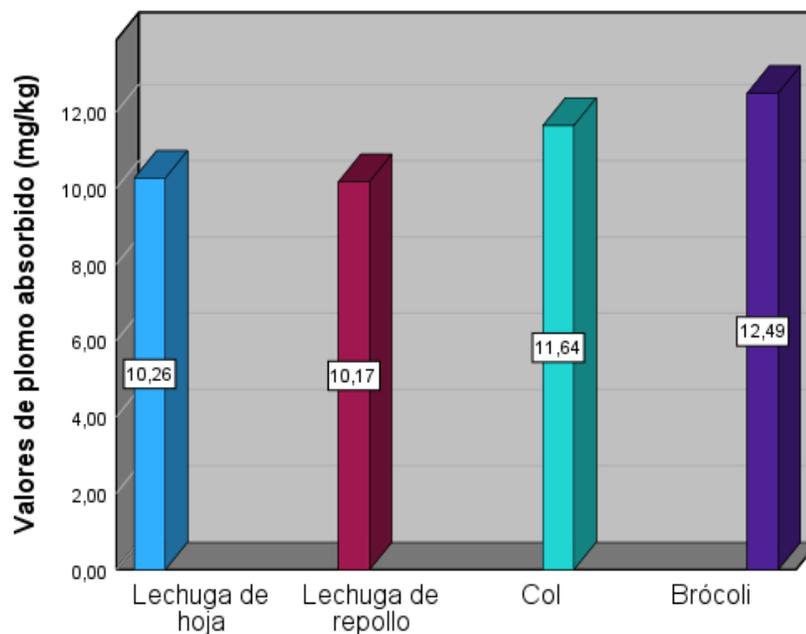


Figura 87. Promedio de plomo absorbido por las hortalizas en los tres tratamientos

Fuente. Autor, 2023

Se puede observar que el brócoli fue la hortaliza que más plomo absorbió con un valor promedio de 12,49 mg/kg, seguida de la col que absorbió un promedio de 11,64 mg/kg de plomo,

esto da a entender que las *Brassicas oleraceas* fueron las que más plomo absorbieron; mientras que la lechuga de hoja y la lechuga de repollo fueron las hortalizas que menos plomo absorbieron con valores de 10,26 y 10,17 respectivamente.

4.1.4 Determinar la captura de carbono en las hortalizas sembradas en este ensayo

4.1.4.1 Transcurridas 10 semanas desde la siembra se realizó la toma de muestras con la metodología de (Osinaga et al., 2014).

1. Se realizó la cosecha de las hortalizas y se pesaron, el peso resultante es equivalente al peso fresco de la muestra.



Figura 88. Peso fresco de la muestra

Fuente. Autor, 2023

2. Se tomó una submuestra de 20 gramos que es equivalente al peso fresco de la submuestra



Figura 89. Peso de la submuestra

Fuente. Autor, 2023

3. Se secó la submuestra en una estufa a una temperatura de 60°C durante 24 horas, hasta que la submuestra alcanzó un peso constante, que es el peso seco de la submuestra



Figura 90. Peso de la submuestra secada

Fuente. Autor, 2023

4. Mediante las siguientes fórmulas se calculó la cantidad de carbono secuestrado:

Para calcular el peso seco se utilizó la siguiente ecuación:

$$Biomasa (kg) = \frac{\text{Peso fresco de la submuestra (kg)}}{\text{Peso fresco de la muestra (kg)}} \times \text{Peso fresco de la muestra (kg)}$$

Según (Osinaga et al., 2014) cerca del 50% de la biomasa vegetal corresponde a la cantidad de carbono, por lo que para conocer la cantidad de carbono debemos multiplicar la biomasa vegetal por 0,5, como también lo indica el grupo IPCC

Contenido de carbono en la muestra de la vegetación no arbórea (kgC)

$$= Biomasa \times 0,5$$

Fracción de carbono = 0,5

Por último, para la obtención de la cantidad de CO₂ secuestrado se aplicó la siguiente ecuación, en donde, se tomó en cuenta que según el IPCC 1 tonelada de carbono es equivalente a 3,67 toneladas de CO₂ (*Landeta, 2009*)

$$CO_2 = Kr \times CC$$

En donde:

Kr: Factor de conversión que equivale a 3,67

CC: Cantidad de carbono

4.1.4.2 Análisis e interpretación de los resultados y comparación entre los diferentes tratamientos.

4.1.4.2.1 Captura de CO2 para las hortalizas del colegio Técnico Salesiano

HORTALIZA S	MUESTRAS	PFs(kg)	PSs(kg)	PFm(kg)	B(kg)	TnC/metro cuadrado	Ton CO2/metro cuadrado
Col	1	0,02	0,0024	0,57	4,75	0,002375	0,00871625
	2	0,02	0,0023	0,41	3,57	0,00178261	0,00654217
	3	0,02	0,0026	0,54	4,15	0,00207692	0,00762231
Brócoli	1	0,02	0,0031	0,41	2,65	0,00132258	0,00485387
	2	0,02	0,003	0,36	2,40	0,0012	0,004404
	3	0,02	0,0031	0,39	2,52	0,00125806	0,0046171
Lechuga de hoja	1	0,02	0,0035	0,42	2,40	0,0012	0,004404
	2	0,02	0,0033	0,39	2,36	0,00118182	0,00433727
	3	0,02	0,0031	0,45	2,90	0,00145161	0,00532742
Lechuga de repollo	1	0,02	0,0031	0,46	2,97	0,00148387	0,00544581
	2	0,02	0,0033	0,47	2,85	0,00142424	0,00522697
	3	0,02	0,003	0,5	3,33	0,00166667	0,00611667
Total, de CO2 secuestrado							0,06761383

Captura de CO2 para las hortalizas del colegio Técnico Salesiano expresado en Ton CO2/metro cuadrado

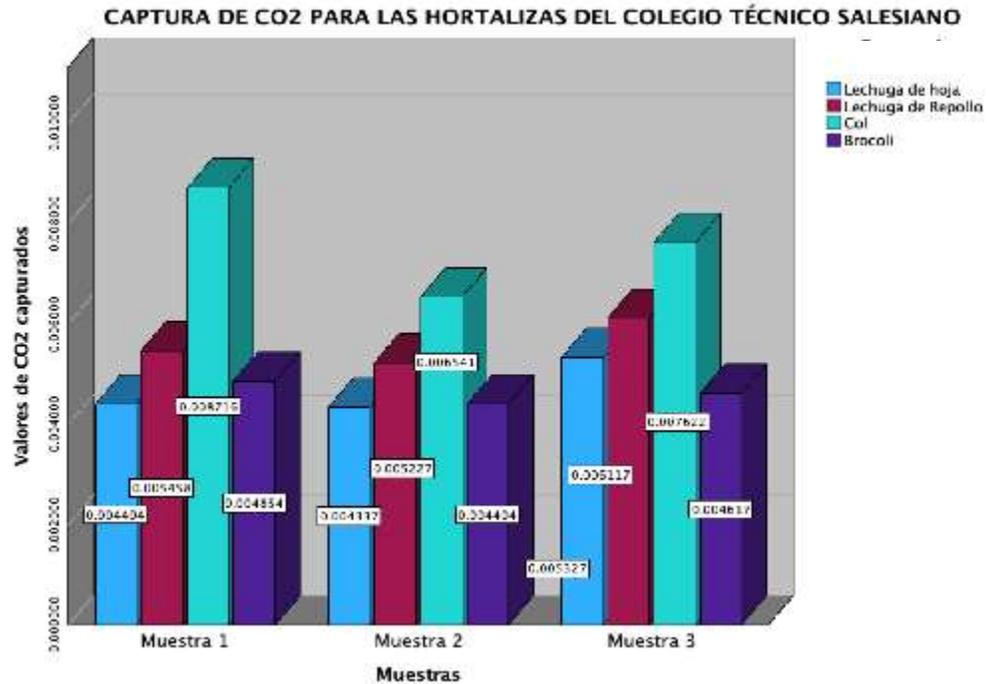


Figura 91. Captura de carbono colegio Técnico Salesiano

Fuente. Autor, 2023

En el colegio Técnico Salesiano todas las hortalizas captan dióxido de carbono. La hortaliza que más CO2 secuestró fue la col con un valor de 0,02290 Ton CO2/metro cuadrado y la hortaliza que menos carbono secuestró fue el brócoli con un total de 0,01390 Ton CO2/metro cuadrado. La suma total de CO2 capturado en el colegio Técnico Salesiano fue de 0,06761383 Ton CO2/metro cuadrado.

4.1.4.2.2 Captura de CO2 para las hortalizas de la UPS

HORTALIZA	MUESTRAS	PFs(kg)	PSs(kg)	PFm(kg)	B(kg)	TnC/metro cuadrado	Tn CO2/metro cuadrado
Col	1	0,02	0,0022	0,31	2,82	0,00140909	0,00517136
	2	0,02	0,0027	0,41	3,04	0,00151852	0,00557296
	3	0,02	0,0028	0,35	2,50	0,00125	0,0045875
Brócoli	1	0,02	0,0025	0,32	2,56	0,00128	0,0046976
	2	0,02	0,0026	0,37	2,85	0,00142308	0,00522269
	3	0,02	0,0029	0,34	2,34	0,00117241	0,00430276
Lechuga de hoja	1	0,02	0,0032	0,31	1,94	0,00096875	0,00355531
	2	0,02	0,0029	0,26	1,79	0,00089655	0,00329034
	3	0,02	0,0035	0,19	1,09	0,00054286	0,00199229
Lechuga de repollo	1	0,02	0,0031	0,39	2,52	0,00125806	0,0046171
	2	0,02	0,0033	0,44	2,67	0,00133333	0,00489333
	3	0,02	0,0028	0,35	2,50	0,00125	0,0045875
Total, de CO2 secuestrado							0,05249075

Captura de CO2 para las hortalizas de la Universidad Politécnica Salesiana expresada en Ton CO2/metro cuadrado

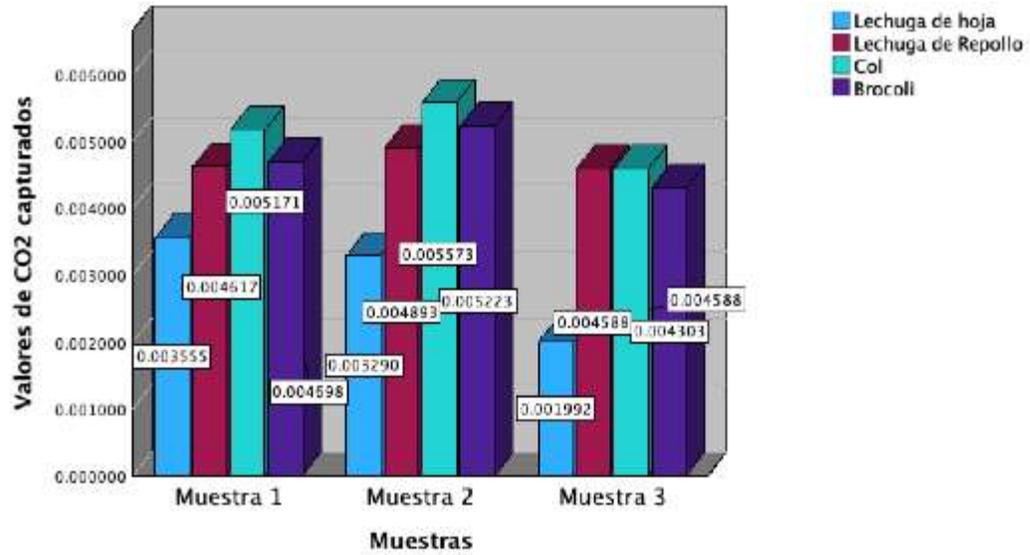


Figura 92. Captura de carbono UPS

Fuente. Autor, 2023

En la Universidad Politécnica Salesiana todas las plantas secuestraron carbono. La planta que capturó más carbono fue la col con un valor de 0,001533 Ton CO2/metro cuadrado, y la planta que menos carbono secuestró fue la lechuga de hoja, con un valor de 0,00883 Ton CO2/metro cuadrado. La suma total de carbono secuestrado entre todas las hortalizas fue de 0,005249075 Ton CO2/metro cuadrado

4.1.4.2.1 Captura de CO2 para las hortalizas en la Parroquia María Auxiliadora

HORTALIZA S	MUESTRAS	PFs(kg)	PSs(kg)	PFm(kg)	B(kg)	TnC/metro cuadrado	Tn CO2/metro cuadrado
Col	1	0,02	0,0021	0,31	2,95	0,00147619	0,00541762
	2	0,02	0,0026	0,39	3,00	0,0015	0,005505
	3	0,02	0,0031	0,45	2,90	0,00145161	0,00532742
Brócoli	1	0,02	0,0032	0,37	2,31	0,00115625	0,00424344
	2	0,02	0,0029	0,31	2,14	0,00106897	0,0039231
	3	0,02	0,0036	0,34	1,89	0,00094444	0,00346611
Lechuga de hoja	1	0,02	0,0037	0,31	1,68	0,00083784	0,00307486
	2	0,02	0,0028	0,42	3,00	0,0015	0,005505
	3	0,02	0,0028	0,39	2,79	0,00139286	0,00511179
Lechuga de repollo	1	0,02	0,0035	0,29	1,66	0,00082857	0,00304086
	2	0,02	0,003	0,42	2,80	0,0014	0,005138
	3	0,02	0,0025	0,26	2,08	0,00104	0,0038168
Total, de CO2 secuestrado							0,05357

