

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

TRABAJO EXPERIMENTAL:

**“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)”**

AUTORAS:

DANIELA GONZÁLEZ PESÁNTEZ

LAURA CATALINA PORTOCARRERO MÁRQUEZ

TUTOR:

FREDI LEONIDAS PORTILLA FARFÁN, PhD.

CUENCA - ECUADOR

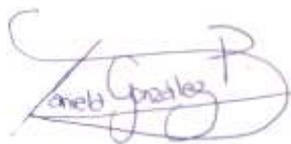
2019

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotras, Daniela González Pesántez con documento de identificación N° 0105566145 y Laura Catalina Portocarrero Márquez con documento de identificación N° 0105206080, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autoras del trabajo de titulación: **“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)”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniera Ambiental*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Cuenca, diciembre del 2019



Daniela González Pesántez

C.I. 0705347730



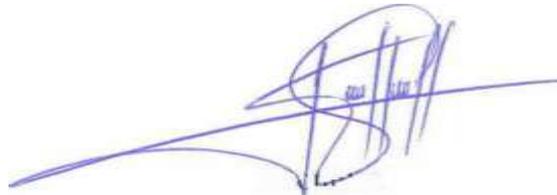
Laura Catalina Portocarrero Márquez

C.I. 0105206080

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación:
“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)”, realizado por Daniela González Pesántez y Laura Catalina Portocarrero Márquez, obteniendo el *Trabajo Experimental*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, diciembre del 2019



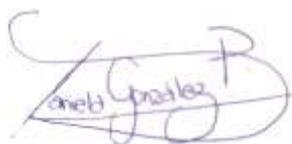
Fredi Leonidas Portilla Farfán, PhD.

C.I. 0102824331

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotras, Daniela González Pesántez con documento de identificación N° 0105566145 y Laura Catalina Portocarrero Márquez con documento de identificación N° 0105206080, autoras del trabajo de titulación: **“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)”**, certificamos que el total contenido del *Trabajo Experimental* es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, diciembre del 2019



Daniela González Pesántez

C.I. 0705347730



Laura Catalina Portocarrero Márquez

C.I. 0105206080

DEDICATORIA

A mis padres por ser un apoyo y guía desde siempre para que cumpla cada una de mis metas y propósitos, por darme más confianza de mis capacidades y por sus oraciones, espero algún día poder retribuir un poco de lo mucho que han hecho por mí a pesar de la distancia de estos últimos años.

A mi abuelita por ser mi consejera y apoyo toda la vida, por sus oraciones y cuidados durante esta etapa, que Dios le recompense.

A mis hermanos: Sofía, Josué y Juan Pablo por regalarme sonrisas, apoyo y su preocupación por mí en todo momento.

A mi enamorado Wilson, quien ha caminado a mi lado toda esta etapa, siendo mi apoyo, teniendo paciencia hacia mí en mis momentos difíciles y compartiendo mis alegrías.

A mis tíos, primos y familiares más cercanos, quienes con sus palabras y gestos sinceros han llenado un espacio en mi corazón.

A mis ángeles que, aunque hoy no me acompañan físicamente, de ellos aprendí muchos valores y cosas importantes de la vida y son los que interceden por mí allá en el cielo.

A mi amiga y compañera de tesis Laurita, gracias por la paciencia y por ser un apoyo siempre.

Daniela González Pesántez.

DEDICATORIA

A mis queridos padres por el amor incondicional, confianza, esfuerzo y paciencia en el transcurso de mi carrera universitaria, por brindarme las herramientas para hacer de mi la mujer que soy hoy en día y ser el pilar fundamental para cumplir cada una de mis metas y propósitos, no lo hubiese podido realizar sin ustedes.

A mi hermano Pablo por estar pendiente siempre y apoyarme en este proceso.

A mis tíos, primos y abuelas que a pesar de la distancia me han acompañado en este largo camino, y que con sus pequeños mensajes de cariño me han llenado de energías para seguir adelante.

A mis dos abuelos que están en el cielo, que sé que me acompañan y guían siempre en cada paso que doy en mi vida

A mis amigos de universidad por las experiencias compartidas, las risas, y las largas noches de estudio.

A mi amiga y compañera de tesis Daniela por la paciencia, confianza y dedicación entregada en este proyecto.

Laura Catalina.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la vida y cada bendición recibida a diario, por levantarnos cuando todo se ponía cuesta arriba, por brindarnos: sabiduría, discernimiento, paciencia y alegría en las etapas recorridas hasta llegar a este momento.

Nos gustaría agradecer a nuestro director de tesis y profesor Dr. Fredi Portilla, quien nos ha brindado su apoyo en la parte académica y estructural de este proyecto de titulación. De igual forma a los docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental, quienes nos han transmitido sus conocimientos que resultan importantes para desarrollarnos de la mejor forma en nuestra profesión.

Es de nuestro agrado hacer extensivo un agradecimiento a las cinco instituciones educativas: “Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora”, “Unidad Educativa Padre Carlos Crespí”, “Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús”, “Unidad Educativa Corazón de María” y “Unidad Educativa Luisa de Jesús Cordero”, quienes nos brindaron su apoyo en la parte de educación ambiental abriéndonos las puertas para tratar con los estudiantes, y la parte experimental permitiéndonos un espacio para colocar los huertos en sus infraestructuras.

Al igual, un agradecimiento al Dr. Pablo Arévalo por su ayuda y guía en los protocolos y metodología para el análisis de plomo, a la Dra. Mónica Espadero e Ing. Sandy, por su colaboración en el laboratorio.

A nuestros amigos: Camilo, Fabián, Valentina, Pachi y María Elisa, por compartir con nosotros experiencias maravillosas durante la carrera y en la tesis.

Finalmente agradecemos a: Andrea Arias, David Duque, Josué Pérez, Wilson Pesántez; por su colaboración en varias etapas de este proyecto de titulación.

RESUMEN

La Agricultura Urbana en conjunto con la Educación Ambiental amparado en los principios IAR-FAO, representan un sistema idóneo para el aprendizaje, ya que mediante esta surge la oportunidad de incentivar a niños, niñas y adolescentes en la práctica de la misma, su aplicación resulta viable debido a que durante años se ha considerado como una propuesta eficaz para mitigar el cambio climático, por los altos niveles de contaminación que se han presentado en estos sistemas.

En la presente investigación se trabajó con cuatro tipos de especies de hortalizas; brócoli (*Brassica oleracea itálica*), lechuga híbrida (*Lechuca sativa crispa*), lechuga de repollo (*Lactuca sativa capitata*) y col (*Brassica viridis*), implementado en cinco instituciones educativas emplazadas en el centro histórico de Cuenca con el objetivo de medir la captura de CO₂, determinar la concentración de plomo y realizar el recuento de coliformes y *E.coli* presentes en estos cultivos, se trabajó conjuntamente con los estudiante de 7mo y 10mo de cada institución con la finalidad de resaltar la importancia de los principios en esta actividad, alternativamente se testó con plantas ornamentales captadoras de plomo y CO₂ de las especies de: Lengua de Suegra (*Sansevieria*) y el Ajenjo (*Parthenium hysteorphous*) con el propósito de realizar una comparación entre las cajas sembradas únicamente con hortalizas con las cajas sembradas con una cortina de plantas ornamentales.

El recuento de coliformes y *E.coli* se realizó mediante la técnica de Placas Petrifilm; mientras que el análisis de plomo se llevó acabo en el equipo ICP; para la captura de CO₂ se tomó en consideración el pesó y secado de las muestras tomadas en el lugar de estudio. Los resultados obtenidos reflejan un nivel de concentración de plomo inferior a 0.015 mg/Kg, considerado por debajo de los límites permisibles según el CODEX ALIMENTARIUS DE LA FAO, el nivel de captura de CO₂ en el Centro Histórico fue de 0.2252 TnCO₂/m², en cuanto al recuento de *E.coli* y coliformes se evidenció que existió crecimiento de esta última pero se encontraba dentro de los límites considerados aptos para el consumo humano de acuerdo a las normas microbiológicas de los alimentos y asimilados por (Busto & Encuentra, 2012), quienes resaltan que el rango óptimo de crecimiento se encuentra entre 10² y 10⁴ UFC/g, en cuanto a la presencia de *E.coli* en ninguna muestra existió presencia de la misma; La Unidad Educativa María Auxiliadora fue la institución con mayor porcentaje de asimilación 93.1% e interés en las actividades realizadas relacionadas con la educación ambiental.

Palabras clave: Agricultura urbana, captura de CO₂, concentración de Pb

ABSTRACT

Urban Agriculture together with Environmental Education covered by the IAR-FAO principles, represent an ideal system for learning, since through this the opportunity arises to encourage children and adolescents in the practice of it, its application is feasible because for years it has been considered as an effective proposal to mitigate climate change, due to the high levels of pollution that have been presented in these systems.

In this research we worked with four types of vegetable species; broccoli (*Brassica oleracea italica*), hybrid lettuce (*Lactuca sativa crispa*), cabbage lettuce (*Lactuca sativa capitata*) and cabbage (*Brassica viridis*), implemented in five educational institutions located in the historic center of Cuenca with the objective of measuring the capture of CO₂, determine the concentration of lead and perform the count of coliforms and E.coli present in these crops, we worked together with the students of 7th and 10th of each institution in order to highlight the importance of the principles in this activity, alternatively it was tested with ornamental plants that capture lead and CO₂ of the species of: Mother-in-law (*Sansevieria trifasciata*) and Wormwood (*Parthenium hysterophorus*) species with the purpose of making a comparison between boxes planted only with vegetables with boxes planted with a curtain of ornamental plants.

The count of coliforms and *E.coli* was performed using the Petrifilm Plates technique; while the lead analysis was carried out in the ICP team; For the capture of CO₂, the weighing and drying of the samples taken at the study site was taken into account. The results obtained reflect a level of lead concentration of less than 0.015 mg / kg, considered below the permissible limits according to the FAO CODEX ALIMENTARIUS, the level of CO₂ capture in the Historic Center was 0.2252 TnCO₂ / m², in regarding the count of *E.coli* and coliforms it was evidenced that there was growth of the latter but it was within the limits considered suitable for human consumption according to the microbiological norms of food and assimilated by (Busto & Find, 2012), who highlight that the optimum range of growth is between 10² and 10⁴ CFU / g, in terms of the presence of *E.coli* in any ex-sample

Keywords: Urban agriculture, CO₂ capture, Pb concentration.

ÍNDICE.

INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	2
OBJETIVOS.	3
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1. PREPARACIÓN DE LOS MEDIOS, SUSTRATOS Y ÁREA DE ESTUDIO. 6	6
1.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.	6
1.2 MATERIALES.....	8
1.3 PREPARACIÓN DEL SUELO.	10
1.4. SIEMBRA.....	12
1.4.1. Siembra de Hortalizas.	13
1.4.2. Siembra de Hortalizas con Cortina de plantas Ornamentales.	14
1.5. RIEGO.....	18
1.6. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	19
2. EDUCACIÓN AMBIENTAL, APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS IAR EN CINCO INSTITUCIONES DEL CENTRO HISTÓRICO DE CUENCA.....	20
2.1. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1.1. Educación Ambiental.	20
2.1.2. Historia cuencana. (patio, traspatio, huerto; aplicación actual).....	22
2.1.3. Paisaje urbano.....	23
2.1.4. Paisajismo.....	24
2.1.5. Agricultura Urbana.	25
2.1.6. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. 27	
2.1.7. Principios de Inversión para una Agricultura Responsable, FAO.....	27
2.1.8. Directrices voluntarias sobre la Gobernanza responsable de la tenencia en el contexto de la seguridad alimentaria.	37
2.1.9. Casos de estudio: Aplicación de los principios IAR.	37
2.1.10. Educación ambiental en niña/os y adolescentes.....	38
2.2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
2.2.1. Diseño.....	41
2.2.2. Implementación.	43
2.2.3. Evaluación.	55

2.2.4. Comunicación.....	57
2.3. RESULTADOS.....	57
3. ANÁLISIS BIOLÓGICO DE COLIFORMES Y E. COLI EN HORTALIZAS.	62
3.1. MARCO TEÓRICO.....	62
3.1.1. Botánica de las Hortalizas.	62
3.1.2. Contaminación microbiológica en hortalizas.	63
3.1.3. Factores de contaminación de hortalizas cosechadas.	64
3.1.4. Hortalizas como vehículo para contraer enfermedades.....	65
3.1.5. Microorganismos Patógenos Emergente en los alimentos.	65
3.1.6. Enfermedades transmitidas por la bacteria Escherichia Coli.	67
3.1.7. Técnicas de recuento para identificar coliformes y Escherichia Coli en productos alimentarios	69
3.1.7.2. Placa Petrifilm™ para el recuento de E. coli y Coliformes.	70
5.1.8 Caso de estudios: Análisis microbiológico en el Distrito Sur de la Ciudad de Cuenca.	71
3.2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	72
3.2.1. Materiales y medios de cultivo.....	73
3.2.1. Toma de muestras.....	74
3.2.3. Preparación de las muestras.	75
3.2.4. Inoculación.....	77
3.2.5. Incubación.....	78
3.2.6. Conteo de Colonias.	78
3.2.7. Interpretación de Resultados.	80
3.2.8. Cálculos.....	81
3.3. RESULTADOS.....	81
3.3.1. Recuento de bacterias en la Unidad Educativa Particular “Corazón de María”. 81	
3.3.2. Recuento de bacterias en la Unidad Educativa Salesiana “María Auxiliadora”.....	83
3.3.3. Recuento de bacterias en la Unidad Educativa “Luisa de Jesús Cordero”. 85	
3.3.4. Recuento de bacterias en la Unidad Educativa “Santa Mariana de Jesús”. 86	
3.3.5. Recuento de bacterias en la Escuela de Educación Básica Fiscomisional “Padre Carlos Crespi”.	88
3.3.6. Recuento de Coliformes y E.coli en especies de plantas ornamentales ...	89

3.3.7.	Comparación del análisis microbiológico de Coliformes y Escherichia Coli entre las 5 instituciones educativas ubicadas en el centro histórico de Cuenca.	90
3.3.8.	Comparación del análisis microbiológico de Coliformes y Escherichia Coli con la tesis de Zhindón-Calle realizada en el “Distrito Sur” de Cuenca.	92
4.	ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO ATMOSFÉRICO. CASO DE ESTUDIO: HORTALIZAS VERSUS ORNAMENTALES.	94
4.1.	MARCO TEÓRICO.	94
4.1.1.	Plomo, características básicas.....	94
4.1.2.	Contaminación atmosférica causada por plomo.....	94
4.1.4.	Contaminación por plomo en agricultura urbana.....	95
4.1.5.	Contaminación por plomo en agricultura urbana.....	96
4.2.	MATERIALES Y MÉTODOS.	97
4.2.1.	Recolección de las muestras.....	98
4.2.2.	Secado de muestras.....	100
4.2.3.	Digestión de muestras.....	102
4.2.4.	Análisis de muestras mediante ICP.....	106
4.3.	RESULTADOS.	108
5.	ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE CO₂. CASO DE ESTUDIO: HORTALIZAS VERSUS ORNAMENTALES.	115
5.1.	MARCO TEÓRICO.	115
5.1.2.	Cambio climático.....	115
5.1.3.	Calentamiento Global.....	116
5.1.4.	Efecto invernadero y los gases de efecto invernadero (GEI).....	117
5.1.5.	Ecuador frente a los gases de efecto invernadero.....	118
5.1.6.	Dióxido de carbono.....	119
5.1.7.	Ciclo del carbono.....	120
5.1.8.	Captura de carbono mediante la agricultura urbana.....	121
5.1.9.	Casos de estudio: Análisis de la captura de co ₂ en hortalizas y ornamentales Ciudad de Cuenca.....	122
5.2.	MATERIALES Y MÉTODOS.	123
5.2.1.	Captura de Carbono.....	123
5.2.2.	Preparación de la técnica.....	123
5.3.	RESULTADOS.	125
5.3.1.	Captura de CO ₂ en la Unidad Educativa Particular “Corazón de María”. 126	
5.3.2.	Captura de CO ₂ en la Unidad Educativa Salesiana “María Auxiliadora”. 129	

5.3.3.	Captura de CO ₂ en la Unidad Educativa “Luisa de Jesús Cordero”.....	132
5.3.4.	Captura de CO ₂ en la Unidad Educativa “Santa Mariana de Jesús”.	134
5.3.5.	Captura de CO ₂ en la Escuela de Educación Básica Fiscomisional “Padre Carlos Crespi”.....	137
5.3.6.	Comparación de la captura de Carbono entre las cajas con ornamentales y sin ornamentales en cada y entre instituciones educativas.....	140
5.3.7.	Comparación de la captura de Carbono del Centro Histórico de Cuenca con el Distrito Sur (Zhindón -Calle).	142
6.	DISCUSIÓN.....	144
7.	CONCLUSIONES.....	151
7.1.	EDUCACIÓN AMBIENTAL.....	151
7.2.	CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN HORTALIZAS Y ORNAMENTALES.....	152
7.3.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE COLIFORMES/<i>E. COLI</i>.	153
7.5.	ANÁLISIS DE CONCENTRACIÓN DE CO₂.....	154
8.	RECOMENDACIONES.....	156
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	157
	ANEXOS	165

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1	Ubicación geográfica de instituciones educativas escogidas.....	7
Ilustración 2	Dimensiones de las gavetas.	9
Ilustración 3	Dimensiones de caja con hortalizas y ornamentales.....	9
Ilustración 4	Caja con ornamentales y hortalizas.	9
Ilustración 5	Gavetas para formar huertos en instituciones educativas.	10
Ilustración 6	Cajas llenas de tierra.	11
Ilustración 7	Transporte de gavetas con tierra a instituciones educativas.	11
Ilustración 8	Huertos sembrados.	13
Ilustración 9	Hortalizas sembradas en las 5 instituciones educativas.....	14
Ilustración 10	Huertos con ornamentales en 5 instituciones educativas.....	15
Ilustración 5	<i>Sanseveira</i> -lengua de suegra.	16
Ilustración 4	<i>Parthenium hysteorphous</i> -ajenjo.	17
Ilustración 11	Riego en huertos de las instituciones educativas.	18
Ilustración 12	Plano de edificación de la época: Casa de las Posadas (patio, traspatio).	23
Ilustración 13	Reunión 1 en la Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora, séptimo de básica.....	46
Ilustración 14	Reunión 1 en la Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora, décimo de básica.....	47
Ilustración 15	Reunión 1 Unidad Educativa Luisa de Jesús Cordero, séptimo de básica.....	47
Ilustración 16	Reunión 1 Unidad Educativa Corazón de María, décimo de básica.....	48
Ilustración 17	Reunión 1 Unidad Educativa Corazón de María, séptimo de básica.	48
Ilustración 18	Juego después de la reunión 1. Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora, séptimo de básica.	49
Ilustración 19	Reunión 1 en la Unidad Educativa Básica Fiscomisional Padre Carlos Crespi.	49
Ilustración 20	Reunión 1 Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús, décimo.	50
Ilustración 21	Visita al huerto Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora, séptimo de básica.....	51
Ilustración 22	Visita al huerto Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora, décimo de básica.....	51
Ilustración 23	Visita al huerto. Unidad Educativa Luisa de Jesús Cordero, décimo de básica.	52
Ilustración 24	Visita al huerto. Unidad Educativa Básica Fiscomisional Padre Carlos Crespi.	52
Ilustración 25	Huertos. Unidad Educativa Luisa de Jesús Cordero, séptimo de básica.	53
Ilustración 26	Huerto en casa. Unidad Educativa Luisa de Jesús Cordero, décimo de básica.	54
Ilustración 27	Huerto en casa. Unidad Educativa Corazón de María, décimo de básica.....	54
Ilustración 28	Huerto en Casa. Unidad Educativa Corazón de María, séptimo de básica.....	55
Ilustración 29	Modelo de evaluación realizada en las instituciones educativas.	56
Ilustración 30.	Pesado de la muestra en papel aluminio.	75
Ilustración 31.	Preparación del agua de peptona al 0.1%.	76
Ilustración 32.	Licuada y Homogeneización de la muestra.	77
Ilustración 33.	Placas Petrifilm TM previamente etiquetadas.	77
Ilustración 34.	Inoculación de las muestras en la cámara de flujo laminar.	78
Ilustración 35.	Placas Petrifilm TM transcurrido 24 y 48 horas de incubación a 30 C.	79
Ilustración 36.	Conteo de colonias.....	79
Ilustración 37	Toma de muestras para análisis de plomo.	100
Ilustración 38	Pesado de 25 g por muestra.	101
Ilustración 39	Muestra después de 48 horas en la estufa.	101

Ilustración 40 Trituración de muestras con mortero.	102
Ilustración 41 Digestor CEM-MARS6 del Laboratorio de Ciencias de la Vida UPS. Fuente: Autoras, 2019.	102
Ilustración 42 Pesado de muestras para proceso de digestión.	103
Ilustración 43 Tubos con ácido nítrico y muestra listos para colocarse en el digestor. Fuente: Autoras, 2019.	103
Ilustración 44 Muestras después del proceso de digestión.	104
Ilustración 45 Muestras colocadas en balones de aforo.	105
Ilustración 46 Muestra aforada y muestras listas para refrigerar.	105
Ilustración 47 Curva de calibración de acuerdo al Software.	108
Ilustración 48. Peso Fresco de la submuestra.	123
Ilustración 49. Secado de Muestras en la estufa a 60 ° C.	124
Ilustración 50. Peso seco de la submuestra.	124