4.1.4.2.2 Captura de CO₂ para las hortalizas de la Parroquia María Auxiliadora expresado en Ton CO₂/metro cuadrado

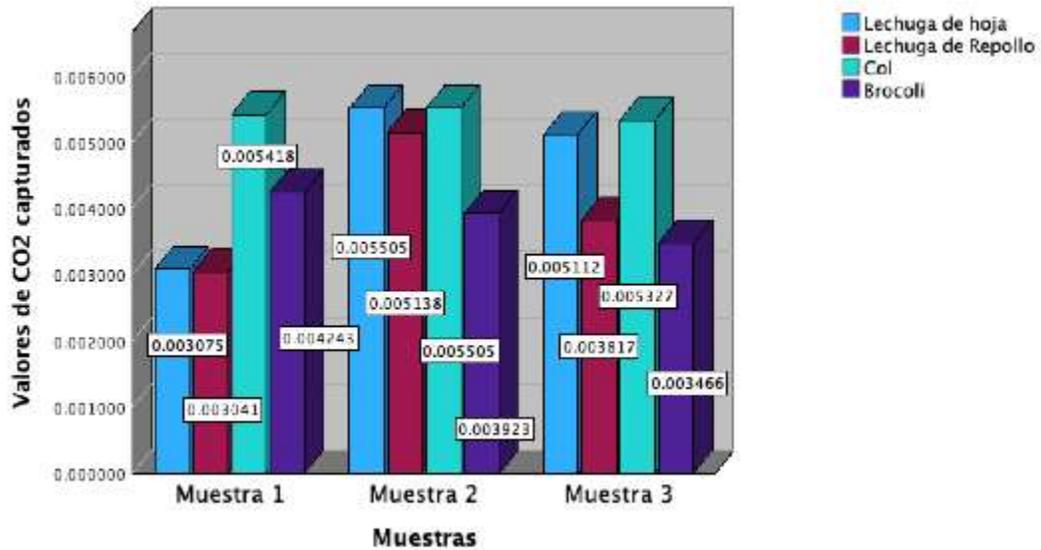


Figura 93. Captura de carbono en la Parroquia Maria Auxiliadora

Fuente. Autor, 2023

En la parroquia María Auxiliadora todas las hortalizas sembradas capturaron CO₂, en donde, de igual forma que en la Universidad Politécnica Salesiana, la col fue la hortaliza que más carbono secuestró. con un total de 0,06500 Ton CO₂/metro cuadrado. La hortaliza que menos carbono secuestró fue el brócoli con 0,01160 Ton CO₂/metro cuadrado

4.1.4.3 Expresión de los resultados en cuadros y figuras estadísticas aplicando SPSS

4.1.4.3.1 Comparación de los análisis de captura de CO2 obtenidos de los tres tratamientos

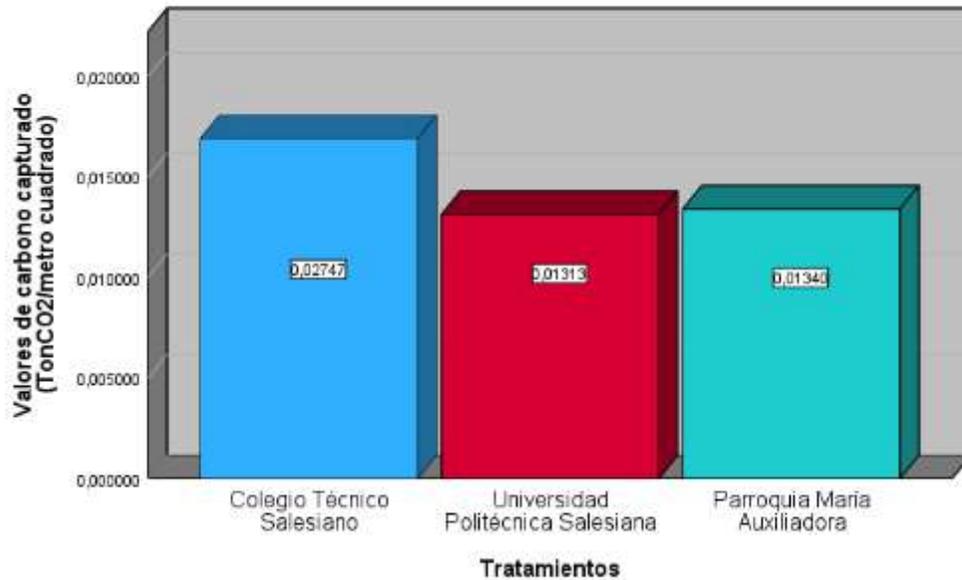


Figura 94. Comparación de los análisis de carbono en los tres tratamientos

Fuente. Autor, 2023

Niveles de significancia	
Parámetro	Valor
Promedio	0,0180865
Error estándar del promedio	0.0048604
Mediana	0,053600
Desviación estándar	0,0084184
Varianza	0,0009
Rango	0,0151
Mínimo	0,0525
Máximo	0,0676
Suma	0,05468

Prueba de homogeneidad de la varianza

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ las varianzas no son iguales
Estadístico de Levene	0,868
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,452

Prueba de significancia

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ al menos una media es diferente
F	1,285
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,323

- Boxplot de concentraciones de carbono en las hortalizas de los tratamientos

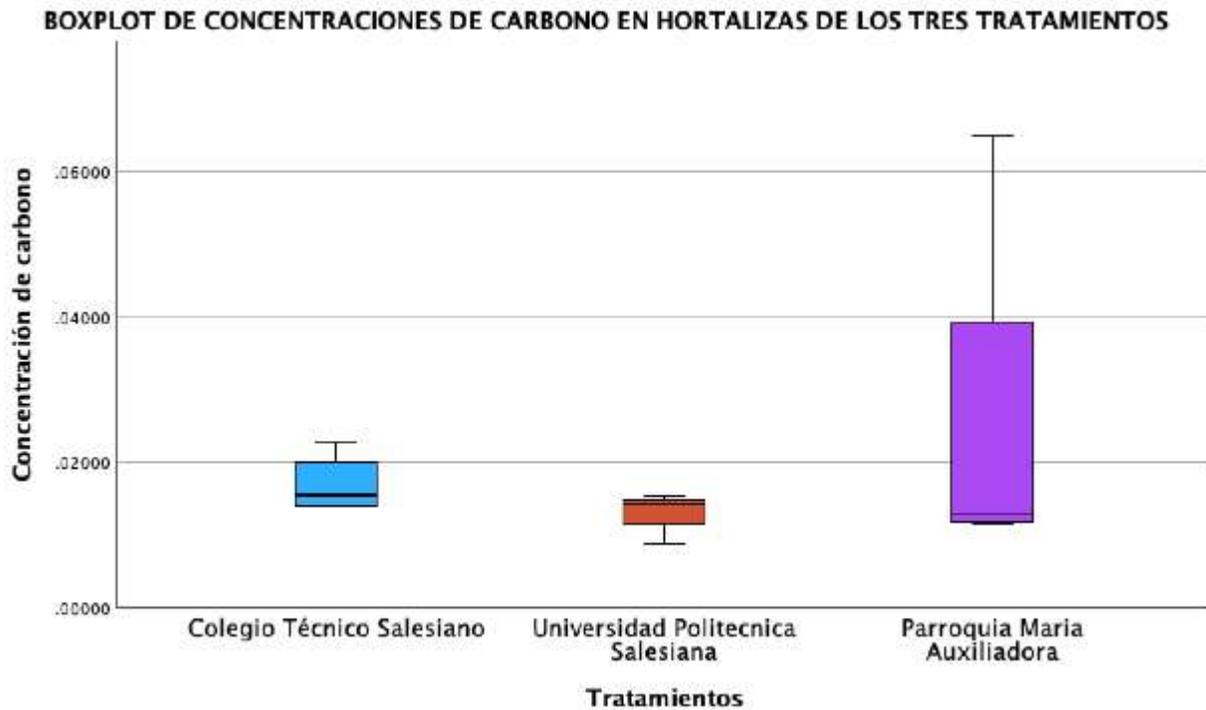


Figura 95. Boxplot concentraciones de carbono de los tres tratamientos

Fuente. Autor, 2023

El análisis estadístico indica que las hortalizas de los tres tratamientos capturaron un promedio de 0,0180 TonCO₂/metro cuadrado; siendo las hortalizas del tratamiento del colegio Técnico Salesiano las que más CO₂ capturaron con un promedio de 0,02747 TonCO₂/metro cuadrado, mientras que las hortalizas del tratamiento de la Universidad Politécnica Salesiana fueron las que menos carbono secuestraron con un promedio de 0,01313 TonCO₂/metro cuadrado.

4.1.4.3.2 Comparación de la captura de carbono por hortalizas entre los tratamientos

COMPARACIÓN DE LA CAPTURA DE CARBONO POR HORTALIZAS ENTRE LOS TRES TRATAMIENTOS

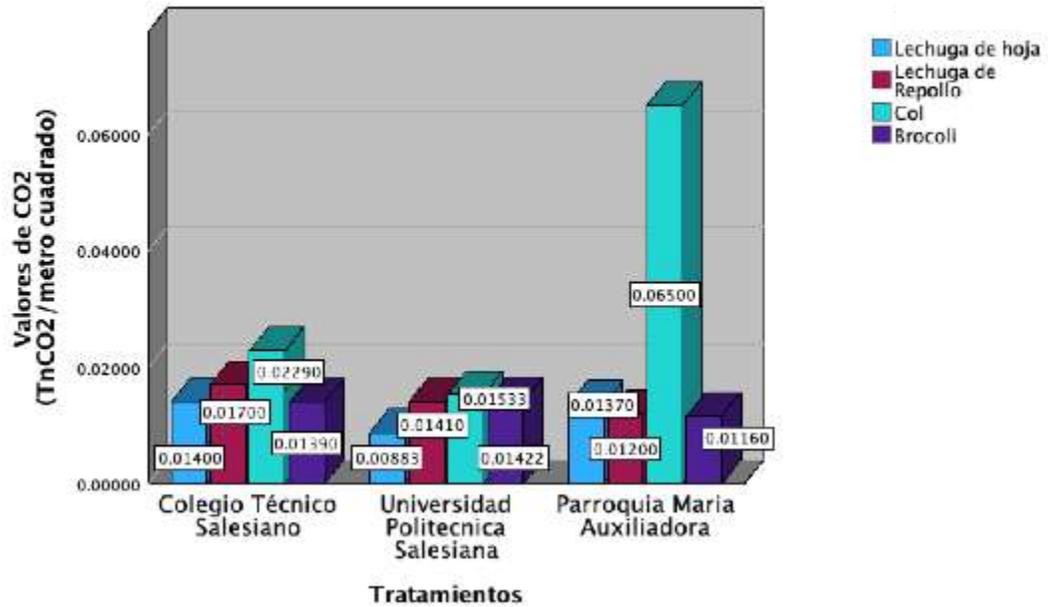


Figura 96. Captura de plomo de las hortalizas en los tres tratamientos

Fuente. Autor, 2023

Prueba de homogeneidad de la varianza

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ las varianzas no son iguales
Estadístico de Levene	0,4220

Porcentaje de confiabilidad	0,05
-----------------------------	------

p	0,046
---	-------

Prueba de significancia

Parámetros

Valores

H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
----	---

H1	Si $p < 0,05$ al menos una media es diferente
----	---

F	1,69
---	------

Porcentaje de confiabilidad	0,05
-----------------------------	------

p	0,196
---	-------

El análisis estadístico indica que la hortaliza que más carbono capturó fue la col de la parroquia María Auxiliadora que presenta un valor de 0,065 Ton CO₂/metro cuadrado; mientras que la hortaliza que menos CO₂ capturó fue el brócoli de la parroquia María Auxiliadora con un valor de 0,01160 La suma total de carbono de las hortalizas de todos los tratamientos fue de 0,22258 TonCO₂/kg, en donde el promedio captado por parte de cada hortaliza es de 0,01854 TonCO₂/kg.

4.1.4.3.3 Comparación de los análisis de captura de carbono en la lechuga de hoja de los tres tratamientos

COMPARACIÓN DE LOS ANALISIS DE CAPTURA DE CARBONO EN LA LECHUGA DE HOJA DE LOS TRES TRATAMIENTOS

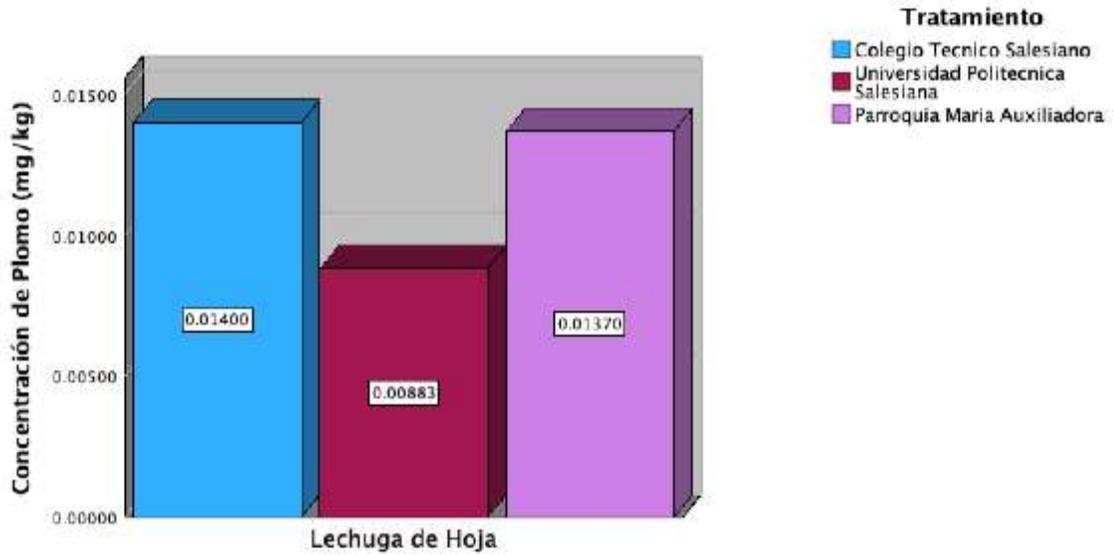


Figura 97. Comparación de los análisis de la captura de carbono en la lechuga de hoja

Fuente. Autor, 2023

Niveles de significancia	
Parámetro	Valor
Promedio	0,0121767
Error estándar del promedio	0,00167557
Mediana	0,0137000
Desviación estándar	0,00290218
Varianza	0,00000841
Rango	0,00517
Mínimo	0,00883
Máximo	0,01400
Suma	0,03653

Prueba de homogeneidad de la varianza

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ las varianzas no son iguales
Estadístico de Levene	4,604
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,061

Prueba de significancia

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ al menos una media es diferente
F	5,078
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,051

Según este análisis estadístico basado en la captación de carbono por parte de las lechugas de hoja de esta investigación, se observa que la lechuga de hoja del colegio Técnico Salesiano fue la que más carbono secuestró con un valor de 0,014 TonCO₂/metro cuadrado; mientras que la lechuga de hoja que menos carbono secuestró pertenece al tratamiento de la Universidad Politécnica Salesiana con un valor de 0,0083 TonCO₂/metro cuadrado.