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1 Tríptico entregado en instituciones.....	44
Figura 2 Tríptico entregado en instituciones.....	45
Figura 3. Interpretación de resultados en Placas Petrifilm 3M.	80
Figura 4. Recuento de Coliformes "Corazón de María"	83
Figura 5. Recuento de Coliformes "María Auxiliadora"	84
Figura 6. Recuento de Coliformes "Luisa de Jesús Cordero"	86
Figura 7. Recuento de Coliformes "Santa Mariana de Jesús".	87
Figura 8. Recuento de Coliformes "Padre Carlos Crespi"	89
Figura 9. Comparación de coliformes presentes en las 5 Unidades Educativas ubicadas en el Centro Histórico de Cuenca.	90
Figura 10 Metodología para la digestión.	98
Figura 11. Tendencia de emisiones y absorciones serie 1994-2012.	
Figura 12. Ciclo del carbono.	121
Figura 13. Captura de CO ₂ en hortalizas con ornamentales.	127
Figura 14. Captura de CO ₂ por las hortalizas sin ornamentales en "Corazón de María"	129
Figura 15. Captura de CO ₂ en hortalizas con ornamentales en "María Auxiliadora"	130
Figura 16. Captura de CO ₂ por las hortalizas sin ornamentales en "María Auxiliadora"	131
Figura 17. Captura de CO ₂ en hortalizas con ornamentales en "Luisa de Jesús Cordero"	132
Figura 18. Captura de CO ₂ en hortalizas sin ornamentales en "Luisa de Jesús Cordero"	134
Figura 19. Captura de CO ₂ en hortalizas con ornamentales en "Santa Mariana de Jesús"	135
Figura 20. Captura de CO ₂ en hortalizas sin ornamentales en "Santa Mariana de Jesús"	137
Figura 21. Captura de CO ₂ en hortalizas con ornamentales en "Padre Carlos Crespi".	138
Figura 22. Captura de CO ₂ en hortalizas sin ornamentales en "Padre Carlos Crespi"	139
Figura 23. Comparación de la captura de Carbono entre las cajas cultivadas con hortalizas con cortina de ornamentales y sin ornamentales en cada una de las Instituciones Educativas.	140
Figura 24. Comparación de captura de carbono del Centro Histórico de Cuenca con el Distrito Sur.	143

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Matriz de marco lógico "Principios IAR".	40
Tabla 2 Número de muestras por institución y general.	58
Tabla 3 Porcentaje de asimilación de información por institución.	59
Tabla 4 Estudiantes que manifiestan interés o no en agricultura urbana.....	60
Tabla 5. Descripción, origen, usos y valores nutricionales.	62
Tabla 7. Materiales y medio de cultivo mediante el "Método Petrifilm"	74
Tabla 8. Recuento de E. coli/Coliformes en la Unidad Educativa "Corazón de María"	82
Tabla 9. Recuento de E. coli/Coliformes en la Unidad Educativa Salesianas "María Auxiliadora"	84
Tabla 10. Recuento de E. coli/Coliformes en la Unidad Educativa "Luisa de Jesús Cordero" ..	85
Tabla 11. Recuento de E. coli/Coliformes en la Unidad Educativa "Santa Mariana de Jesús" ..	87
Tabla 12. Recuento de E. coli/Coliformes en la Escuela de Educación Básica Fiscomisional "Padre Carlos Crespi"	88
Tabla 13. Recuento de Coliformes y E.coli en especies de plantas ornamentales en las cinco instituciones educativas del Centro Histórico de Cuenca.	89
Tabla 14. Comparación análisis microbiológico entre las 5 instituciones educativas ubicadas en el centro histórico de Cuenca.	90
Tabla 15. Comparación del análisis microbiológico en el Centro Histórico y Distrito Sur.	92
Tabla 16 Nomenclaturas para análisis de plomo.	99
Tabla 17 Estándares y concentraciones.....	106
Tabla 18 Concentración de plomo en huerto de la Unidad Educativa Corazón de María.....	109
Tabla 19 Concentración de plomo en huerto de la Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora.....	110
Tabla 20 Concentración de plomo en huerto de la Unidad Educativa Luisa de Jesús Cordero.	111
Tabla 21 Concentración de plomo en huerto de la Unidad Educativa Luisa de Jesús Cordero.	112
Tabla 22 Concentración de plomo en huerto de la Unidad Educativa Padre Carlos Crespi. ...	113
Tabla 23. Variación en el contenido atmosférico de los gases de efecto invernadero.	117
Tabla 24. Equivalencias de CO2 emitido de acuerdo con el medio de transporte.	120
Tabla 25. Captura de CO2 por las hortalizas con ornamentales en la Unidad Educativa Particular "Corazón de María".	126
Tabla 26. Captura de CO2 en ornamentales en "Corazón de María"	127
Tabla 27. Captura de CO2 por las hortalizas sin ornamentales en la Unidad Educativa Particular "Corazón de María"	128
Tabla 28. Captura de CO2 en hortalizas con ornamentales en la Unidad Educativa Salesiana "María Auxiliadora"	129
Tabla 29. Captura de CO2 en ornamentales en "María Auxiliadora".	130
Tabla 30. Captura de CO2 por las hortalizas sin ornamentales en la Unidad Educativa Salesianas "María Auxiliadora".	131
Tabla 31. Captura de CO2 en las hortalizas con ornamentales en la Unidad Educativa "Luisa de Jesús Cordero".....	132
Tabla 32. Captura de CO2 en Ornamentales en "Luisa de Jesús Cordero"	133
Tabla 33. Captura de CO2 en hortalizas sin ornamentales en la Unidad Educativa "Luisa de Jesús Cordero".....	133

Tabla 34. Captura de CO2 en hortalizas con Ornamentales en la Unidad Educativa "Santa Mariana de Jesús".....	134
Tabla 35. Captura de CO2 en ornamentales en "Santa Mariana de Jesús".....	135
Tabla 36. Captura de CO2 en hortalizas sin ornamentales en la Unidad Educativa "Santa Mariana de Jesús".....	136
Tabla 37. Captura de CO2 en hortalizas con ornamentales en la Escuela de Educación Básica Fiscomisional "Padre Carlos Crespi"	137
Tabla 38. Captura de CO2 en ornamentales en "Padre Carlos Crespi"	138
Tabla 39. Captura de CO2 en hortalizas sin ornamentales en la Escuela de Educación Básica Fiscomisional "Padre Carlos Crespi".	139
Tabla 40. Comparación de la captura de Carbono entre las cajas cultivadas con hortalizas con cortina de ornamentales y sin ornamentales en cada una de las Instituciones Educativas.	140
Tabla 41. Captura de carbono por cada especie de hortalizas en el Centro Histórico de Cuenca	141
Tabla 42. Captura de carbono por especie ornamental.....	141
Tabla 43. Comparación de captura de carbono del Centro Histórico de Cuenca con el Distrito Sur.	143

INTRODUCCIÓN.

En las últimas décadas, la contaminación causada por metales pesados ha sido considerada como un problema universal, debido a que dichos metales no se degradan de manera natural. Los metales pesados que frecuentemente se reportan en la literatura con riesgos potenciales en la salud son: cadmio (cd), el cobre (cu), el zinc (zn) y el plomo (pb). (Delgadillo M, Rodriguez C., Torres A., & Gomez Z., 2015)

La Agricultura Urbana (AU) es una práctica que permite determinar el nivel de concentración y contaminación de los metales pesados (Pb, Cd, Zn) en los cultivos, con el objetivo de prevenir a la población de futuras enfermedades y de garantizar un futuro sostenible, mitiga el cambio climático y beneficia a la población que consume las cosechas provenientes de ella. Actualmente con la implementación de la (AU) resulta viable realizar estudios en plantas medicinales y hortalizas, llevando a cabo análisis de la calidad microbiológica a través de: indicadores de contaminación fecal, coliformes fecales y *Eschereciha coli*, con el propósito de disminuir la alta tasa de mortalidad que existe en gran parte de los países de Latinoamérica sobre todo en el Ecuador a causa de enfermedades gastrointestinales. (Galarza J. , 2017)

Existen investigaciones previas ubicadas en el centro histórico y en la Universidad Politécnica Salesiana de la sede de Cuenca como las desarrolladas por José Galarza (2017) y Carolina Mora (2017) cuyos estudios demuestran concentraciones de nivel de plomo (Pb) por encima de los límites considerados aptos para el consumo de la población, de ahí nace la idea de implementar un sistema de agricultura urbana, la misma que facilita la inclusión social tanto de instituciones educativas como de las comunidades permitiendo desarrollarla en colectividad y con actividades de educación ambiental. Se pretende indicar si es recomendable la

aplicación de agricultura urbana en el centro histórico de Cuenca en base a las evaluaciones de concentraciones de Pb y CO₂, además alternativamente se presenta la oportunidad de diversificar el paisaje utilizando plantas ornamentales y hortalizas en los huertos urbanos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la ciudad de Cuenca, los componentes del medio ambiente (suelo, agua y aire) y en especial el suelo, se han visto afectados; como consecuencia de la intensa actividad del hombre y la contaminación proveniente de los servicios de transporte, que generan emisiones contaminantes y los (GEI), que resultan nocivos para la salud humana en especial por la existencia de contaminantes en dosis que superan los límites recomendados tanto para la producción como para el consumo. Las hortalizas de hoja son de vital importancia para el consumo y son un grupo de alimentos expuestos a la contaminación por metales pesados ya que se pueden encontrar en la superficie y en el tejido de verduras secas. (Delgadillo M, Rodriguez C., Torres A., & Gomez Z., 2015)

Se han producido algunos casos de contaminación que como mencionaron (Galarza J. , 2017) y (Mora, 2017), repercuten en la salud es por ello que la investigación se enfoca en la creación de cultivos urbanos localizados en cinco instituciones en el centro histórico de la ciudad de Cuenca para determinar la concentración de elementos contaminantes, recuento de *E.coli*/Coliformes y la captura de CO₂ en cuatro tipos de hortalizas: lechuga de hoja (*Lactuca sativa var. Crispa*), brócoli (*Brassica oleracea itálicas*), Col híbrida (*Brassica viridis*) y lechuga de repollo (*Lactuca sativa var. Capitata*) mediante un sistema de agricultura urbana en gavetas de plástico recicladas.

Alternativamente este proyecto testó con plantas ornamentales ubicadas en los centros educativos para una comparación de los niveles de captura de carbono y concentración de Pb, con el propósito de determinar niveles de concentración de contaminación presentes en el centro histórico a través de la práctica de la agricultura urbana y de las plantas ornamentales.

Se cumplió con los principios para la inversión responsable en la agricultura elaborados por la organización de las Naciones Unidas para el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), la Conferencia de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) y el Banco Mundial; con la finalidad de la creación de nuevas fuentes de trabajo para todo tipo de personas en el ámbito de la agricultura y la alimentación, erradicar la pobreza, incentivar la igualdad de género, eliminar el trabajo infantil, fomentar la participación y la inclusión social, aumento del crecimiento económico y, por tanto, la consecución del desarrollo sostenible. (CSA C. d.)

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

Determinar la concentración de elementos contaminantes y dos tipos de bacterias patógenas (Coliformes y *Escherichia coli*), presentes en un sistema de agricultura urbana compuesto por brócoli (*Brassica oleracea itálica*), lechuga híbrida (*Lechuca sativa crispa*), lechuga de repollo (*Lactuca sativa capitata*) y col (*Brassica viridis*), implementado en cinco instituciones educativas emplazadas en el centro histórico de Cuenca, fomentando la educación ambiental amparado en los principios

IAR- FAO (Inversión para Agricultura Responsable- Fondo Mundial para la Alimentación).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Contribuir a la Seguridad Alimentaria y la Nutrición, mediante la aplicación de agricultura urbana en el Centro Histórico de Cuenca (principio 1 de IAR-FAO)
2. Contribuir al desarrollo económico sostenible e inclusivo y a la erradicación de la pobreza, fomentando la participación de niños y adolescentes en la práctica de agricultura urbana y la posibilidad de realizarlo en sus hogares como auto sustento (principio 2 de IAR-FAO).
3. Fomentar la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres y potenciar la participación y el empoderamiento de los jóvenes, apoyando la participación activa de niños, niñas y adolescentes con equidad en la siembra de cultivos en cada institución educativa y brindando educación ambiental sobre agricultura urbana y salud alimentaria (principio 3 y 4 de IAR- FAO).
4. Determinar la concentración de plomo en las hortalizas cultivadas y plantas ornamentales (agricultura urbana).
5. Realizar un análisis microbiológico para la determinación de Coliformes y *Escherichia coli* en las hortalizas cultivadas y plantas ornamentales.
6. Medir la captura de CO₂ y su aporte al efecto invernadero en las hortalizas cultivadas y plantas ornamentales.
7. Diversificar el paisaje urbano del Centro Histórico, combinando plantas ornamentales y hortalizas.

8. Comparar niveles de concentración de plomo y captación de CO₂ entre las cajas que contienen únicamente hortalizas y las que tendrán una combinación de plantas ornamentales y hortalizas.
9. Comparar los datos de concentración metales pesados, captura de carbono y microbios con los resultados obtenidos en la experimentación concluida en Cuenca - Sur (Zhindón – Calle, 2018).
10. Promover sistemas agrícolas y alimentarios inocuos y saludables, mediante la socialización de resultados con estudiantes de las unidades educativas en estudio, comunidad universitaria y sociedad cuencana (principio 8 de IAR-FAO).

1. PREPARACIÓN DE LOS MEDIOS, SUSTRATOS Y ÁREA DE ESTUDIO.

1.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El proyecto se encuentra emplazado en cinco instituciones educativas en el Centro Histórico de Cuenca:

1. Unidad Educativa “Santa Mariana de Jesús”.
2. Unidad Educativa Salesiana “María Auxiliadora”.
3. Unidad Educativa Particular “Corazón de María”.
4. Escuela de Educación Básica Fiscomisional “Padre Carlos Crespi”.
5. Unidad Educativa “Luisa de Jesús Cordero”.

A continuación, se indica la ubicación de las cinco instituciones educativas en estudio en el siguiente mapa:

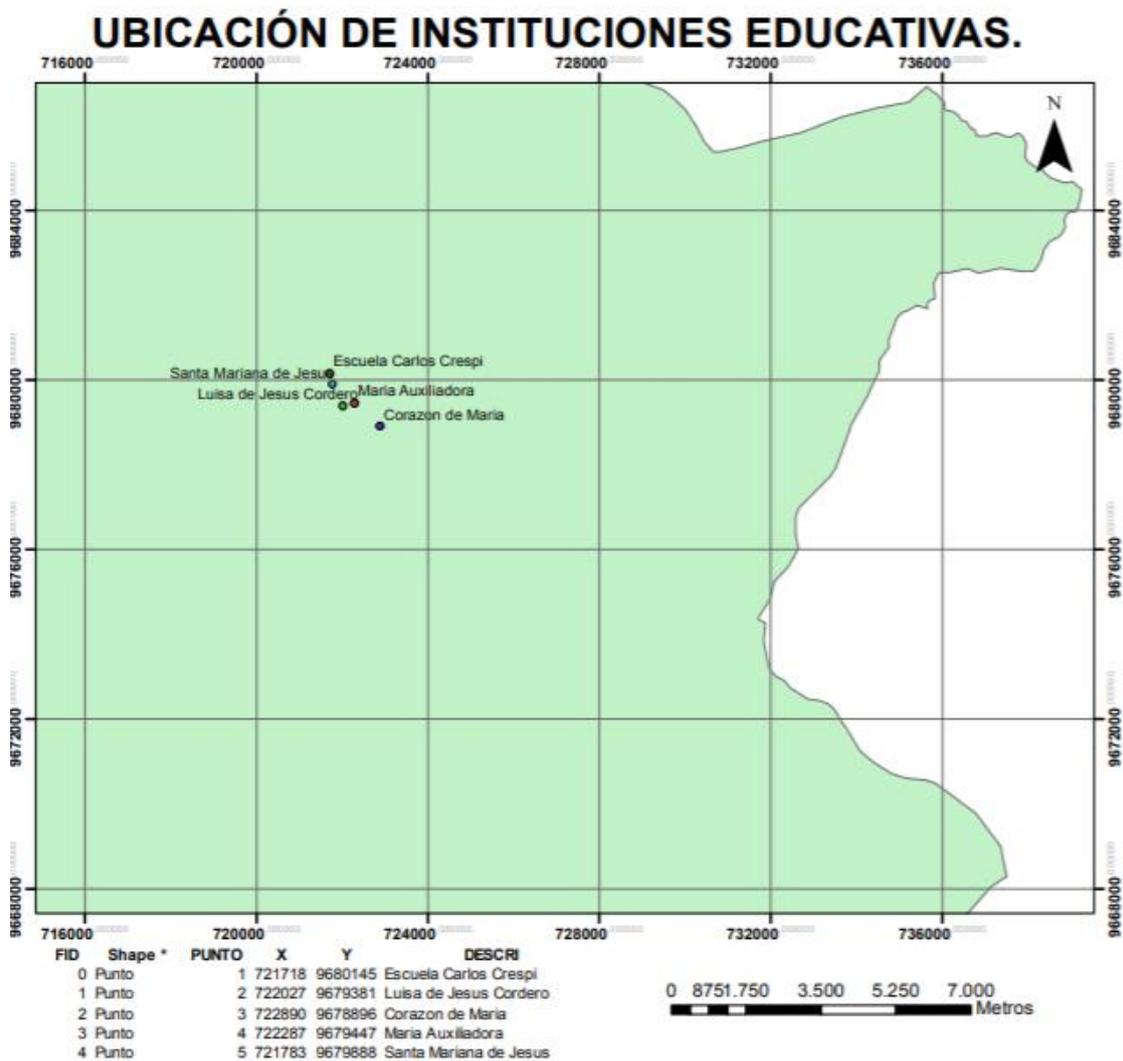


Ilustración 1 Ubicación geográfica de instituciones educativas escogidas.

Fuente: Autoras, 2019.

1.2 MATERIALES.

En la definición de materiales se consideran aspectos importantes como: el recipiente en el que se desarrollaron los huertos para cada institución y la disposición de los mismos.

Cada institución educativa cuenta con dos cajas formadas por gavetas de plástico en la que se encuentran distribuidas las plantas, en la primera caja se dispondrán 48 hortalizas de 4 especies diferentes: brócoli (*Brassica oleracea itálica*), lechuga híbrida (*Lechuca sativa crispa*), lechuga de repollo (*Lactuca sativa capitata*) y col (*Brassica viridis*), la segunda caja tiene las mismas 48 hortalizas con una cortina de plantas ornamentales que rodea toda la caja *Sansevieria trifasciata* y *Parthenium hysterophous*, las mismas que se encargan de captar CO₂ y plomo respectivamente.

Las gavetas son de plástico y se adquirieron en diferentes mercados de la ciudad de Cuenca con el objetivo de reutilizarlas, fueron lavadas y limpiadas de forma adecuada previo a la colocación de plástico y malla, estos dos últimos para evitar que la tierra se derrame por los orificios que presentan.

(Arroyo, N., 2009) indica las dimensiones de un semillero, según esta autora es recomendable que el semillero tenga una altura de aproximadamente 10 a 15 cm, de largo 1m y 50 a 60 cm de ancho. En la parte inferior de las cajas se realizan huecos con el objetivo de drenar el agua y evitar la pudrición de las plantas.

Las dimensiones de las cajas son distintas para aquellas que presentan ornamentales y hortalizas, y las que presentan tan solo hortalizas. A continuación, se detalla las dimensiones de la gaveta individual y las cajas especificadas:

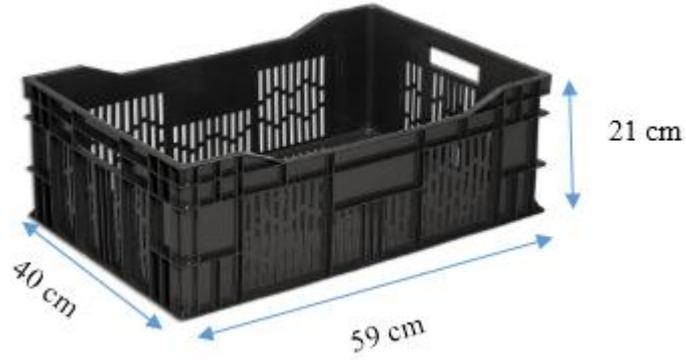


Ilustración 2 Dimensiones de las gavetas.

Fuente: Autoras, 2019.

Caja para hortalizas y sin ornamentales:

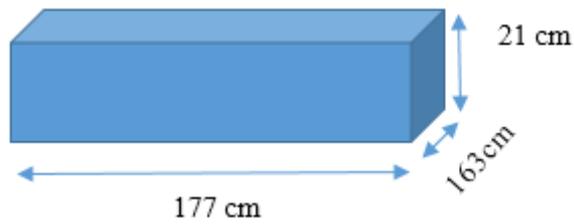


Ilustración 3 Dimensiones de caja con hortalizas y ornamentales.

Fuente: Autoras, 2019.

Caja para ornamentales y hortalizas:

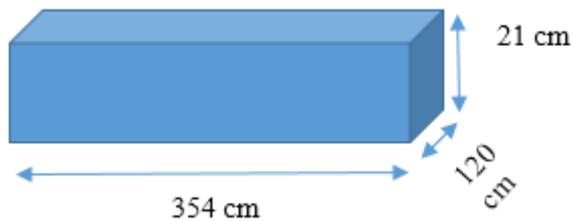


Ilustración 4 Caja con ornamentales y hortalizas.

Fuente: Autoras, 2019.



Ilustración 5 Gavetas para formar huertos en instituciones educativas.

Fuente: Autoras, 2019.

1.3 PREPARACIÓN DEL SUELO.

En cuanto al sustrato, el mismo fue tomado de un desalojo realizado en el terreno de la Escuela de bomberos de Cuenca, ubicado en el sector Huangarcucho previo al inicio de una construcción.

A esta tierra se le realizó previamente un análisis de concentración de plomo, el mismo que dio como resultado que no tenía este metal. Cabe recalcar que se utilizó el mismo sustrato para las huertas de las cinco instituciones educativas en estudio.



Ilustración 6 Cajas llenas de tierra.

Fuente: Autoras, 2019.

Las gavetas fueron trasladadas al terreno para la colocación de la tierra y posterior distribución a las diferentes instituciones. En el mismo lugar se procedió a mezclar la tierra con humus de lombriz, cabe recalcar que la misma tierra contenía también lombrices, por lo que se considera que era un sustrato lleno de nutrientes para las hortalizas.



Ilustración 7 Transporte de gavetas con tierra a instituciones educativas.

Fuente: Autoras, 2019.

Ubicación de huerta y distribución de gavetas.

La ubicación de los huertos es la siguiente:

- Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora: Parque interno de la institución.
- Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús: Zona interna de la institución.
- Unidad Educativa Luisa de Jesús Cordero: Terraza.
- Unidad Educativa Corazón de María: Parte interna, terreno de la institución.
- Unidad Educativa Padre Carlos Crespi: Arriba de parqueadero.