4.1.4.3.4 Comparación de los análisis de captura de carbono en la lechuga de repollo de los tres tratamientos

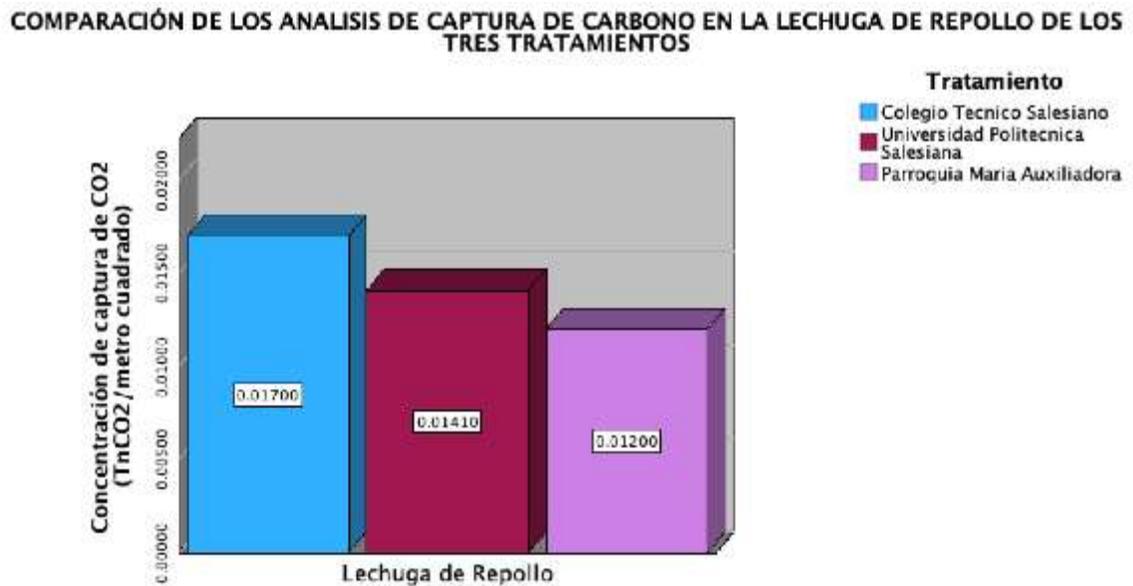


Figura 98. Comparación de los análisis de la captura de carbono en la lechuga de repollo

Fuente. Autor, 2023

Niveles de significancia	
Parámetro	Valor
Promedio	0,0143667
Error estándar del promedio	0,0014952
Mediana	0,0141000
Desviación estándar	0,002510
Varianza	0,0000063
Rango	0,00500

Mínimo	0,01200
Máximo	0,01700
Suma	0,04310

Prueba de homogeneidad de la varianza

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ las varianzas no son iguales
Estadístico de Levene	4,518
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,064

Prueba de significancia

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales

H1	Si $p < 0,05$ al menos una media es diferente
F	10,813
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,010

Según este análisis estadístico, la lechuga de repollo que más CO₂ secuestró pertenece al colegio Técnico Salesiano con un valor de 0,01700 TonCO₂/metro cuadrado, y el tratamiento donde la lechuga de repollo absorbió menos carbono corresponde al tratamiento realizado en la parroquia de María Auxiliadora con un valor de 0,01200 TonCO₂/metro cuadrado.

4.1.4.3.5 Comparación de los análisis de captura de carbono de col de los tres tratamientos

COMPARACIÓN DE LOS ANALISIS DE CAPTURA DE CARBONO DE COL DE LOS TRES TRATAMIENTOS

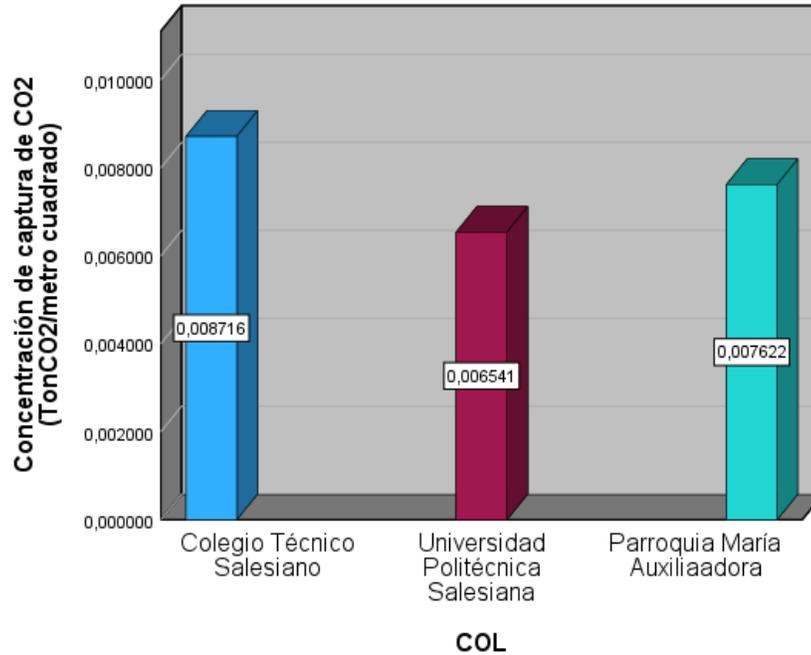


Figura 99. Comparación de los análisis de la captura de carbono en la lechuga de brócoli

Fuente. Autor, 2023

Niveles de significancia

Parámetro	Valor
Promedio	0,0342
Error estándar del promedio	0,0014952
Mediana	0,0139000
Desviación estándar	0,00142927
Varianza	0,00000204

Rango	0,00262
Mínimo	0,01422
Máximo	0,01422
Suma	0,1026

Prueba de homogeneidad de la varianza

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ las varianzas no son iguales
Estadístico de Levene	0,605
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,576

Prueba de significancia

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales

H1	Si $p < 0,05$ al menos una media es diferente
F	4,747
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,058

Este análisis estadístico indica que la col entre los tres tratamientos capturó un promedio total de 0,0342 TonCO₂/metro cuadrado; en donde en el tratamiento del colegio Técnico Salesiano esta hortaliza capturó más CO₂ con un valor de 0,008710 TonCO₂/metro cuadrado, mientras que la col de tratamiento de la Universidad Politécnica Salesiana fue la que menos carbono secuestró con un valor de 0,006541 TonCO₂/metro cuadrado.

4.1.4.3.6 Comparación de los análisis de captura de carbono de brócoli de los tres tratamientos

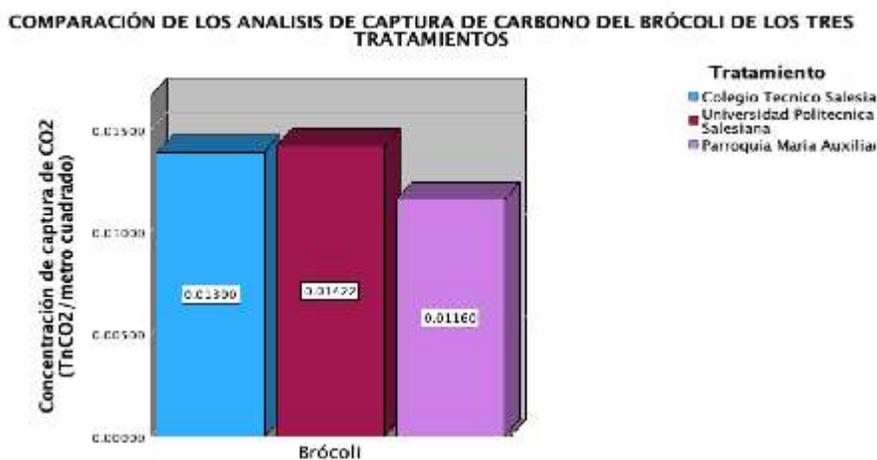


Figura 100. Comparación de los análisis de la captura de carbono en la lechuga de brócoli

Fuente. Autor, 2023

Niveles de significancia

Parámetro	Valor
Promedio	0,0132400
Error estándar del promedio	0,0014952
Mediana	0,0139000
Desviación estándar	0,00142927
Varianza	0,00000204
Rango	0,00262
Mínimo	0,01422
Máximo	0,01422
Suma	0,03972

Prueba de homogeneidad de la varianza

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ las varianzas no son iguales
Estadístico de Levene	0,605
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,576

Prueba de significancia

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ al menos una media es diferente
F	4,747
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,058

Este análisis estadístico indica que el brócoli que más carbono captó pertenece al tratamiento de la Universidad Politécnica Salesiana con un valor de 0,01422 TonCO₂/metro cuadrado; el tratamiento que menos carbono secuestró es el de la parroquia María Auxiliadora con un valor de 0,01160 TonCO₂/metro cuadrado.

4.1.4.3.7 Promedio de carbono capturado por las hortalizas en los tres tratamientos

PROMEDIO DE CARBONO CAPTURADO EN LAS HORTALIZAS

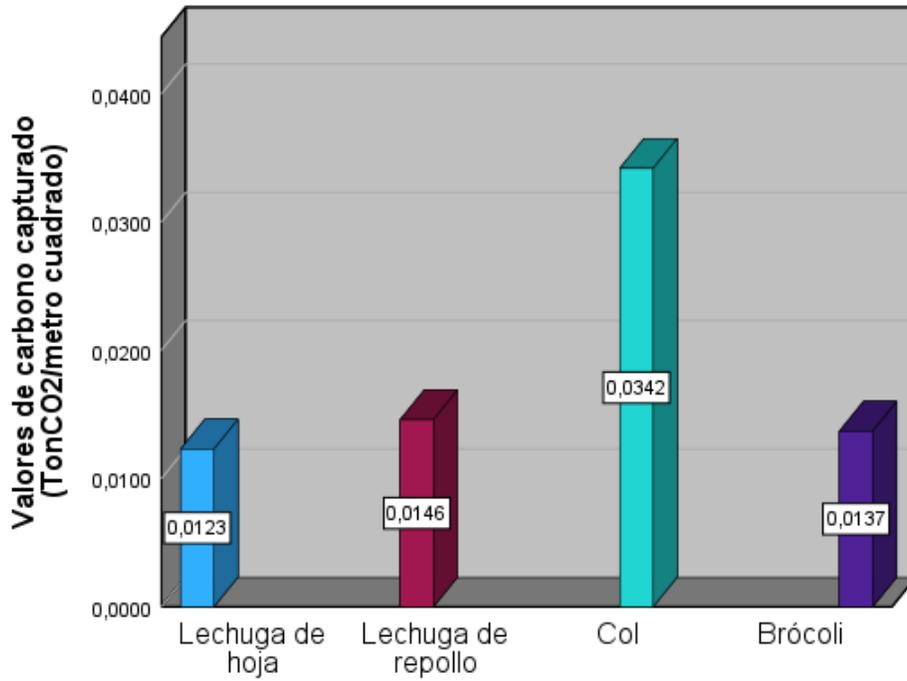


Figura 101. Captura de plomo de las hortalizas en esta investigación

Fuente. Autor, 2023

Niveles de significancia

Parámetro	Valor
Promedio	0,0187
Error estándar del promedio	0,015798
Mediana	0,04150
Moda	
Desviación estándar	0,031595
Varianza	0,001
Rango	0,066
Mínimo	0,037
Máximo	0,103
Suma	0,0748

Se puede analizar que la hortaliza que más CO₂ capturó fue la col, con un promedio de 0,0342 TonCO₂/metro cuadrado; mientras que la hortaliza que menos carbono secuestró fue la lechuga de hoja con un promedio de 0,0123 TonCO₂/metro cuadrado. El promedio de carbono capturado por las hortalizas entre todos los tratamientos fue de 0,0187 TonCO₂/metro cuadrado.