La disposición de las cajas por institución se describe de la siguiente manera: una caja con hortalizas y una cortina de ornamentales, formada por 18 gavetas de plástico; y la segunda caja únicamente con las hortalizas formada por 12 gavetas de plástico.

1.4. SIEMBRA.

La siembra se realizó en cinco instituciones educativas ubicadas en el centro histórico de Cuenca con tipos de especies de plantas (Hortalizas y Ornamentales), en cada institución se sembró 2 cajas la primera correspondiente a la siembra de hortalizas y la segunda a la siembra de hortalizas con una cortina de plantas ornamentales.



Ilustración 8 Huertos sembrados.

Fuente: Autoras, 2019.

1.4.1. Siembra de Hortalizas.

Para la siembra de hortalizas se utilizó gavetas, con las cuales se diseñó una caja en la que se sembró 48 plantas de las especies: Col (*Brassica viridis*), Brócoli (*Brassica oleracea Italica*), Lechuga de hoja (*Lactuta sativa var, crispa*), Lechuga de repollo (*Lactruta sativa var. Capitata*) la distancia entre plántulas fue de 40 cm, en dos columnas por tres filas.



Ilustración 9 Hortalizas sembradas en las 5 instituciones educativas.

Fuente: Autoras, 2019.

1.4.2. Siembra de Hortalizas con Cortina de plantas Ornamentales.

Para la siembra de Hortalizas con cortina de plantas Ornamentales se utilizó gavetas con las cuales se diseñó una caja en la cual se sembró 48 plantas de hortalizas de las especies: Col (*Brassica viridis*), brócoli (*Brassica oleracea Italica*), lechuga de hoja (*Lactuta sativa var, crispa*), lechuga de repollo (*Lactuta sativa var. Capitata*) y 6 plantas de ornamentales alrededor de la caja, de las especies: Lengua de Suegra (*Sansevieira*) y Ajenjo (*Parthenium hysterophous*) la distancia entre plántulas fue de 40 cm, en tres columnas por tres filas.



Ilustración 10 Huertos con ornamentales en 5 instituciones educativas.

Fuente: Autoras, 2019.

1.4.2.1. Hortalizas y ornamentales: captación de metales.

Los cultivos en las zonas urbanas tienen grandes beneficios, sin embargo, no todos los sitios para realizar esto garantizan que los cultivos obtenidos, estén libres de algún tipo de contaminación. La agricultura urbana se encuentra expuesta a niveles altos de contaminación, entre ellos se consideran metales traza y contaminantes orgánicos (S, y otros, 2014).

Las hortalizas de hoja son de vital importancia para el consumo y son un grupo de alimentos expuestos a distintas clases de contaminación, entre ellas por metales pesados, debido a que estos pueden estar en la superficie y también en el tejido de verduras secas (Delgadillo, y otros, 2015).

1.4.2.2. *Sanseveira* como captadora de CO₂.

Varios estudios, entre ellos uno desarrollado en el 2015, indica que una de las plantas que actúan en la captación de CO₂ es *Sansevieria trifasciata* (Pedraza, 2015) además la NASA (2016) la ha catalogado como una de las 10 plantas purificadoras del aire en los hogares, por su capacidad de eliminar elementos tóxicos como por ejemplo el benceno o el formaldehído.

La lengua de suegra (nombre común), es de naturaleza casi indestructible, soporta una atmósfera seca y también caliente dentro de infraestructuras, la luz escasa, falta de riego, plagas, sol directo, etc. Tiene hojas duras y punzantes, se considera una planta ornamental para interiores y exteriores que permite purificar el aire pues transforma el dióxido de carbono en oxígeno (Guzmán, 2018).



Ilustración 11 *Sanseveira*-lengua de suegra.

Fuente: (Guzmán, 2018)

1.4.2.3. *Parthenium hysterophous* como captador de plomo.

Un estudio realizado en Venezuela menciona varias especies con capacidad de captar plomo (Turgues, 2015), la que se ha escogido para este estudio es *Parthenium hysterophous*, cuyo nombre común en Ecuador es “ajenjo”, “escoba” o “escoba amarga”.

En el Manual de plantas andinas del Ecuador, se describe al ajenjo como una especie considerada herbácea perenne, la misma que llega a un tamaño de hasta 1 m de alto. Se la encuentra en terrenos abandonados y el borde de las vías. Posee un olor suave característico. Entre sus propiedades se conoce la de actuar como repelente que combate plagas como los gorgojos en semillas (Tarfur, 2011).



Ilustración 12 *Parthenium hysterophorus*-ajenjo.

Fuente: (Tarfur, 2011)

1.4.2.4. Diversificación del paisaje.

La agricultura urbana posee una historia relacionada directamente con la jardinería y tiene varios ejemplos en los que se combinaban: legumbres, hortalizas, flores, árboles frutales y hierbas en un mismo sitio y vivían de forma armoniosa, logrando una diversificación del paisaje y una distracción para las personas (Hermi, 2011).

Un ejemplo conocido es el de muchos jardines griegos, romanos, egipcios o musulmanes, no se sabe mucho sobre las especies vegetales que sembraban, pero lo poco que se conoce es lo necesario para verificar la relación entre jardinería y agricultura (Janick, 2015).

En la Edad Media la combinación de huertos y jardines sucedía siempre tanto en monasterios como en conventos, se centraban en la producción de varias especies, entre ellas: espárragos, melones y alcachofas, encargados de contribuir al alimento de los pueblos cercanos, también contaban con hierbas medicinales (Hale, 2016).

En Francia, con inspiración en varios jardines renacentistas de Italia, el Jardín de Blois (siglo XVI) contaba con parterres de flores y una distribución de frutas y verduras en el centro (Hermi, 2011).

Algunas revistas especializadas en jardinería y horticultura como: “The Horticulturalist” o el “Journal de la Royal Agricultural Society”, se distribuían con distintas propuestas e ideas de huertos- jardín, esto ayudó y permitió de mejor manera la difusión del mensaje (Barriga, 2011).

1.5. RIEGO.

El primer mes después de sembradas las plantas, no fue necesario aplicar riego, dada la presencia de continuas precipitaciones en la zona de estudio. A partir del segundo mes se requirió regar las plantas dos veces por semana.



Ilustración 13 Riego en huertos de las instituciones educativas.

Fuente: Autoras, 2019.

1.6. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.

Para el manejo de plagas, se tomó como referencia a Cordo (2004), que presenta una actividad para el control de plagas mediante la intervención de otros organismos depredadores, con el propósito de combatir o eliminar los parásitos en una plantación, sin provocar alteraciones por el suministro de contaminantes en las mismas.

El insecticida a utilizarse en caso de plagas es uno de origen natural que nos presenta la bibliografía, que consiste en licuar 2 litros de agua con 15 gramos de ajíes, luego dejar reposar por 24 horas (Celis, y otros, 2008). La frecuencia de las fumigaciones viene dada de acuerdo a la existencia o no de plagas.

2. EDUCACIÓN AMBIENTAL, APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS IAR EN CINCO INSTITUCIONES DEL CENTRO HISTÓRICO DE CUENCA.

2.1.MARCO TEÓRICO.

2.1.1. Educación Ambiental.

La educación ambiental consiste en un proceso de aprendizaje que facilita el entendimiento y conocimiento de las realidades medioambientales de un proceso sociohistórico que poco a poco ha llevado a un deterioro actual. Se debe considerar que la persona puede tomar conciencia social, de dependencia y pertenencia a su real entorno, debe asimilar la responsabilidad del uso adecuado y mantenimiento del mismo, finalmente debe tener la capacidad de tomar decisiones adecuadas en ese plano (Sarango Rodríguez, 2016).

Existen varios métodos de educación ambiental, entre ellos los considerados importantes y aplicados en este caso son:

Método participativo.- Considera los ámbitos básicos de la dinámica positiva de lo que funciona el trabajo grupal y lo mucho que se potencia el trabajo de todos los integrantes de un grupo, potenciando un clima favorable por las que van pasando creando un ambiente de afianciamento y consolidación del grupo de trabajo (Tabasco, 2011).

Método constructivista.- Con este método se conoce al aprendizaje como una construcción personal, pero también como un aporte social y cultural (Villagomez, Noriega, Chicaiza, Bravo, & Romero, 2014). Vigotsky dice que el conocimiento es

algo que se construye a diario mediante actividades o habilidades cognitivas que se inducen en la interacción social (Vigotsky, 2001).

Método cooperativo.- Se dice que el aprendizaje cooperativo es un método de aprendizaje que se realiza con trabajo conjunto y se fundamenta en el socio constructivismo. Una interacción cooperativa consiste en trabajar en equipo, de forma colectiva y recíproca, en el que cada persona tiene una función específica (Villagomez, Noriega, Chicaiza, Bravo, & Romero, 2014). Actualmente, el aprendizaje cooperativo es una herramienta que tiene lugar gracias a las teorías constructivistas y cognoscitivistas, mediante las cuales se justifica que la construcción del aprendizaje y conocimiento sucede en el momento que se integran la ayuda en un salón de clases entre docentes y compañeros (Noureddine, 2016). Tomando en cuenta la teoría de desarrollo cognitivo de Piaget, el método cooperativa permite la generación de conflictos socio cognitivos, con esto se consigue un incremento de las habilidades sociales y comunicativas, facilitando dinámicas de trabajo en grupos heterogéneos en los que se puede generar estrategias y habilidades sociales, comunicativas que sean de vital importancia para solucionar setos problemas socio cognitivos (García I. , 2015).

Sistema salesiano de la preventividad.- La preventividad se basa directamente en la experiencia pedagógica vivida por Don Bosco, direcciona a los procesos educativos y las relaciones entre personas. La pedagogía Salesiana o Sistema Preventivo es una estrategia útil para la educación actual, sus principios se vuelven herramientas eficaces para el diálogo, la trascendencia y el encuentro de todos aquellos que la reciban. Es un estilo de vida que aplica la prevención para que las personas realicen su proyecto personal (Apolo, 2013).

Paulo Freire, en su Pedagogía del oprimido, menciona su desacuerdo con los sistemas educativos actuales y la concepción educativa de los mismos, Postula la

dialogicidad como esencial en la educación, en la que el educador educa ty es educado a la vez (Freire, 1997). Las ideas de Paulo Freire se consideran buenas para la educación ambiental actual, ya que busca llevar a una concientización de la problemática ambiental del sector. La propuesta es una alternativa viable para construir una sociedad solidaria, en un mundo donde los sistemas educativos incitan a la competencia e individualidad (Calixto, 2010).

En Ecuador lo más conocido y aplicado sobre educación ambiental es el PLANEA, que por sus siglas significa Plan Nacional de Educación Ambiental, el último planteado es para el período del año 2017 al 2022. Se trata de un instrumento impulsado por el MAE (Ministerio del Ambiente) con el fin de generar acciones específicas, responsabilidades y metas para implementar la Política Nacional de Educación (MAE, 2017).

El término proyecto sugiere la realización de varias actividades combinadas con recursos humanos, materiales, financieros y tecnológicos; todo esto para obtener un determinado resultado. En los proyectos de educación ambiental se pueden conocer cuatro etapas en general: diseño, implementación, evaluación y comunicación (García & Priotto, 2009).

2.1.2. Historia cuencana. (patio, traspatio, huerto; aplicación actual)

Las edificaciones que se encuentran en el centro histórico de Cuenca son una gran mezcla de tipos de construcción y decoración con estilos coloniales y republicanos, ya que muchas de sus construcciones pertenecen al siglo XIX (Ayala, 1983).

La arquitectura civil en la época colonial (siglo XVI y XIX) se caracterizaba por ser con escasos elementos decorativos; seguía el modelo de casa andaluza, es decir:

patio, traspatio y huerta, a su alrededor estaban las habitaciones y espacios para la vida cotidiana (Ayala, 1983).



Ilustración 14 Plano de edificación de la época: Casa de las Posadas (patio, traspatio).

Fuente: Junta de Andalucía, 2007, Guía de Arquitectura, Cuenca, Ecuador.

Las construcciones tradicionales de Cuenca siguen conservando sus aleros, balcones de madera tallada y hierro forjado, puertas y ventanas que muestran trabajos interesantes de igual forma en madera y los interiores, con zaguanes empedrados y corredores que conducen a patios, jardines, traspacios y huertos llenos de cultivos necesarios para el consumo familiar (Gómez & Gordillo., 2014).

2.1.3. Paisaje urbano.

El paisaje se considera como algo subjetivo, es “lo que se ve” y no “lo que existe”, sin embargo, a pesar de ser subjetivo no es una fantasía, es más bien una interpretación que el cerebro hace sobre una realidad que está relacionada con la morfología de factores físicos, factores estéticos y factores emocionales (Maderuelo, 2008).

El paisaje urbano indica las transformaciones más grandes de paisajes naturales y los recursos. Consiste en un fenómeno físico que tiene modificaciones de acuerdo a la historia y el desarrollo que presenta el territorio (Pérez, 2000).

El paisaje urbano tiene un tipo, forma y estado específicos y estos tienen relación con la estructura material del hábitat urbano, que se genera mediante algunas situaciones y también por factores a lo largo del tiempo, como por ejemplo: clima, ubicación geográfica, indicadores urbanos de la calidad del espacio público, procesos biológicos en la región y condiciones meteorológicas (Maderuelo, 2008).

El paisaje urbano integra espacios agradables para caminar y permanecer, con focos de interés para mirar, presencia de servicios cercanos, asientos para sentarse, lugares con sombra, otros cubiertos para resguardarse de la lluvia, aceras cómodas. Refleja además, calles, plazas con edificaciones y vegetación proporcionadas, ofrece parques y plazas en una red urbana interconectada que favorece el disfrute de ancianos, niños, jóvenes, personas con capacidades especiales, para con esto lograr un desarrollo individual y colectivo (Bricerio, 2014).

2.1.4. Paisajismo.

El paisajismo tiene sus inicios con buscar adaptar la biodiversidad y las construcciones, se considera una rama que pertenece a la arquitectura se dedica a llevar un control de los elementos que forman parte de un espacio público, para lograr una relación adecuada entre los factores bióticos y abióticos, logrando aprovechar la parte estética y lógica con el uso de ramas como el urbanismo, biología, arquitectura y ecología (Bolgiano, 1992).

Paisajismo tiene como concepto que es una actividad que tiene como objetivo realizar modificaciones de características físicas, anímicas y visibles que son

consideradas en un espacio en general. Esta actividad engloba varias disciplinas: arquitectura, sociología, ecología, agronomía y otros. Con todo esto busca trabajar en la decoración mediante el uso de la naturaleza, sin causar daño al medio ambiente (Alejandro, 2019).

2.1.5. Agricultura Urbana.

La AU aplica dentro de la ciudad: la siembra, cuidado, procesamiento, venta o consumo directo de productos agrícolas. Se emplea con fines productivos en espacios sin uso como terrenos baldíos. En la agricultura urbana se incluye la producción de vegetales, futas, hortalizas, plantas medicinales, fibras vegetales, floricultivos, en otros casos se complementa el cultivo de plantas con actividades de crianza de animales (Moreno, 2007).

De acuerdo a informes presentados por la FAO (2006), se obtiene como dato importante que 800 millones de habitantes de ciudades alrededor del mundo realizan actividades que guardan relación con la AU, estas personas generan ingresos por la producción de alimentos. Además una reunión de datos de censos nacionales, encuestas, proyectos de investigación, muestran que hasta dos tercios de las familias en sectores urbanos y periurbanos participan en la agricultura gracias a programas realizados con ese objetivo.

A lo largo de la historia la AU se ha separado en dos tipos: la agricultura intra urbana relacionada con la agricultura que se aplica dentro de los límites de una ciudad y en su exterior hasta un punto determinado, y la agricultura peri urbana que considera la agricultura intra urbana y peri urbana (Mougeot, 2006).

En la agricultura urbana se han reconocido varios beneficios y ventajas, como por ejemplo datos de la FAO indican que los huertos llegan a ser en el mejor de los casos, quince veces más productivos que las fincas de la zona rural y un área de un metro cuadrado proporciona 20 kilogramos de alimento anualmente (FAO., 2015).

Entre las principales ventajas de la agricultura urbana están: mejora de la seguridad alimentaria, modificación de la dieta y nutrición adecuada, ahorro en el hogar y disminución de pobreza, minimización de los residuos generados en la cocina de los hogares, combinación de construcciones y espacios verdes, contribución a mejorar la calidad de vida y el desarrollo urbano (Colombia, 2015).

Uno de los casos de estudio interesantes sobre agricultura urbana es uno realizado en Senegal con la colaboración del Ministerio de Agricultura, la FAO y financiación de Italia, se introdujo una tecnología de microhorticultura y se inició centros comunitarios de horticultura en zonas de bajos ingresos de Dakar y Pikine. Con esto se consiguió que más de 4000 habitantes de las zonas urbanas instalaran microhuertos, los mismos que producen un promedio de 30 Kg de hortalizas por metro cuadrado al año. El programa fue reconocido ganando el premio Dubai/ONU-HABITAT por Mejores Prácticas para Mejorar el Entorno Habitado (FAO., 2015).

Cuba desarrolló la AU a manera de mecanismo de autosustento y seguridad alimentaria, debido a que la falta de innumerables insumos para desarrollar la agricultura rural era un obstáculo para esas proyecciones. Cuba tiene alrededor de 35000 hectáreas en su capital la Habana tanto urbana como periurbana, que se destinan a la agricultura (Eigenbrod & Gruda, 2015).

El año 2010 se inició un proyecto en Guatemala que contaba con apoyo de varias entidades como la FAO y el Ministerio de la Agricultura, ganadería y alimentos, y tenía como objeto mejorar la seguridad alimentaria y aumentar los ingresos de 11500

habitantes, mejorando la calidad del agua y su disponibilidad para la producción de hortalizas. Se introdujeron sistemas de drenaje para azoteas y unidades de almacenamiento y tratamiento de aguas para 1000 microhuertos, 20 invernaderos comunitarios y 5 huertos escolares. Este proyecto fue muy analizado y reconocido por los resultados que consiguieron (FAO., 2015).

2.1.6. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación.

La FAO, que se fundó en 1995, se considera una de las entidades especializadas de las Naciones Unidas, su objetivo es lograr que en el mundo sea importante la seguridad alimentaria, subiendo los niveles de nutrición, y mejorando la productividad agrícola, el nivel de vida de la población rural y contribuir a la expansión de la economía mundial (FAO, 2019).

Es conveniente recalcar que la FAO ha sido responsable de muchos programas y proyectos a nivel mundial de agricultura sostenible y agroecología.

En Ecuador la FAO también se ha hecho presente en varios programas y proyectos que tienen como finalidad: mitigar la pobreza, mejorar la producción agrícola, una mejor nutrición y la Seguridad y Soberanía Alimentaria de los pueblos (FAO, 2019).

2.1.7. Principios de Inversión para una Agricultura Responsable, FAO.

Los Principios IAR, fueron aprobados por el Comité de Seguridad Alimentaria (CSA) en octubre del año 2014, tienen como objetivo contribuir a la seguridad alimentaria, la nutrición y también mejorar los medios de vida sostenibles para pequeños productores, todo esto con visión integral, responsable y respetuosa con el medioambiente y dando un respaldo al derecho de los seres humanos a una

alimentación adecuada. La FAO, el FIDA “Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola) y el PMA “Programa Mundial de Alimentos” fomentan el uso, reproducción y difusión de estos principios (CSA, 2014).

Directamente, el objetivo de los principios IAR es persuadir a una inversión responsable en la agricultura y los sistemas alimentarios que fomenten la seguridad alimentaria y la nutrición y que, consecuentemente, brinde un respaldo a la realización del derecho a una alimentación adecuada (CSA, 2014).

En base a lo mencionado anteriormente, se transcriben a continuación 10 principios que han sido considerados (FAO, 2014).

1. Principios descripción.

PRINCIPIO 1: Contribuir a la Salud Alimentaria y Nutrición.

La inversión responsable en la agricultura y los sistemas alimentarios respalda las obligaciones de los Estados con respecto a la realización progresiva del derecho a una alimentación adecuada en el contexto de la seguridad alimentaria nacional, así como la responsabilidad de todos los usuarios previstos de respetar los derechos humanos. La inversión responsable en la agricultura y los sistemas alimentarios contribuye a la seguridad alimentaria y la nutrición, particularmente de la población más vulnerable, en el ámbito de los hogares, local, nacional, regional o mundial, y a la erradicación de la pobreza del siguiente modo:

- i. aumentando tanto la producción sostenible de alimentos inocuos, nutritivos, diversos y culturalmente aceptables como la productividad de estos, y reduciendo las pérdidas y el desperdicio de alimentos;
- ii. incrementando los ingresos y reduciendo la pobreza, por ejemplo, mediante la participación en la agricultura y los sistemas alimentarios o a través de la mejora

- de la capacidad de los individuos de producir alimentos para sí mismos y para otras personas;
- iii. mejorando la equidad, la transparencia, la eficiencia y el funcionamiento de los mercados, en particular teniendo en cuenta los intereses de los pequeños productores, así como mejorando la infraestructura conexas y potenciando la resiliencia de la agricultura y los sistemas alimentarios;
 - iv. fomentando la utilización de los alimentos a través del acceso a agua limpia, saneamiento, energía, tecnología, cuidado de los niños, atención sanitaria y formación, incluso sobre cómo preparar, suministrar y conservar alimentos inocuos y nutritivos.

PRINCIPIO 2. Contribuir al desarrollo económico sostenible e inclusivo y a la erradicación de la pobreza.

Este principio sugiere el desarrollo económico sostenible e inclusivo y la erradicación de la pobreza, de la siguiente manera:

- i. Respetando los principios y derechos fundamentales en el trabajo, especialmente los de las personas que trabajan en la agricultura y la alimentación, establecidos en los convenios fundamentales de la OIT.
- ii. Respaldando, en su caso, la aplicación eficaz de otras normas laborales internacionales, prestando especial atención a las normas pertinentes para el sector agroalimentario y la eliminación de las peores formas de trabajo infantil.
- iii. Creando nuevos puestos de trabajo y fomentando el empleo digno mediante condiciones laborales mejoradas, seguridad y salud ocupacionales, salarios que permitan vivir adecuadamente y capacitación para la promoción profesional.