4.1.5 Contrastar los resultados obtenidos de esta investigación con los resultados de investigaciones anteriores basados en la misma temática, evidenciando si la concentración de plomo y carbono ha aumentado o disminuido

4.1.5.1 Obtención de datos de experimentos anteriores realizados en la misma área de estudio y con la misma metodología.

Determinación de plomo en el distrito sur (mg/kg)	
Colegio Bilingüe	36,55
Colegio Borja	9,6
Colegio Técnico Salesiano	30,63
Colegio Asunción	15,22
Colegio Nuestra Familia	20,34
Promedio Total	22.46

Determinación de plomo en el distrito norte (mg/kg)	
Colegio Julio María Matovelle	16,99
Escuela Federico Proaño	0,52
Colegio Tres de Noviembre	0,51
Colegio Cristo Rey	0,50
Escuela Francisca Dávila	0,33
Promedio Total	3,77

Determinación de plomo en el centro histórico (mg/kg)	
Col	15,08
Brócoli	16,75
Lechuga de hoja	14.19
Lechuga de repollo	12.25
Total	14.44

4.1.5.2 Comparar los datos de las investigaciones anteriores con la investigación actual

4.1.5.3 Determinar el incremento o decremento de la concentración de plomo y captura de carbono

4.1.5.3.1 Comparación análisis de plomo distrito sur

El trabajo investigativo elaborado por Calle & Zhindón realizado en el año 2018 sobre la presencia de plomo en las hortalizas en el distrito sur de la ciudad de Cuenca, determinó que las hortalizas absorbieron un promedio de 22,46 mg/kg de plomo, mientras que en esta investigación realizada en el 2023 se conoció que las hortalizas plantadas en el distrito sur absorbieron un promedio de 8,64 mg/kg de plomo; se infiere que en el año 2018 las hortalizas sembradas en el distrito sur absorbieron más plomo que las plantas sembradas en este estudio (2023) debido a que según la (AEADE, 2021), antes de la pandemia el parque automotor en la ciudad de Cuenca contaba con 188 mil vehículos, en donde el 55% del parque automotor superaba los diez años, y en comparación a inicios del 2023, el parque automotor se ha renovado entre 4% y 5%.

4.1.5.3.2 Comparación análisis de plomo distrito norte

El ensayo investigativo realizado en el 2020 por Quizhpi & Sarango basado en la absorción de plomo por hortalizas sembradas en el distrito norte de la ciudad de Cuenca determinó que las hortalizas absorbieron 3,77 mg/kg, en cambio en esta investigación las hortalizas plantadas en el distrito norte absorbieron 13,64 mg/kg. Se infiere que las hortalizas de esta investigación (2023) absorbieron una mayor cantidad de plomo en comparación a la investigación realizada por Quizhpi y Sarango, debido a que en el año 2020 el tránsito vehicular se restringió desde marzo de 2020 hasta septiembre del mismo año por la pandemia; además considerando que la gasolina usada por los aviones comerciales (AVGAS 100LL) contiene

plomo, y el aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad de Cuenca estuvo cerrado desde el 18 de marzo de 2020 hasta el 15 de junio del 2020 debido a la pandemia, presentando también en el 2020 una disminución del 69% de los pasajeros anuales (Herembás, 2023), siendo estas restricciones de movilidad una posible causa de la disminución de contaminación por plomo en la ciudad de Cuenca.

4.1.5.3.3 Comparación análisis de plomo centro histórico

La investigación realizada por Carolina Mora sobre la absorción de plomo por hortalizas sembradas en el centro histórico de la ciudad de Cuenca en el año 2017 tuvo como resultado que las hortalizas absorbieron un promedio de 14,44 mg/kg, mientras que en esta investigación las hortalizas absorbieron un promedio de 11,53 mg/kg. Se infiere que es por la renovación del parque automotor, ya que según la (AEADE, 2021) el parque automotor ha aumentado sus ventas en un 4 y 5%, en comparación a los años anteriores a pandemia; tomando en cuenta que el plomo tiene una vida de hasta 15 años, el plomo hasta el año 2017 se generó de manera continua, mientras que para el año 2023 existió una disminución de los niveles de plomo debido a que en pandemia existieron restricciones de tránsito vehicular y aéreo, ocasionando así que la presencia de este metal pesado disminuya.

4.1.5.4 Expresión de los resultados en cuadros y figuras estadísticas aplicando SPSS

4.1.5.4.1 Comparación de los análisis de presencia de plomo en el distrito sur expresados en mg/kg

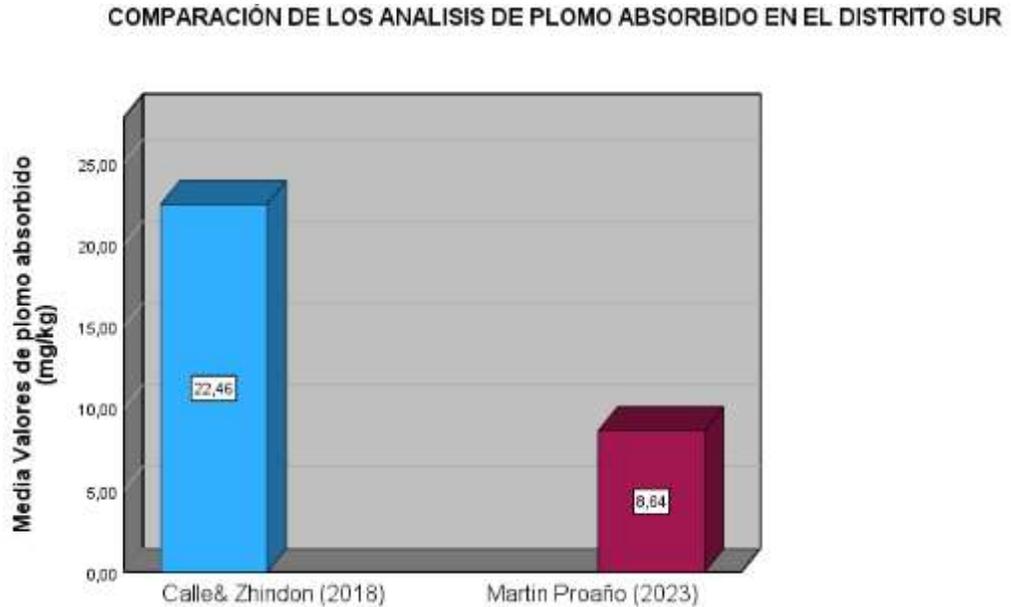


Figura 102. Comparación de análisis de presencia de plomo en el distrito sur

Fuente. Autor, 2023

Prueba de significancia	
Parámetro	Valor
Promedio	50,20500
Mediana	50,20500
Desviación estándar	24,345686
Varianza	592,712

Prueba de homogeneidad de la varianza

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales

H1 Si $p < 0,05$ las varianzas no son iguales

Estadístico de Levene	17,432
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,06

Prueba de significancia

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ al menos una media es diferente
F	10,393
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,018

En lo que concierne al distrito sur, como se puede ver en la figura. Comparación de análisis de presencia de plomo en el distrito sur, en la investigación de (Calle & Zhindón, 2018) las hortalizas absorbieron más plomo (22,46 mg/kg) que las hortalizas de esta investigación (8,64 mg/kg).

4.1.5.4.2 Comparación de los análisis de presencia de plomo en el distrito norte expresados en mg/kg

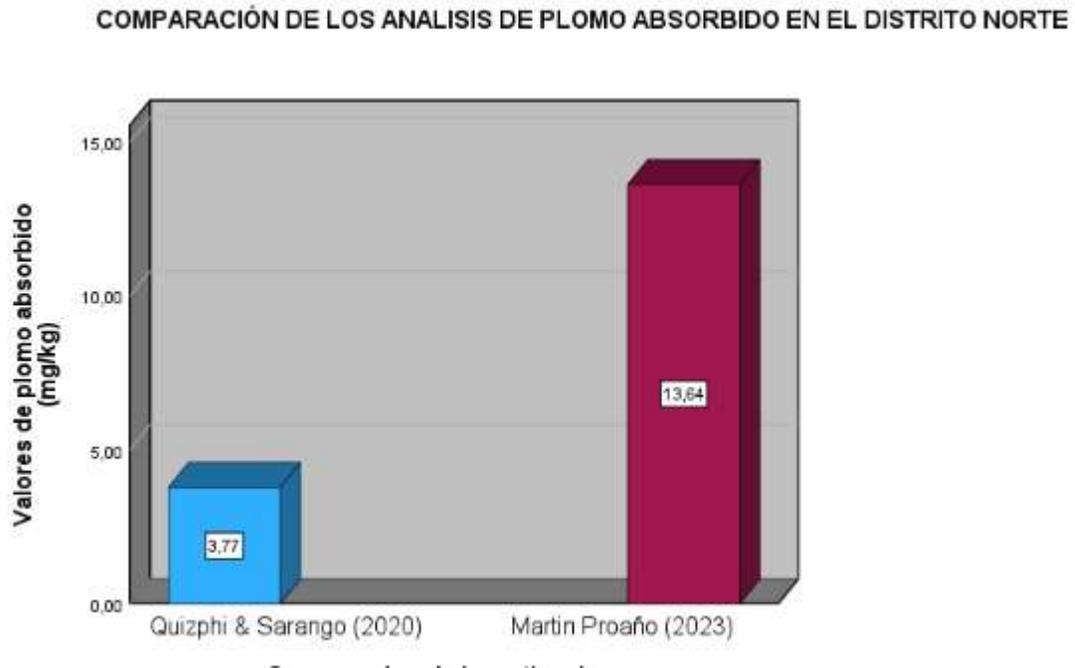


Figura 103. Comparación de análisis de presencia de plomo en el distrito norte

Fuente. Autor, 2023

Prueba de significancia	
Parámetro	Valor
Promedio	32,9760
Mediana	32,9760
Moda	11,38
Desviación estándar	30,5385
Varianza	932,602

Prueba de homogeneidad de la varianza

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ las varianzas no son iguales
Estadístico de Levene	2,099
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,204

Prueba de significancia

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ al menos una media es diferente
F	3,139
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,117

En el distrito norte, observando la figura. Comparación de análisis de presencia de plomo en el distrito norte, la presente investigación dio como resultado que las hortalizas del distrito norte captaron un total de 3,77 mg/kg, a diferencia de la investigación de (José Quizhpi & Alexandra Sarango, 2020) que las hortalizas absorbieron un total de 13,64 mg/kg.

4.1.5.4.3 Comparación de los análisis de presencia de plomo en el centro histórico expresados en mg/kg

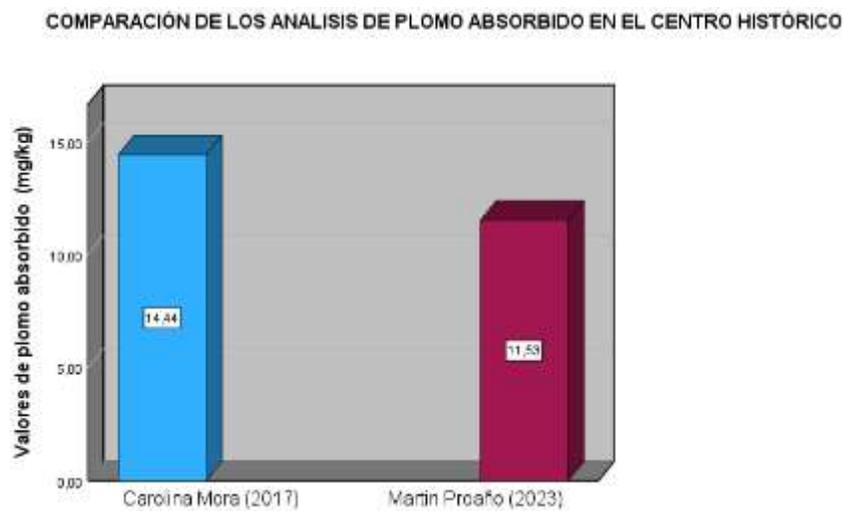


Figura 104. Comparación de análisis de presencia de plomo en el centro histórico

Fuente, 2023

Prueba de significancia	
Parámetro	Valor
Promedio	12,98
Mediana	138,13000
Moda	46,150
Desviación estándar	130,0793
Varianza	16920,641

Prueba de homogeneidad de la varianza

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ las varianzas no son iguales
Estadístico de Levene	0,580
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,475

Prueba de significancia

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ al menos una media es diferente
F	110,790
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	<0,001

Por último, en el centro histórico, como se puede ver en la figura. Comparación de análisis de presencia de plomo en el centro histórico, en la investigación de (Mora, 2017) determinó que las hortalizas absorbieron un promedio de 14,44 mg/kg, mientras que en esta investigación las hortalizas absorbieron 11,53 mg/kg.