- iv. Aumentando los ingresos, generando valor compartido mediante contratos con fuerza ejecutiva y justos y fomentando el espíritu empresarial y el acceso equitativo a las oportunidades de mercado, tanto en las explotaciones agrícolas como para los interesados de las fases iniciales y finales:
- v. Contribuyendo al desarrollo rural, aumentando la cobertura de la protección social y la provisión de bienes y servicios públicos como la investigación, la salud, la educación, el desarrollo de la capacidad, las finanzas, la infraestructura y el funcionamiento del mercado, así como fomentando las instituciones rurales;
- vi. Respalando la aplicación de políticas y medidas destinadas a dotar de los medios necesarios a las partes interesadas, especialmente a los pequeños productores- con inclusión de los agricultores familiares, tanto hombres como mujeres- y sus organizaciones, así como a incrementar la capacidad de recursos humanos de estos interesados, y promoviendo su acceso a los recursos e insumos según convenga;
- vii. Promoviendo una mayor coordinación, cooperación y asociación a fin de ampliar el máximo las sinergias para mejorar los medios de vida;
- viii. Fomentando los modelos sostenibles de consumo y producción a fin de alcanzar un desarrollo sostenible.

PRINCIPIO 3. Fomentar la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres.

En el principio 3 se fomenta a la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres del siguiente modo:

- i. Garantizando que se trata justamente a todas las personas y se reconocen sus respectivas situaciones, necesidades y limitaciones, así como la función crucial que desempeñan las mujeres.

- ii. Eliminando todas las medidas y prácticas que discriminan o violan derechos por razón de sexo;
- iii. Promoviendo la igualdad de las mujeres con respecto a los derechos de tenencia de tierra y el acceso igualitario de estas a la tierra productiva, los recursos naturales, los insumos y los instrumentos productivos, así como el control de los mismos y, fomentando el acceso a los servicios de extensión, asesoramiento y financieros, la formación, la capacitación, los mercados la información.
- iv. Adoptando enfoques, medidas y procesos innovadores o proactivos para fomentar la participación significativa de la mujer en las asociaciones, la adopción de decisiones, los cargos de liderazgo y la distribución equitativa de beneficios.

PRINCIPIO 5. Respetar la tenencia de la tierra, la pesca y los bosques y el acceso al agua.

Este principio logra su objetivo de potenciar la participación y el empoderamiento de los jóvenes de la siguiente manera:

- i. Promoviendo el acceso de estos a la tierra productiva, los recursos naturales, los insumos, los instrumentos productivos, los servicios de extensión, asesoramiento y financieros, la formación, la capacitación, los mercados y la información, así como su inclusión en la toma de decisiones.
- ii. Proporcionando capacitación, formación y programas de asesoramiento apropiados para los jóvenes a fin de aumentar su capacidad o su acceso a oportunidades empresariales y de empleo digno y promover su contribución al desarrollo local;
- iii. Promoviendo el desarrollo y el acceso a la innovación y a las nuevas tecnologías, en combinación con los conocimientos tradicionales para alentar a los jóvenes a

ser motores de cambio en la mejora de la agricultura y los sistemas alimentarios y facultarlos para ello.

PRINCIPIO 5. Respetar la tenencia de la tierra, la pesca y los bosques y el acceso al agua.

El principio 5 menciona que la inversión responsable en la agricultura y los sistemas alimentarios respeta los derechos legítimos de propiedad de la tierra, la pesca y los bosques, así como los usos existentes y potenciales del agua, en consonancia con los siguientes documentos. (CSA C. d.):

- Las Directrices voluntarias sobre la gobernanza responsable de la tenencia de la tierra, la pesca y los bosques en el contexto de la seguridad alimentaria nacional, en especial el Capítulo 12, pero sin limitarse exclusivamente a este.
- Las Directrices voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca en pequeña escala en el contexto de la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza.

PRINCIPIO 6. Conservar y ordenar de forma sostenible los recursos naturales, aumentar la resiliencia y reducir el riesgo de catástrofes.

El principio 6 menciona que la inversión responsable en la agricultura y los sistemas alimentarios permiten conservar y gestionar de forma sostenible los recursos naturales, aumentar la resiliencia y reducir los riesgos de catástrofes del siguiente modo (CSA C. d.):

- Evitando, reduciendo y remediando, los efectos negativos en el aire, la tierra, el suelo, el agua, los bosques y la biodiversidad.
- Respaldando, conservando la biodiversidad y los recursos genéticos, contribuyendo a la restauración de las funciones y servicios de los ecosistemas y

reconociendo el papel que desempeñan los pueblos indígenas y las comunidades locales.

- Reduciendo el desperdicio y las pérdidas en la producción y las operaciones posteriores a la cosecha, e incrementando la eficiencia de la producción, la sostenibilidad del consumo y la utilización productiva de los desperdicios o los subproductos.
- Potenciando la resiliencia de la agricultura y los sistemas alimentarios, los hábitats de apoyo y los medios de vida.
- Tomando medidas, según sea necesario, para reducir o eliminar las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Integrando los conocimientos tradicionales y científicos con las mejores prácticas y tecnologías a través de enfoques.

PRINCIPIO 7. Respetar el patrimonio cultural y los conocimientos tradicionales y respaldar la diversidad y la innovación

El principio 7 menciona que la inversión responsable en la agricultura y los sistemas alimentarios respetan el patrimonio cultural y los conocimientos tradicionales y respalda la diversidad, incluida la diversidad genética, y la innovación del siguiente modo (CSA C. d.):

- Respetando los lugares y sistemas del patrimonio cultural y reconociendo la función que desempeñan los pueblos indígenas y las comunidades locales en la agricultura y los sistemas alimentarios.
- Reconociendo las contribuciones de los agricultores en todas las regiones del mundo, respetando los derechos de estos agricultores a conservar, utilizar, intercambiar y vender estos recursos en virtud de la legislación nacional y en

consonancia con los tratados internacionales aplicables; y reconociendo los intereses de los obtentores.

- Promoviendo la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización, incluida la comercialización, de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura en condiciones mutuamente acordadas y en consonancia con los tratados internacionales, cuando sean aplicables para las partes de dichos tratados.
- Promoviendo la aplicación y el uso de tecnologías y prácticas adaptadas localmente e innovadoras, las ciencias relacionadas con la agricultura y la alimentación, la investigación y el desarrollo, así como la transferencia de tecnología.

PRINCIPIO 8. Promover sistemas agrícolas y alimentarios inocuos y saludables

El principio 8 menciona que la inversión responsable en la agricultura y los sistemas alimentarios promueven la inocuidad y la salud del siguiente modo (CSA C. d.):

- fomentando la inocuidad, la calidad y el valor nutritivo de los productos alimentarios y agrícolas.
- Respaldao la sanidad y el bienestar de los animales y la sanidad de las plantas para aumentar de forma sostenible la productividad y la calidad e inocuidad de los productos.
- Mejorando la gestión de los insumos y los productos agrícolas para aumentar la eficiencia de la producción y reducir al mínimo las posibles amenazas para el medio ambiente y la salud de las plantas, los animales y las personas, así como los peligros ocupacionales.
- Gestionando y reduciendo los riesgos para la salud pública en la agricultura y los sistemas alimentarios y reforzando las estrategias y los programas basados en datos

científicos destinados al control de la inocuidad alimentaria con infraestructura y recursos de apoyo.

- Aumentando la sensibilización, los conocimientos y la comunicación de información fundamentada sobre la calidad e inocuidad de los alimentos, la nutrición y los problemas de salud pública.
- Permitiendo la elección del consumidor mediante la promoción de la disponibilidad de alimentos inocuos, nutritivos, diversos y culturalmente aceptables y el acceso a ellos.

PRINCIPIO 9. Incorporar estructuras de gobernanza, procesos y mecanismos de reclamación inclusivos y transparentes

El principio 9 menciona que la inversión responsable en la agricultura y los sistemas alimentarios deberían atenerse a la legislación y las políticas públicas nacionales e incorporar estructuras de gobernanza, procesos, métodos de toma de decisiones y mecanismos de reclamación inclusivos, transparentes y accesibles para todos del siguiente modo (CSA C. d.):

- Respetando el Estado de derecho y la aplicación de la legislación, sin corrupción
- Compartiendo información pertinente para la inversión, en consonancia con la legislación aplicable y de forma inclusiva, equitativa, accesible y transparente en todas las fases del ciclo de inversión.
- Colaborando con los afectados directamente por las decisiones relativas a la inversión y solicitando apoyo antes de la adopción de estas.
- Llevando a cabo una consulta efectiva y significativa con los pueblos indígenas, a través de sus instituciones representativas, a fin de obtener su consentimiento libre, previo e informado.

- Promoviendo el acceso a mecanismos de mediación, reclamación y solución de conflictos transparentes y eficaces, para los más vulnerables y marginados.
- Tomando medidas en favor del respeto de los derechos humanos y los derechos legítimos de tenencia durante los conflictos y con posterioridad a ellos, a fin de lograr una participación libre, eficaz, significativa e informada en los procesos de adopción de decisiones asociados a las inversiones en la agricultura y los sistemas alimentarios.

PRINCIPIO 10. Evaluar y abordar las repercusiones y promover la rendición de cuentas

El principio 10 menciona que la inversión responsable en la agricultura y los sistemas alimentarios incluye mecanismos para evaluar y abordar las repercusiones económicas, sociales, ambientales y culturales, tomando en consideración a los pequeños productores, las cuestiones de género y la edad, entre otros factores; asimismo, respeta los derechos humanos y promueve la rendición de cuentas de todos los actores ante las partes interesadas pertinentes, especialmente las más vulnerables. Todo ello se realiza del siguiente modo (CSA C. d.):

- Aplicando mecanismos que permitan realizar evaluaciones independientes y transparentes de las repercusiones potenciales en todos los grupos de interesados pertinentes, en especial los más vulnerables.
- Definiendo datos e indicadores de referencia para realizar un seguimiento y cuantificar las repercusiones.
- Determinando medidas para prevenir y abordar las posibles repercusiones negativas.
- Evaluando periódicamente los cambios y comunicando los resultados a los interesados.

- Poniendo en práctica medidas correctivas o compensatorias apropiadas y eficaces en caso de que se registren repercusiones negativas o de que no se cumpla la legislación nacional o las obligaciones contractuales.

2.1.8. Directrices voluntarias sobre la Gobernanza responsable de la tenencia en el contexto de la seguridad alimentaria.

Las Directrices voluntarias sobre la gobernanza responsable de la tenencia en el contexto de la seguridad alimentaria (DVGT), se aprobaron en el año 2012 y tiene como principal objetivo servir de referencia y orientación para mejorar la gobernanza de tierra, pesca y bosques para lograr una seguridad alimentaria para todas las personas, también apoyar la realización del derecho a una alimentación adecuada (CSA, 2014).