4.1.5.4.4 Comparación general de las investigaciones de plomo

COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE PLOMO ABSORBIDO DE ESTA INVESTIGACIÓN CON OTROS AUTORES

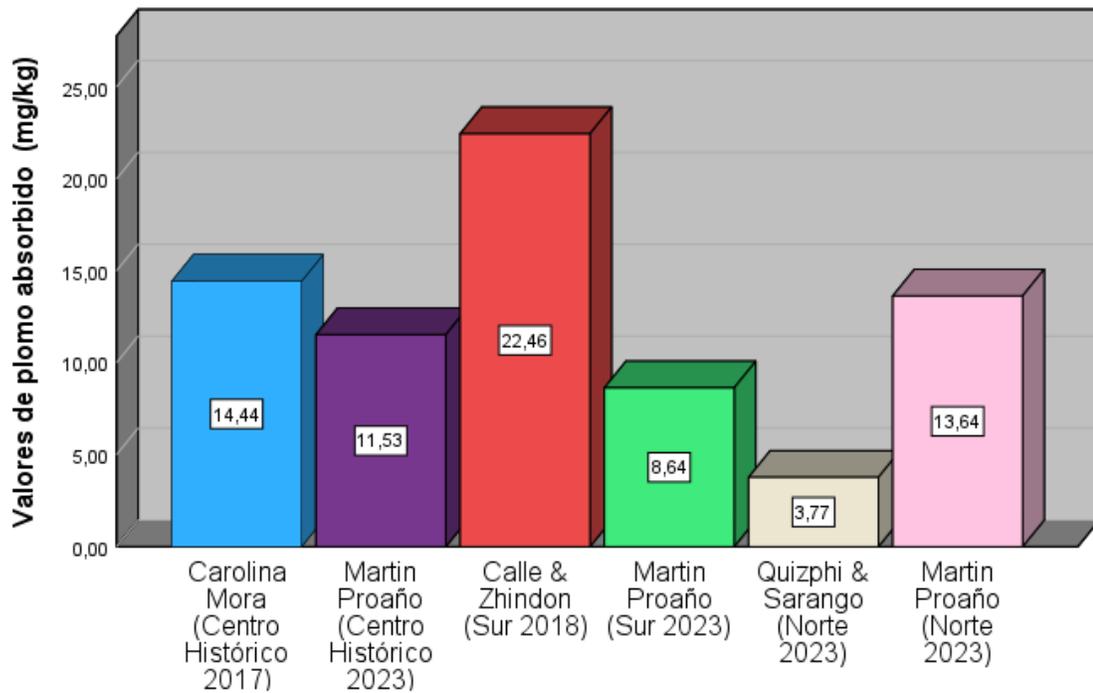


Figura 105. Comparación general de las investigaciones de plomo

Fuente. Autor, 2023

Como se puede observar en el gráfico, la investigación de (Calle & Zhindón, 2018) realizada en el distrito sur de Cuenca fue la que más plomo absorbió con un valor promedio de 22,46 mg/kg, mientras que la investigación realizada por (José Quizhpi & Alexandra Sarango, 2020) en el distrito norte fue la que menos plomo absorbió con un valor promedio de 3,77 mg/kg. Se infiere que los valores antes plomo luego de la pandemia disminuyeron a causa de que el tráfico vehicular y aéreo se irregularizó desde 2020 hasta 2022.

4.1.6 Contrastar los resultados obtenidos de esta investigación con los resultados de investigaciones anteriores basados en la misma temática, evidenciando si la concentración de plomo y carbono ha aumentado o disminuido

4.1.6.1 Obtención de datos de experimentos anteriores realizados en la misma área de estudio y con la misma metodología.

Los siguientes datos de carbono capturado en el distrito sur pertenecen al trabajo investigativo realizado por (Calle & Zhindón, 2018).

Captura de carbono distrito sur (Ton CO2/metro cuadrado)	
Colegio Bilingüe	0,03914
Colegio Borja	0,01036
Colegio Técnico Salesiano	0,02668
Colegio Asunción	0,03015
Colegio Nuestra Familia	0,02106
Promedio Total	0,02746

La siguiente información sobre captura de carbono es del trabajo investigativo elaborado por (José Quizhpi & Alexandra Sarango, 2020).

Captura de carbono distrito norte (Ton CO2/metro cuadrado)	
Colegio Julio María Matovelle	0,01626
Escuela Federico Proaño	0,01783
Colegio Tres de Noviembre	0,01366
Colegio Cristo Rey	0,00455
Escuela Francisca Dávila	0,00883
Promedio Total	0,01226

Los siguientes resultados fueron recolectados del ensayo investigativo perteneciente a (Carolina Mora, 2017)

Captura de carbono centro histórico (Ton CO2/metro cuadrado)	
Col	0,006972
Brócoli	0,002429
Lechuga de hoja	0,0123
Lechuga de repollo	0,0306
Total	0,0573

4.1.6.2 Comparar los datos de las investigaciones anteriores con la investigación actual

4.1.6.3 Determinar el incremento o decremento de la concentración de plomo y captura de carbono

4.1.6.3.1 Comparación análisis de carbono distrito sur

La investigación realizada por Calle & Zhindón realizada en el año 2018 en lo que concierne a la captura de carbono en el distrito sur de la ciudad de Cuenca captó 0,027646 toneladas/metro cuadrado de CO₂, mientras que en esta investigación realizada en el año 2023 se conoció mediante el análisis que la cantidad de carbono captado en el distrito sur de la ciudad de Cuenca fue de 0,0169 toneladas/metro cuadrado; teniendo en cuenta que el peso fresco de la muestra es directamente proporcional al carbono capturado por las plantas, las hortalizas del estudio realizado en el año 2018 capturaron más CO₂ ya que el promedio de peso fresco de la muestra fue de 0,4814 kg, mientras que el promedio del peso fresco de la muestra de este estudio (2023) fue de 0,4465 kg.

4.1.6.3.2 Comparación análisis de carbono distrito norte

El trabajo investigativo ejecutado por Quizhpi & Sarango elaborado en el año 2020 sobre la captación de carbono mediante hortalizas en el distrito norte de la ciudad de Cuenca secuestró 0,01226 toneladas/metro cuadrado de CO₂, en cambio que en esta investigación elaborada en el

año 2023 con la misma metodología, se conoció que se secuestró en el distrito norte de la ciudad de Cuenca 0,01313 toneladas/metro cuadrado; tomando a consideración que el peso fresco de la muestra es directamente proporcional al carbono secuestrado por las plantas; las hortalizas de este estudio (2023) capturaron más CO₂ debido a que el promedio de peso fresco de la muestra de esta investigación fue de 0,3366 kg, superando al peso fresco de la muestra de la investigación realizada en el año 2020, que tuvo un promedio de 0,2522 kg.

4.1.6.3.3 Comparación análisis de carbono centro histórico

La investigación realizada por Carolina Mora que fue elaborada en el año 2017 para conocer mediante huertas urbanas la captura de carbono por hortalizas indica que se logró capturar un promedio de 0,0358 toneladas/metro cuadrado de carbono, mientras que en el 2023 usando la misma metodología se logró captar un promedio de 0,0134 toneladas/metro cuadrado de carbono. Las hortalizas del estudio realizado por Carolina Mora obtuvieron una mayor masa vegetal, por lo que secuestraron una mayor cantidad de carbono, dando un promedio de peso fresco de la muestra de 0,5145 kg, mientras que las hortalizas de este estudio (2023) tuvieron un promedio de 0,3366 kg.

4.1.6.4 Expresión de la comparación mediante cuadros y figuras utilizando SPSS.

4.1.6.4.1 Comparación de los análisis de captura de carbono en el distrito sur expresados en Ton CO2/metro cuadrado

COMPARACIÓN DEL ANALISIS DE CAPTURA DE CARBONO EN EL DISTRITO SUR

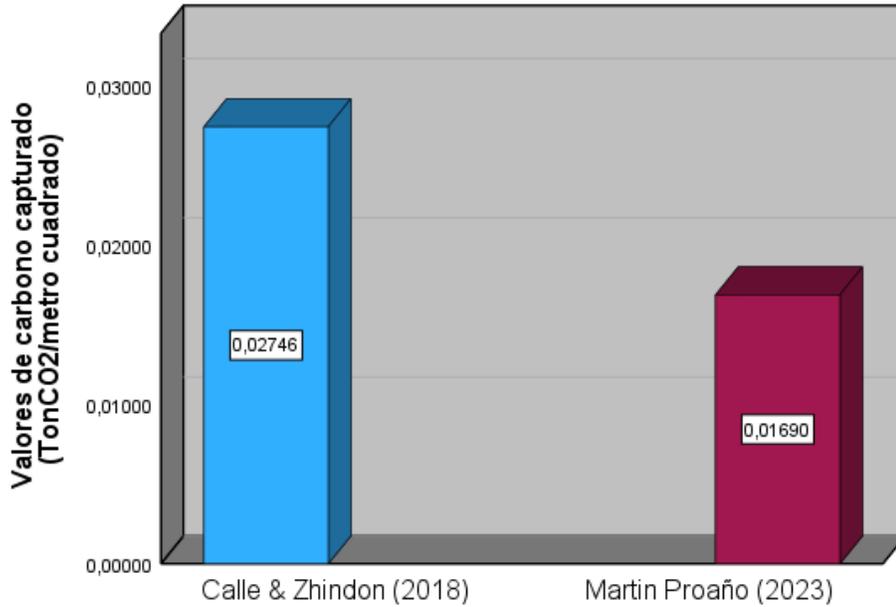


Figura 106. Comparación de análisis de captura de carbono en el distrito sur

Fuente. Autor, 2023

Niveles de significancia	
Parámetro	Valor
Promedio	0,0720200
Mediana	0,0720200
Moda	0,06762
Desviación estándar	0,00622254
Varianza	0,0006

Prueba de homogeneidad de la varianza

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ las varianzas no son iguales
Estadístico de Levene	1,958
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,211

Prueba de significancia

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ al menos una media es diferente
F	0,5035
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,066

En el distrito sur, como se puede ver en la figura 107, en el estudio de (Calle & Zhindón, 2018) las hortalizas secuestraron 0,027646 Ton CO₂/metro cuadrado, mientras que las hortalizas de este estudio secuestraron 0,01690 Ton CO₂/metro cuadrado.

4.1.6.4.2 Comparación de los análisis de captura de carbono en el distrito norte expresados en Ton CO₂/metro cuadrado.

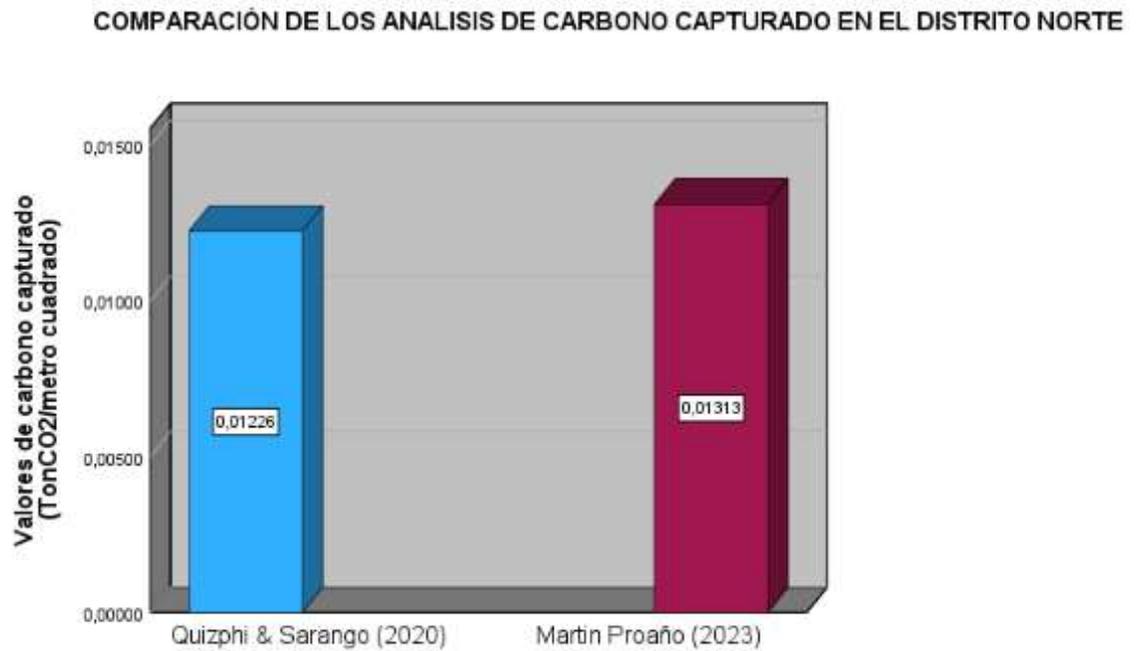


Figura 107. Comparación de análisis de captura de carbono en el distrito norte

Fuente. Autor, 2023

Prueba de significancia	
Parámetro	Valor
Promedio	0,0430313
Mediana	0,0430313
Moda	0,03357
Desviación estándar	0,01337754
Varianza	0,000002

Prueba de homogeneidad de la varianza

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ las varianzas no son iguales
Estadístico de Levene	0,4220
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,046

Prueba de significancia

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ al menos una media es diferente

F	1,69
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,196

En el distrito norte, analizando la figura 108, podemos conocer que las hortalizas de esta investigación capturaron 0,03580 Ton CO₂/metro cuadrado, a diferencia de las hortalizas de (José Quizhpi & Alexandra Sarango, 2020) que captaron 0,01340 Ton CO₂/metro cuadrado.

4.1.6.4.3 Comparación de los análisis de captura de carbono en el centro histórico expresados en Ton CO₂/metro cuadrado

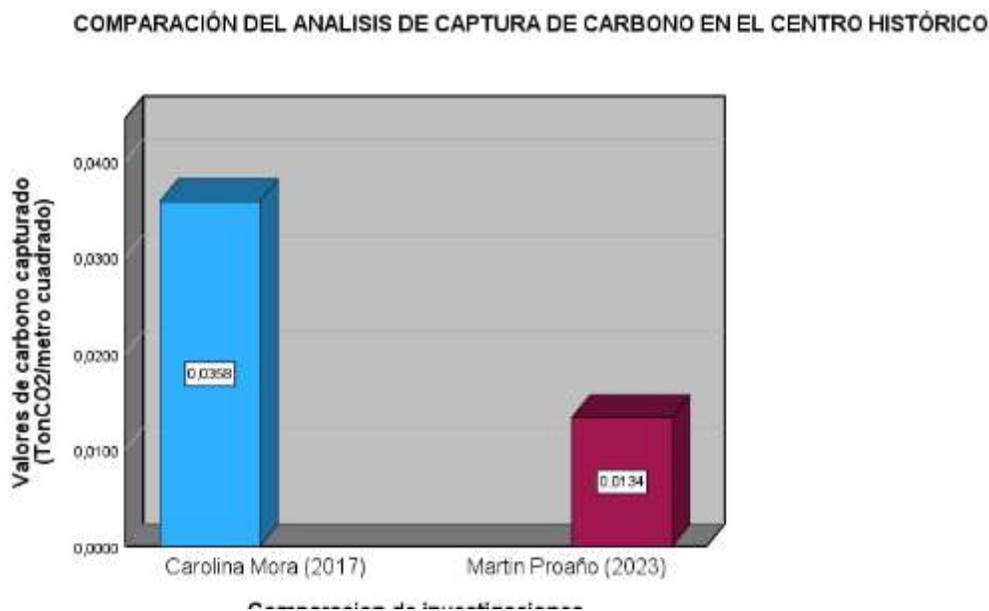


Figura 108. Comparación de análisis de captura de carbono en el centro histórico

Fuente. Autor, 2023

Prueba de significancia	
Parámetro	Valor

Promedio	0,0623350
Mediana	0,0623350
Moda	0,05357
Desviación estándar	0,01239558
Varianza	0,0001

Prueba de homogeneidad de la varianza

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ las varianzas no son iguales
Estadístico de Levene	1,9620
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,211

Prueba de significancia

Parámetros	Valores
H0	Si $p > 0,05$ las varianzas son iguales
H1	Si $p < 0,05$ al menos una media es diferente

F	0,599
Porcentaje de confiabilidad	0,05
p	0,468

Análisis estadístico

En el centro histórico, observando la figura 109, las hortalizas de este ensayo investigativo capturaron un promedio de 0,0134 Ton CO₂/metro cuadrado, contrario a la investigación de (Mora, 2017) donde las hortalizas capturaron un promedio de 0,0358 Ton CO₂/metro cuadrado

4.1.6.4.4 Comparación general de investigaciones de carbono

COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE CARBONO CAPTURADO DE ESTA INVESTIGACIÓN CON OTROS AUTORES

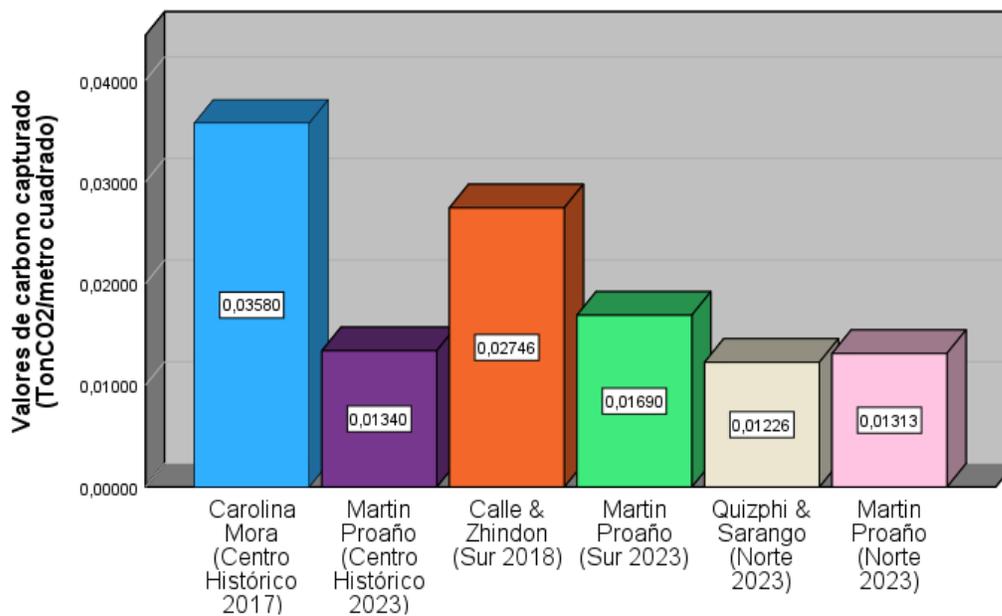


Figura 109. Comparación general de investigaciones de carbono

Fuente. Autor, 2023

Las hortalizas que más carbono secuestraron pertenecen a la investigación de (Mora, 2017), estas hortalizas capturaron un promedio total de 0,03580 TonCO₂/metro cuadrado; mientras que las hortalizas que menos CO₂ secuestraron fueron las de la investigación de (José Quizhpi & Alexandra Sarango, 2020) con un valor promedio de 0,01226 TonCO₂/metro cuadrado.

4.1.7 Elaborar un plan ambiental de mitigación y prevención en base a los resultados obtenidos

4.1.7.1 Se elaborará en base a los resultados que se obtengan y se propondrá metodologías amigables con el ambiente que mitiguen y prevengan daños futuros a la población.

4.1.7.1.1 Plan ambiental para la contaminación por plomo

Plan ambiental de mitigación y prevención para la contaminación por plomo						
Medida	Objetivo	Acciones y procedimientos a desarrollar	Medios de verificación	Indicadores verificables de aplicación	Autores	Costo estimado
Identificación de las fuentes que producen plomo.	Identificar y evaluar las fuentes de contaminación de plomo.	<ul style="list-style-type: none"> Se debe identificar las fuentes principales que emiten plomo en cada área estudiada, principalmente son: gasolina con plomo, refinерías, sitios de reciclaje, pintura a base de plomo, tuberías. Realizar evaluaciones sectoriales de como el plomo afecta a la infraestructura, alimentos, suelo y personas. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes que demuestren la evaluación de posibles fuentes de plomo. Registro de las evaluaciones realizadas. Fotografías 	Informes mensuales con número de evaluaciones totales realizadas	(Boreland & Lyle, 2014) (Laidlaw et al., 2017) (US EPA, 2013)	\$10

Plan ambiental de mitigación y prevención para la contaminación por plomo

Medida	Objetivo	Acciones y procedimientos a desarrollar	Medios de verificación	Indicadores verificables de aplicación	Autores	Costo estimado
Eliminación de todas las fuentes potenciales de plomo que pueden ser un perjuicio para la salud.	Erradicar las fuentes de plomo.	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar de las infraestructuras la pintura impregnada a base de plomo. • Eliminación de partículas de plomo presente en fuentes de agua mediante nanotubos de carbono. • Eliminar completamente el plomo de la gasolina para carros y aviones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contabilización de las estructuras con pintura hecha a base de plomo. • Análisis de presencia de plomo en agua y suelo, para su remediación. 	Informe con el número total de estructuras hechas a base de plomo que han sido reemplazadas. Informes trimestrales con los resultados obtenidos de la eliminación de plomo mediante nanotubos de carbono.	(US EPA, 2013) (Rojas-Challa et al., 2016) (Ritchie, 2022)	\$5

Plan ambiental de mitigación y prevención para la contaminación por plomo

Medida	Objetivo	Acciones y procedimientos a desarrollar	Medios de verificación	Indicadores verificables de aplicación	Autores	Costo estimado
Elaboración de un plan de educación y concientización sobre los peligros y riesgos del plomo.	Realizar un plan de educación y concientización sobre los peligros y riesgos que causa la contaminación por plomo.	<ul style="list-style-type: none"> • Dotar a la ciudadanía con materiales multimedia de educación y capacitación, siendo este material de fácil interpretación para su eficaz comprensión. • Brindar de forma gratuita un plan de estudios de concientización sobre el plomo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fotografías. • Material didáctico para la capacitación. 	<p>Presentarse en cinco colegios de la ciudad de Cuenca.</p> <p>Realizar una conferencia en las universidades de la ciudad de Cuenca.</p>	<p>(Regan, 2022)</p> <p>(Cubillas-Tejeda et al., 2011)</p> <p>(Regan, 2022)</p>	\$20

4.1.7.1.2 Plan para la contaminación por CO2

Plan ambiental de mitigación y prevención para la contaminación por CO2						
Medida	Objetivo	Acciones y procedimientos a desarrollar	Medios de verificación	Indicadores verificables de aplicación	Autores	Costo estimado
Implementación de energías renovables	Fomentar el uso de energías renovables, disminuyendo así la huella de carbono	Promover la transición hacia fuentes de energía renovable, como la energía solar, eólica, hidroeléctrica y geotérmica, para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y las emisiones de CO2 asociadas con la generación de energía	<ul style="list-style-type: none"> • Fotografías. • Informe sobre el aumento de energías renovables en Cuenca 	Reportar que el 20% del colectivo cuencano use energías renovables	(Panepinto et al., 2021).	\$5

Plan ambiental de mitigación y prevención para la contaminación por CO2

Medida	Objetivo	Acciones y procedimientos a desarrollar	Medios de verificación	Indicadores verificables de aplicación	Autores	Costo estimado
Implementación de agricultura urbana	Ejecutar planes de huertos urbanos dentro de la ciudad de Cuenca, mitigando así el dióxido de carbono por medio de la captación realizada por las hortalizas	Implementar prácticas agrícolas sostenibles que reduzcan las emisiones de CO2, como la agricultura regenerativa, el manejo adecuado de residuos agrícolas y el uso de técnicas de conservación del suelo que promuevan la captura de carbono en el suelo.	<ul style="list-style-type: none"> • Fotografías. • Informe sobre el desarrollo de la creación de huertos urbanos 	Realizar trabajos de huertos urbanos con 4 especies de hortalizas en siete colegios de la ciudad de Cuenca	(Montenegro, 2018)	\$5

Plan ambiental de mitigación y prevención para la contaminación por CO2

Medida	Objetivo	Acciones y procedimientos a desarrollar	Medios de verificación	Indicadores verificables de aplicación	Autores	Costo estimado
Incentivación de transportes amigables con el ambiente para la reducción de la huella de carbono	Promover el uso de transporte público, caminar, ir en bicicleta, adquisición de vehículos eléctricos y carpooling para reducir las emisiones de CO2 relacionadas con el transporte.	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la adopción de vehículos eléctricos y el desarrollo de infraestructuras de carga para promover una movilidad más limpia y sostenible. • Implementación de pico y placa en la ciudad • Creación de ciclo vías alrededor de la ciudad de Cuenca 	<ul style="list-style-type: none"> • Fotografías. • Reporte diario del tránsito vehicular 	Realizar un informe semanal que detalle el tráfico vehicular registrado en la ciudad de Cuenca, apoyándose en las fotografías y en los reportes llevados a diario	(Langford, 2005).	\$125

5. DISCUSIÓN

Para la diversificación del paisaje con hortalizas fue indispensable realizar en primer lugar una investigación bibliográfica. Según (Alvarado, 2016) la diversificación del paisaje urbano se logra cuando estas plantas logran contrastar con plantas ornamentales, edificaciones y pavimento; también (Ojeda Revah & Espejel, 2014) dice que la presencia de huertas urbanas ayuda al embellecimiento de áreas que no cuentan con espacios verdes. Además, (Practice No.8 Diversification, 2013) señala que los huertos urbanos además de diversificar el paisaje ayudan de combatir la inseguridad alimentaria, la pobreza y el cambio climático, generando múltiples beneficios al ser humano y al medio ambiente. Por lo que mediante la implementación de huertas urbanas con hortalizas en los diferentes puntos de la zona urbana de la ciudad de Cuenca se buscó una diversificación de paisaje, siendo así que, las huertas urbanas situados en el norte, centro y sur de la ciudad contrastaron con las plantas ornamentales mediante la variedad de colores y con aspectos morfológicos, las edificaciones contrastan con las texturas de las hortalizas creando perspectivas nuevas y composiciones interesantes, y por último el pavimento contrasta con las hortalizas mediante una nueva tonalidad de colores y estética.

Respecto a la presencia de plomo en las hortalizas, la (UE, 2023) dice que el límite máximo permisible de plomo para las hortalizas de hoja es de 0,30 mg/kg, en esta investigación todas las hortalizas sobrepasaron el limite permisible mencionado, ya que los valores de plomo en las hortalizas se encontraron en un rango de 4,71 mg/kg-18,82 mg/kg por lo que se puede considerar a estas hortalizas como indicadoras de contaminación por plomo. Según (Diaz, 2014) en Suiza el limite permisible para el género Brassica es de 0,3 mg/kg de plomo y para el resto de

géneros correspondientes a hortalizas de hoja es de 0,1 mg/kg de plomo, por lo que, contrastando con los resultados obtenidos en este experimento, las hortalizas de esta investigación tampoco cumplen los límites máximos permisibles.

Contrastando con otras investigaciones, (Calle & Zhindón, 2018) obtuvieron en su análisis de plomo en hortalizas sembradas en huertos urbanos en el distrito sur de Cuenca, un valor promedio de 22,46 mg/kg de plomo; por otro lado la investigación de (José Quizhpi & Alexandra Sarango, 2020) realizada en huertos urbanos en el distrito norte de Cuenca absorbió un promedio de 3,77 mg/kg de plomo; también Carolina Mora en su investigación de plomo absorbido por hortalizas en el centro histórico de Cuenca presentó un valor promedio de 14,44 mg/kg de plomo. Todas las hortalizas sembradas en huertos urbanos en la ciudad de Cuenca tanto de estas investigaciones mencionadas como la de la presente investigación sobrepasan los límites máximos permisibles de la (UE, 2023).

En lo que concierne a la captura de carbono, (Panepinto et al., 2021) dice que la agricultura urbana es una práctica que además de proveer alimentos impacta de forma positiva a la lucha contra el calentamiento global, las hortalizas secuestran dióxido de carbono. También, (Montenegro, 2018) en un estudio realizado en la ciudad de Quito, sentenció que la producción de hortalizas en la zona urbana ayuda a disminuir considerablemente la huella de carbono, ya que para distribuir las hortalizas no es necesario que se recorran grandes distancias, en comparación a cuando las hortalizas provienen de zonas rurales (zonas alejadas de la ciudad).

En un estudio de captación de hortalizas por la misma metodología realizado por (Calle & Zhindón, 2018) en el distrito sur de la ciudad de Cuenca, las hortalizas de esa investigación secuestraron 0,02746 Ton CO₂/metro cuadrado, haciendo un contraste de los datos analizados, las hortalizas de la investigación realizada en el año 2018 secuestraron más carbono que las

hortalizas de la presente investigación (ver figura 107). Otra investigación fue la realizada por (José Quizhpi & Alexandra Sarango, 2020) en el distrito norte de la ciudad de Cuenca, en donde las hortalizas capturaron un valor total de 0,01226 Ton CO₂/metro cuadrado, comparando los resultados, las hortalizas de la presente investigación capturaron más carbono que las de la investigación realizada en el año 2020 (ver figura 108), se infiere que es debido a que el estudio realizado en el 2020 ocurrió un evento anormal como lo fue la pandemia. Por último, la investigación de (Mora, 2017) realizada en el centro histórico de Cuenca con la misma metodología, las hortalizas capturaron 0,03580 Ton CO₂/metro cuadrado, se infiere que capturaron esa cantidad de carbono debido a que en el centro histórico existe bastante tráfico vehicular, y analizando los resultados, la investigación realizada en el año 2017 tuvo una mayor captación de carbono que las hortalizas de la investigación actual (ver figura 109).

El plan de prevención y mitigación ambiental para la contaminación por plomo se la realizó en base a objetivos y medidas a tomar; (Boreland & Lyle, 2014) proponen que se debe realizar una evaluación e inspección de las fuentes que pueden emitir plomo para sectorizar las áreas contaminadas; una de las principales fuentes de plomo es la pintura por lo que (US EPA, 2013) dice que todas las estructuras y edificaciones con pintura hecha a base de plomo deben ser retiradas, esto para eliminar una de las fuentes de plomo. Por último, es importante lograr una concientización ambiental en las personas sobre los efectos negativos del plomo, por lo que (Regan, 2022) sugiere brindar una educación didáctica a la población.

En el plan de prevención y mitigación ambiental para la contaminación por dióxido de carbono de igual forma se tomaron objetivos y acciones que puedan satisfacer estos. La implementación de energías renovables puede ayudar a reducir la huella de carbono por lo que (Panepinto et al., 2021) sugiere cambiar el uso de energías renovables como la energía solar,

energía eólica hidroeléctricas e hidroeléctricas. El uso de transporte sostenible también reduce las emisiones de dióxido de carbono, siendo así que (Langford, 2005) promueve que la ciudadanía circule en vehículos eléctricos, bicicleta y transporte público. También, (Montenegro, 2018) habla de cómo la agricultura urbana ayuda a la captación de carbono por parte de las plantas, por lo que implementar huertos urbanos ayudan de forma benéfica a la reducción de la huella de carbono.

6. Conclusiones

Los huertos urbanos contribuyen de forma significativa a la diversificación del paisaje en áreas urbanas, ya que logra contrastar con plantas ornamentales, edificaciones y pavimento, embelleciendo el paisaje. También promueven buenos hábitos alimentarios, conciencia social, esparcimiento y recreación, y desarrollo económico.

Las hortalizas lechuga de hoja (*Lactuca sativa* var. *Crispa*), lechuga de repollo (*Lactuca sativa* var. *Capitata*), col (*Brassica viridis*) y brocoli (*Brassica oleracea itálica*) plantadas en áreas urbanas ayudan a la lucha contra el cambio climático, ya que secuestran CO₂ que es un gas de efecto invernadero. En el colegio Técnico Salesiano las hortalizas secuestraron un promedio de 0,0225 Ton CO₂/metro cuadrado, en la Universidad Politécnica Salesiana las hortalizas capturaron un promedio de 0,0175 Ton CO₂/metro cuadrado y en la Parroquia María Auxiliadora las plantas secuestraron 0,0178 Ton CO₂/metro cuadrado, dando un promedio total de 0,01926 Ton CO₂/metro cuadrado de carbono capturado entre los tres tratamientos.

El plomo absorbido por todas las hortalizas de este trabajo investigativo ha sobrepasado los niveles máximos requeridos por la Unión Europea, que es de 0,30 mg/kg para hortalizas de hoja (UE, 2023). El rango de plomo absorbido por las hortalizas varía de 4,71 mg/kg-18,82 mg/kg. En total, la hortaliza que más plomo absorbió fue el brócoli con un promedio de 12,49 mg/kg y la hortaliza que menos plomo absorbió fue la lechuga criolla con un promedio de 10,17 mg/kg. La Universidad Politécnica Salesiana fue el lugar donde se encontró la mayor cantidad total de plomo absorbido con promedio de 18,19 mg/kg.

La captura de carbono por parte de las hortalizas en el distrito sur y en el centro histórico ha disminuido en comparación a otros estudios realizados en años anteriores por (Calle &

Zhindón, 2018) y (Mora, 2017), mientras que en el distrito norte las hortalizas de esta investigación secuestraron más carbono en comparación a la investigación del año (José Quizhpi & Alexandra Sarango, 2020).

La absorción de plomo por las hortalizas en el distrito norte ha aumentado en relación a las investigaciones realizadas por (José Quizhpi & Alexandra Sarango, 2020), ya que en la investigación realizada por este autor las hortalizas absorbieron un promedio total de 13,64 mg/kg de plomo y en la investigación realizada en el 2020 absorbieron un promedio de 3,77 mg/kg; por otra parte, en el distrito sur y en el centro histórico ha disminuido la cantidad de plomo absorbido por las hortalizas en comparación a las investigaciones por (Calle & Zhindón, 2018) y (Mora, 2017), siendo que en el distrito sur las hortalizas de esta investigación realizada por el presente autor absorbieron un promedio de 8,64 mg/kg y las hortalizas de la investigación realizada en el 2018 absorbieron un promedio de 22,46 mg/kg, mientras que en el centro histórico las hortalizas de esta investigación realizada por el autor absorbieron un promedio de 11,53 mg/kg y las hortalizas de la investigación realizada en el 2017 absorbieron un promedio de 14,44 mg/kg.

Se implementó un plan de prevención y mitigación tanto para la contaminación por plomo como para la contaminación por CO₂, siendo estos planes ambientales amigables con el ambiente. Las medidas establecidas en el plan de prevención y mitigación para la contaminación por plomo fueron la identificación de las fuentes que producen plomo, la eliminación de todas las fuentes potenciales de plomo que pueden ser un perjuicio para la salud, y la elaboración de un plan de educación y concientización sobre los peligros y riesgos del plomo; mientras que las medidas establecidas en el plan de prevención y mitigación para la contaminación por CO₂ fueron la

implementación de energías renovables, implementación de agricultura urbana y la Incentivación de transportes amigables con el ambiente para la reducción de la huella de carbono.

7. Bibliografía

Agricultura Urbana | Biblioteca Nacional de Agricultura. (s. f.). Recuperado 6 de febrero de 2023, de <https://www.nal.usda.gov/farms-and-agricultural-production-systems/urban-agriculture>

Alaimo, K., Packnett, E., Miles, R. A., & Kruger, D. J. (2008). Fruit and Vegetable Intake among Urban Community Gardeners. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 40(2), 94-101.

<https://doi.org/10.1016/j.jneb.2006.12.003>

Ali, M. H. H., & Al-Qahtani, K. M. (2012). Assessment of some heavy metals in vegetables, cereals and fruits in Saudi Arabian markets. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 38(1), 31-37.

<https://doi.org/10.1016/j.ejar.2012.08.002>

Alvarado, J. (2016). *Agricultura Urbana en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca y su aporte al cambio climático*.

Anzules, Í. del C. P., & Castro, D. W. M. (2022). Contaminación ambiental. *RECIMUNDO*, 6(2),

Article 2. [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(2\).abr.2022.93-103](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(2).abr.2022.93-103)

At772s.pdf. (s. f.). Recuperado 13 de febrero de 2023, de <https://www.fao.org/3/at772s/at772s.pdf>

Aubry, C., & Manouchehri, N. (2019). Urban agriculture and health: Assessing risks and overseeing practices. *Field Actions Science Reports. The Journal of Field Actions, Special Issue 20*, Article Special Issue 20.

Banco Mundial. (2022). *Desarrollo urbano: Panorama general* [Text/HTML]. World Bank.

<https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview>

Belén, P. B. (2020, abril 24). Cinco pesticidas ecológicos caseros para el cuidado de tus plantas. *Parque*

Biblioteca Belén. [https://bibliotecamedellin.gov.co/parque-biblioteca-belen/5-pesticidas-](https://bibliotecamedellin.gov.co/parque-biblioteca-belen/5-pesticidas-ecologicos-caseros-para-el-cuidado-de-tus-plantas/)

[ecologicos-caseros-para-el-cuidado-de-tus-plantas/](https://bibliotecamedellin.gov.co/parque-biblioteca-belen/5-pesticidas-ecologicos-caseros-para-el-cuidado-de-tus-plantas/)

BENEFITS OF URBAN FARMING. (s. f.). Recuperado 6 de febrero de 2023, de

<https://www.linkedin.com/pulse/benefits-urban-farming-dynamic-earth-learning>

Boadu, F. O. (2016). Chapter 17—Climate Change. En F. O. Boadu (Ed.), *Agricultural Law and Economics in Sub-Saharan Africa* (pp. 555-571). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801771-5.00017-4>

Boreland, F., & Lyle, D. (2014, noviembre 28). Putting the genie back in the bottle: Protecting children from lead exposure in the 21st century. A report from the field | PHRP.

<https://www.phrp.com.au/>. <https://doi.org/10.17061/phrp2511403>

Calle, D., & Zhindón, J. (2018). *Evaluación de la presencia de plomo a través de huertos hortícolas agricultura urbana en cinco colegios ubicados en el distrito Sur de Cuenca*.

CarbonCycleBackground.pdf. (s. f.). Recuperado 18 de febrero de 2023, de

<http://globecarboncycle.unh.edu/CarbonCycleBackground.pdf>

Chen, L., Zhuo, Y., Xu, Z., Xu, X., & Gao, X. (2019). Is Carbon Dioxide (CO₂) Emission an Important Factor Affecting Healthcare Expenditure? Evidence from China, 2005–2016. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(20), 3995.

<https://doi.org/10.3390/ijerph16203995>

Cubillas-Tejeda, A. C., Torres-Nerio, R., Díaz-Barriga Martínez, F., Carrizales-Yáñez, L., Coronado-Salas, C., Nieto Caraveo, L. M., Moreno Sánchez, A. R., & Barraza Lomelí, L. (2011). Diseño y aplicación de un Programa de Comunicación de Riesgos para la salud ambiental infantil en un sitio contaminado con plomo y arsénico. *Ciência & Saúde Coletiva*, *16*, 4115-4126.

<https://doi.org/10.1590/S1413-81232011001100017>

Domínguez Gual, M. C. (2015). La contaminación ambiental, un tema con compromiso social.

Producción + Limpia, *10*(1), 9-21.

Dzib Moo, D. L. B., González García, G., & González Dzib, A. (2018). *LOS BENEFICIOS PARA LA SALUD, MEDIO AMBIENTE Y ECONOMÍA FAMILIAR DE LA AGRICULTURA URBANA* (Vol. 2). Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C, Coeditores. <http://ru.iiec.unam.mx/4252/>

El ciclo del carbono (artículo) | Ecología | Khan Academy. (s. f.). Recuperado 18 de febrero de 2023, de <https://es.khanacademy.org/science/biology/ecology/biogeochemical-cycles/a/the-carbon-cycle>

El plomo como contaminante alimentario. (s. f.). Recuperado 16 de febrero de 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/919/91921303.pdf>

EPA. (2012). *Earth's greenhouse effect (US EPA, 2012).png (2779×1983).* [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8e/Earth's_greenhouse_effect_\(US_EPA,_2012\).png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8e/Earth's_greenhouse_effect_(US_EPA,_2012).png)

FAO: Agricultura urbana impulsa seguridad alimentaria | Noticias ONU. (2005, junio 3). <https://news.un.org/es/story/2005/06/1057611>

Farouk Nas & Muhammad Ali. (2018). The effect of lead on plants in terms of growing and biochemical parameters: A review. *MOJ Ecology & Environmental Sciences, Volume 3*(Issue 4). <https://doi.org/10.15406/mojec.2018.03.00098>

Galarza, L. (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.*

Gómez-Duarte, O. G. (2018). Contaminación del agua en países de bajos y medianos recursos, un problema de salud pública. *Revista de la Facultad de Medicina, 66*(1), 7-8. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v66n1.70775>

- Gonzales, D., & Portocarrero, L. (2019). *Educación ambiental bajo los principios IAR- FAO en cinco instituciones educativas del centro histórico de Cuenca y determinación de contaminantes (PB, E. Coli y CO2) en la agricultura urbana (hortalizas y ornamentales)*.
- Halmo, L., & Nappe, T. M. (2022). Lead Toxicity. En *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541097/>
- Hernández, L. (2006). *Revisión bibliográfica LA AGRICULTURA URBANA Y CARACTERIZACIÓN. Huerto Madera 160X80cm*. (s. f.). COCOPOT. Recuperado 2 de marzo de 2023, de
<https://www.cocopot.es/huerto-urbano/5020-cajonera-de-cultivo-hortalia-160x80cm-altura-30cm-8436562751517.html>
- Inicio | La agricultura urbana y periurbana | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. (s. f.). UPA. Recuperado 6 de febrero de 2023, de
<http://www.fao.org/urban-peri-urban-agriculture/es>
- Jiménez Acosta, S. (2005). Seguridad alimentaria y nutricional: Una mirada global. *Revista Cubana de Salud Pública*, 31(3), 0-0.
- José Quizhpi & Alexandra Sarango. (2020). *Determinación de plomo, bacterias patógenas (E. Coli y Coliformes) y captura de carbono en la agricultura urbana (hortalizas y ornamentales) emplazadas en cinco instituciones educativas ubicados en el Distrito Norte de la ciudad de Cuenca fomentando la educación ambiental bajo los principios IAR- FAO*.
- Kumar, S. (2018). Occupational and Environmental Exposure to Lead and Reproductive Health Impairment: An Overview. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 22(3), 128-137. https://doi.org/10.4103/ijoem.IJOEM_126_18
L00103-00157.pdf. (s. f.). Recuperado 9 de julio de 2023, de
<https://www.boe.es/doue/2023/119/L00103-00157.pdf>

- Laidlaw, M. A. S., Filippelli, G. M., Brown, S., Paz-Ferreiro, J., Reichman, S. M., Netherway, P., Truskewycz, A., Ball, A. S., & Mielke, H. W. (2017). Case studies and evidence-based approaches to addressing urban soil lead contamination. *Applied Geochemistry*, 83, 14-30. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2017.02.015>
- Landeta, A. (2009). *ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL*.
- Langford, N. J. (2005). Carbon dioxide poisoning. *Toxicological Reviews*, 24(4), 229-235. <https://doi.org/10.2165/00139709-200524040-00003>
- Litt, J. S., Soobader, M.-J., Turbin, M. S., Hale, J. W., Buchenau, M., & Marshall, J. A. (2011). The Influence of Social Involvement, Neighborhood Aesthetics, and Community Garden Participation on Fruit and Vegetable Consumption. *American Journal of Public Health*, 101(8), 1466-1473. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2010.300111>
- Medio Ambiente y Contaminación. Principios básicos.* (s. f.).
- Melgarejo-2010.pdf.* (s. f.). Recuperado 10 de febrero de 2023, de <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2019/02/Melgarejo-2010.pdf>
- Méndez, J. P., Ramírez, C. A. G., Gutiérrez, A. D. R., & García, F. P. (2009). *CONTAMINACIÓN Y FITOTOXICIDAD EN PLANTAS POR METALES PESADOS PROVENIENTES DE SUELOS Y AGUA*.
- Montenegro, M. J. V. (2018). *Agricultura Urbana como medida de mitigación de la Huella de Carbono en el Distrito Metropolitano de Quito*.
- 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.

- Nadal, A. (2015). Agricultura urbana en el marc d'un urbanisme sostenible. *Temes de Disseny*, 31, Article 31.
- OMS. (s. f.-a). *Air pollution*. Recuperado 21 de febrero de 2023, de <https://www.who.int/health-topics/air-pollution>
- OMS. (s. f.-b). *Lead poisoning*. Recuperado 18 de febrero de 2023, de <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
- ONU. (s. f.). *¿Qué es el cambio climático? | Naciones Unidas*. United Nations; United Nations. Recuperado 21 de febrero de 2023, de <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>
- Ordóñez, J. A. B., & Masera, O. (2016). Captura de carbono ante el cambio climático. *Madera y Bosques*, 7(1), 3-12. <https://doi.org/10.21829/myb.2001.711314>
- Osinaga, O., Baez, S., Cuesta, F., Malizia, A., Carilla, J., Aguirre, N., Malizia, L., Romero-Saltos, H., Charpantier, N., Gortaire, E., & Calderon, M. (2014). *Monitoreo de diversidad vegetal y carbono en bosques andinos-Protocolo extendido. Protocolo 2—Versión 1*.
- Panepinto, D., Riggio, V. A., & Zanetti, M. (2021). Analysis of the Emergent Climate Change Mitigation Technologies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13), 6767. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136767>
- Patel, S., Miao, J. H., Yetiskul, E., Anokhin, A., & Majmundar, S. H. (2022). Physiology, Carbon Dioxide Retention. En *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482456/>
- Permentier, K., Vercammen, S., Soetaert, S., & Schellemans, C. (2017). Carbon dioxide poisoning: A literature review of an often forgotten cause of intoxication in the emergency department.

International Journal of Emergency Medicine, 10, 14. <https://doi.org/10.1186/s12245-017-0142-y>

PubChem. (s. f.-a). *Carbon Dioxide*. Recuperado 15 de febrero de 2023, de <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/280>

PubChem. (s. f.-b). *Lead*. Recuperado 16 de febrero de 2023, de <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5352425>

Regan, M. S. (2022). *Estrategia para el plomo*.

Ritchie, H. (2022). *How the world eliminated lead from gasoline*. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/leaded-gasoline-phase-out>

Rojas-Challa, Y., Méndez, F. J., Rondón, W., & Astudillo, L. R. de. (2016). Eliminación de plomo proveniente de fuentes acuosas utilizando nanotubos de carbono. *Avances en Química*, 11(2), 87-98.

Saavedra, G. (2017). *Manual de producción de Lechuga*. <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/6703>

Sarmiento-Sarmiento, G., Febres-Flores, S., Sarmiento-Sarmiento, G., & Febres-Flores, S. (2021). Recuperación de plomo en suelo agrícola contaminado artificialmente como estrategia de remediación mediante girasol y vermicompost. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 27(3), 199-212. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2021.04.007>

Schweitzer, L., & Noblet, J. (2018). Chapter 3.6—Water Contamination and Pollution. En B. Török & T. Dransfield (Eds.), *Green Chemistry* (pp. 261-290). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809270-5.00011-X>

Sierra, M., & Teran, L. (2012). Air pollution: Impact and prevention. *Respirology (Carlton, Vic.)*, 17(7), 1031-1038. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1843.2012.02213.x>

Tasm03de16.pdf. (s. f.). Recuperado 18 de febrero de 2023, de

<https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/190/3/Tasm03de16.pdf>

Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Cabezas Gutiérrez, M., Peña, F., Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Duarte, H. W., Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Colorado, J. F., Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Lora Silva, R., & Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. (2009). Un modelo para la estimación del área foliar en tres especies forestales de forma no destructiva. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 12(1). <https://doi.org/10.31910/rudca.v12.n1.2009.648>

US Department of Commerce, N. O. and A. A. (s. f.). *What is the carbon cycle?* Recuperado 18 de febrero de 2023, de <https://oceanservice.noaa.gov/facts/carbon-cycle.html#transcript>

US EPA, O. (2013, febrero 12). *Lead Abatement, Inspection and Risk Assessment* [Overviews and Factsheets]. <https://www.epa.gov/lead/lead-abatement-inspection-and-risk-assessment>

Vargas Marcos, F. (2005). La contaminación ambiental como factor determinante de la salud. *Revista Española de Salud Pública*, 79, 117-127. <https://doi.org/10.1590/S1135-57272005000200001>

Xie, W., Li, G., Zhao, D., Xie, X., Wei, Z., Wang, W., Wang, M., Li, G., Liu, W., Sun, J., Jia, Z., Zhang, Q., & Liu, J. (2015). Relationship between fine particulate air pollution and ischaemic heart disease morbidity and mortality. *Heart (British Cardiac Society)*, 101(4), 257-263.

<https://doi.org/10.1136/heartjnl-2014-306165>

Zamora, V. (2013). *COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CINCO HORTALIZAS DE HOJA CON TRES ABONOS ORGÁNICOS EN LA HACIENDA TECNILANDIA – QUEVEDO*.

- Alvarado, J. (2016). Agricultura Urbana en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca y su aporte al cambio climático.
- Calle, D., & Zhindón, J. (2018). Evaluación de la presencia de plomo a través de huertos hortícolas agricultura urbana en cinco colegios ubicados en el distrito Sur de Cuenca.
- Herembás, P. N. (2023, enero 10). Aeropuerto Mariscal La Mar de Cuenca recupera número de pasajeros. <https://www.elmercurio.com.ec/2023/01/10/aeropuerto-mariscal-lamar-2015-2022/>
- José Quizhpi & Alexandra Sarango. (2020). Determinación de plomo, bacterias patógenas (E. Coli y Coliformes) y captura de carbono en la agricultura urbana (hortalizas y ornamentales) emplazadas en cinco instituciones educativas ubicados en el Distrito Norte de la ciudad de Cuenca fomentando la educación ambiental bajo los principios IAR- FAO.
- Monroy, R. (2017). La occidentalización de los asentamientos indígenas en Morelos, México. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 7(1), 22-29.
- 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.
- Ojeda Revah, L., & Espejel, I. (Eds.). (2014). Cuando las áreas verdes se transforman en paisajes urbanos: La visión de Baja California (Primera edición). El Colegio de la Frontera Norte.
- Sarmiento, N. P. P., & Veselovschi, P. (2017). La Agricultura Urbana como herramienta para el bienestar de las personas mayores del Centro de Protección Social Bosque Popular de Bogotá.
- Tejeda, P. G., & Manjarrez, P. L. (2021). Por un modelo de patrimonialización del paisaje agroecológico urbano en América Latina. *PatryTer*, 4(8), 194-214.

8. ANEXOS



Figura 110. Muestras frescas de las hortalizas

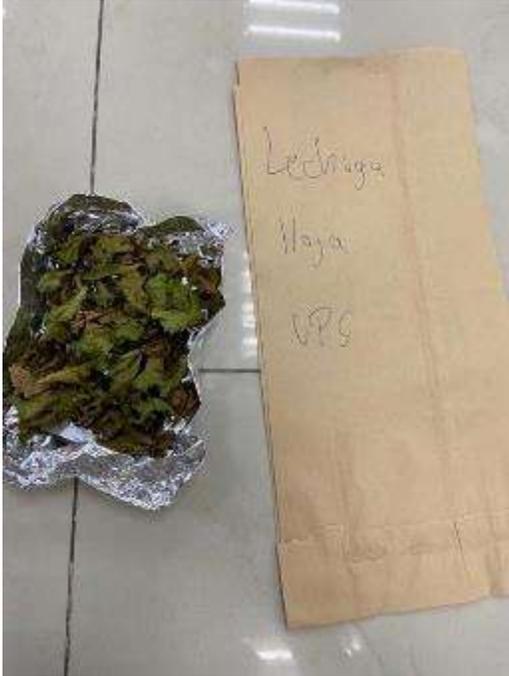
Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



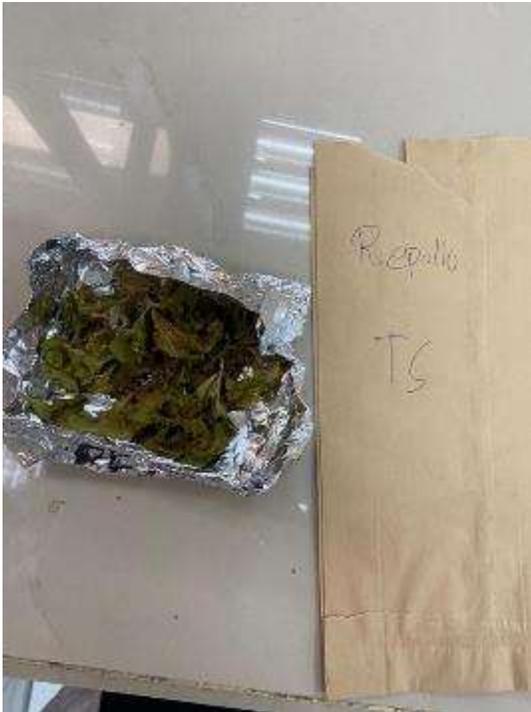
Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



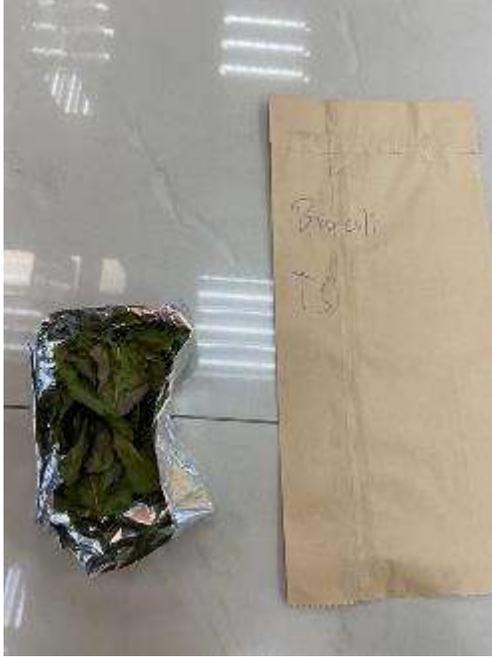
Fuente. Autor, 2023



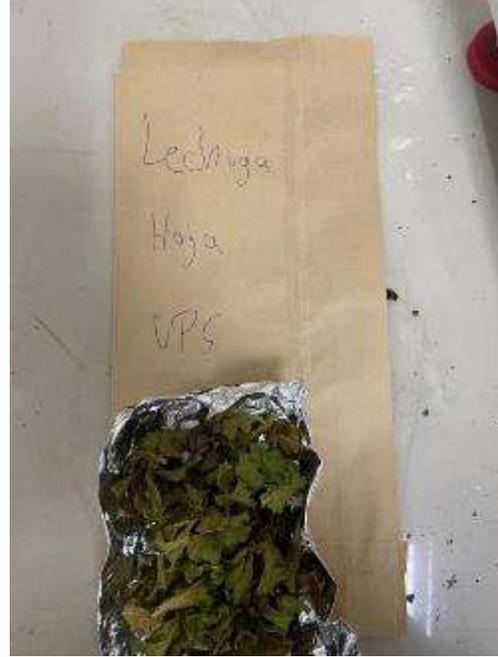
Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 111. Muestras secas de las hortalizas para la determinación de CO₂



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 112. Secado de las muestras para el análisis de plomo



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 113. Pulverización de las muestras de hortaliza seca



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023



Fuente. Autor, 2023

Figura 114. Muestras digestadas