2.1.9. Casos de estudio: Aplicación de los principios IAR.

En África, los principios IAR son complementarios a una serie de instrumentos regionales, entre ellos, los Principios Rectores para inversiones a gran escala en tierras, la Declaración de Maputo sobre Agricultura y Seguridad Alimentaria y la Declaración de Malabo sobre el crecimiento y transformación agrícola acelerada para la prosperidad compartida y lograr una mejor de la calidad de vida. Con todos estos instrumentos se busca garantizar inversiones justas y responsables para el desarrollo de sistemas agrícolas y alimentarios (Da Silva, 2015).

El Grupo de Investigación de la Universidad Politécnica de Madrid, GESPLAN, en un primer trabajo para la divulgación de los principios IAR, con la realización de Jornadas-Taller en dos comunidades: en Perú y Ecuador (FAO, 2014).

En el caso de Ecuador las Jornadas Taller se celebraron en mayo del 2016 en Azuay, fueron organizadas por GESPLAN- UPM y la Universidad Politécnica Salesiana. En esta reunión se expresaron experiencias vividas tanto de productores de la Cooperativa Prograserviv como la Cooperativa Composeven de Murcia, España. En esto se exploró la posibilidad de conexiones entre producción ecológica biodinámica y la cultura andina, también la demanda creciente de productos y la posibilidad de mejorar el sistema de comercialización desde los Principios IAR, identificando 8 de ellos (FAO, 2014).

En Puno (Perú), se realizaron dos talleres en las poblaciones de Juli y Huancané a los que asistieron un total de 58 mujeres de la Comunidad Aymara. Los talleres fueron impartidos por dos nutricionistas y un chef, profesores de la Universidad Católica Sedes Sapientiae (UCSS), con el apoyo de investigadores del grupo GESPLAN- UPM vinculados con el proyecto con la Coordinadora de mujeres aymaras. Con este taller buscaron transmitir, mediante técnicas dinámicas y demostrativas, tres ideas principales trabajando con los principios IAR 1, 3 y 8 (FAO, 2014).

2.1.10. Educación ambiental en niña/os y adolescentes.

En la bibliografía se conocen grandes aplicaciones de educación ambiental en estudiantes, que incluyen actividades y las mejores estrategias para llegar a la/os niña/os y adolescentes. A continuación se describen varios programas.

El proyecto “Verde que te leo Verde”, se considera una estrategia de educación ambiental en Zaragoza. Consiste en indicar novedades de Literatura Infantil con temáticas sobre el medio ambiente, éste tiene contenido separado por edades con la portada de los libros con su resumen (Zaragoza., 2015).

Las autoras (Gonzalez & Lizarazo, 2014) , trabajaron con niña/os en su proyecto y determinaron que lo más recomendable es hacer una charla inductora, luego

un recorrido por los senderos ecológicos, posteriormente dibujos de un paisaje y finalmente realizar unas encuestas.

En un artículo investigativo que tuvo objetivo fue tratar temas ambientales con estudiantes de primaria en unidades educativas que se encuentran en el distrito de Santa Marta instituciones educativas del distrito de Santa Marta, Colombia, aplicaron cuestionarios como primera actividad, posteriormente se hizo un seguimiento en recreos y actos culturales para observar sus normas amigables con el medio ambiente en la institución (Ruíz & Pérez, 2014).

Un proyecto desarrollado en Soria, buscaba determinar actividades adecuadas para niños y niñas de primaria, que permitan estar informados sobre temas medioambientales y lograr una responsabilidad en ellos. Aquí se indica que lo más importante es promover la curiosidad, motivación para aprender, interactuar. Las actividades propuestas resultaron: dinámicas, adivinanzas, salidas a espacios verdes, etc (García L. , 2016).

2.2.MATERIALES Y MÉTODOS.

Tabla 1 Matriz de marco lógico "Principios IAR".

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RECURSO	CRONOGRAMA	OBSERVACIÓN	EVIDENCIA
Contribución a la Seguridad Alimentaria y la Nutrición (Principio IAR 1).	<ol style="list-style-type: none"> Primera Reunión (Charla y dinámica de agricultura urbana). Segunda Reunión (Visita al huerto). Tercera Reunión (Evaluación). Cuarta Reunión (Fotografías de huerto en casa y experiencias). 	Séptimos y décimos de básica de 5 instituciones educativas (hombres y mujeres).	<ol style="list-style-type: none"> Marzo (2019). Abril (2019). Mayo (2019). Junio (2019). 	Poco tiempo para llevar a cabo las actividades.	Fotos.
Contribuir al desarrollo económico sostenible e inclusivo y a la erradicación de la pobreza, fomentando la participación de niños y adolescentes en la práctica de agricultura urbana (Principio IAR 2)	<ol style="list-style-type: none"> Socialización de “¿Cómo hacer un huerto en casa?” “Beneficios de tener un huerto en casa” (reunión 1). Animar estudiantes para que realicen su huerto en casa y pedir una foto de quienes lo hicieron. 	Séptimos y décimos de básica de 5 instituciones educativas (hombres y mujeres).	<ol style="list-style-type: none"> Marzo (2019). Junio (2019). 	No todos los estudiantes traen las fotos a pesar de haber hecho su huerto (falta de interés en el proyecto).	Fotos.
Fomentar la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres (Principios IAR 3 y 4)	Visita al huerto en grupos guiados por un hombre y una mujer (en el caso de unidades educativas mixtas).	Séptimos y décimos de básica de 5 instituciones educativas (50% hombres y 50% mujeres en unidades educativas mixtas).	Abril.	No todas las unidades educativas son mixtas.	Fotos.

Fuente: Autoras, 2019

En este proyecto se aplican varias actividades en las instituciones educativas con las que se trabajó. Los principios enfocados son:

- Principio 1.- Contribuir a la seguridad alimentaria y nutrición.
- Principio 2.- Contribuir al desarrollo económico sostenible e inclusivo y a la erradicación de la pobreza.
- Principio 3.- Fomentar la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres.
- Principio 4.- Potenciar la participación y el empoderamiento de los jóvenes.
- Principio 8.- Promover sistemas agrícolas y alimentarios inocuos y saludables.

Para lograr todo esto, se ha planteado una metodología basada en un documento de Argentina realizado por la Unidad de Coordinación de Educación Ambiental, como un aporte para adentrarse y enriquecer el debate sobre el sentido formativo de propuestas educativas ambientales.

La bibliografía utilizada para esta parte de la presente investigación es de (García & Priotto, 2009), documento en el que menciona que para todo proyecto de educación ambiental se debe establecer cuatro etapas generales: primero el diseño, luego la implementación, seguido de la evaluación y finalmente la comunicación. Estas etapas se describen a continuación.

2.2.1. Diseño.

Dentro del diseño se requiere tomar en consideración primeramente factores importantes como: número de estudiantes, edades, sexo y horas disponibles.

Es así que se decide trabajar con estudiantes de séptimo de básica y décimo de básica, con el objetivo de lograr que niños y adolescentes se empoderen del espacio

del huerto y persuadir en ellos el deseo de tener un huerto en casa, logrando así un grupo de datos más cercano a los objetivos de cumplir con los principios IAR. Además se escogió un solo paralelo de cada grado, viendo el que tenga más equilibrado el número de varones y mujeres. En cuanto a las horas disponibles, se disponen muy pocas, debido a la cantidad de feriados que se tuvieron el año lectivo que se realizó la presente investigación.

Después de haber considerado todos los factores antes mencionado el proyecto se diseñó de la siguiente manera: Se plantean cuatro reuniones:

Primera reunión.

Se planificó realizar una reunión en la que se hablen de temas básicos como guía y explicación tanto del proyecto de tesis como de agricultura urbana. Los temas a tratarse fueron los siguientes:

- Relación entre ecología y medio ambiente.
- Agroecología.
- Agricultura urbana.
- Beneficios de tener un huerto en casa.
- Recipientes y sustratos necesarios para realizar un huerto.
- Especies convenientes para tener en un huerto.
- Plan de cultivo.
- Distancias de siembra.
- Labores de mantenimiento del huerto.
- Especies utilizadas en la tesis (hortalizas y ornamentales).

En esta reunión se entregó también un tríptico con la información de la charla que les permita recordar la información impartida.

Segunda reunión.

Dado que la/os niña/os y adolescentes son los destinatarios del proyecto, tuvieron activa participación en el cuidado del huerto, realizando una visita a este para familiarizarse, evitando que otra/os niña/os boten basura o arranquen las plantas.

Tercera reunión.

En esta reunión se pretende realizar una evaluación de los conocimientos adquiridos en ese tiempo. Dicha evaluación se pretende calificar con porcentajes de asimilación.

Cuarta reunión.

En este espacio se solicitaría la entrega de fotografías a la/os niña/os y adolescentes que hayan vivido la experiencia de tener un huerto en casa. Esto nos ayudaría a verificar el cumplimiento de los objetivos.

Quinta reunión.

La última reunión se planteó presentar los resultados de la investigación a las instituciones educativas participantes, comunidad universitaria y sociedad cuencana.

2.2.2. Implementación.

Primera reunión.

La charla vino acompañada de la entrega de un tríptico a cada estudiante, cuyo modelo se muestra a continuación:



Figura 1 Tríptico entregado en instituciones.

Fuente: Autores.

El plan de cultivo es indispensable al momento de realizar una huerta es útil conocer lo siguiente para elaborarlo

Para una buena alimentación es necesario consumir tres tipos de alimentos

- Alimentos formadores
- Alimentos Calóricos
- Alimentos Reguladores

Alimentos para la salud del ser humano

- Harinas
- Verduras
- Frutas
- Carnes
- Lácteos
- Grasas
- Azúcar

QUE ES LA AGROECOLOGIA

Ciencia que busca la aplicación de conceptos y principios ecológicos en los agroecosistemas para lograr una doble sostenibilidad: A nivel de cultivo y las sociedades locales que lo producen.

QUE ES LA AGRICULTURA URBANA

Definida como el cultivo de plantas que proporciona productos alimentarios de distintos tipos de cultivos contribuyendo a la seguridad alimentaria de las familias sobre todo en tiempo de crisis y escasez de alimentos.

Rotación de cultivos

Siembra Intercalada.

Siembra escalonada

Cultivos asociados

Es importante tomar en consideración.

- Clima
- Espacio entre plantas para la siembra

Figura 2 Tríptico entregado en instituciones.

Fuente: Autoras, 2019.

Esta reunión tuvo una duración de una hora y al final de ella se realizó un juego para verificar que la/os niña/os y adolescentes hayan asimilado los temas de los que se hablaron. Cabe recalcar que esto se dio a los cursos por separado en cada institución.



Ilustración 15 Reunión 1 en la Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora, séptimo de básica.

Fuente: Autoras, 2019.



Ilustración 16 Reunión 1 en la Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora, décimo de básica.

Fuente: Autoras, 2019.



Ilustración 17 Reunión 1 Unidad Educativa Luisa de Jesús Cordero, séptimo de básica.

Fuente: Autoras, 2019.



Ilustración 18 Reunión 1 Unidad Educativa Corazón de María, décimo de básica.

Fuente: Autoras, 2019.



Ilustración 19 Reunión 1 Unidad Educativa Corazón de María, séptimo de básica.

Fuente: Autoras, 2019.



Ilustración 20 Juego después de la reunión 1. Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora, séptimo de básica.

Fuente: Autoras, 2019.



Ilustración 21 Reunión 1 en la Unidad Educativa Básica Fiscomisional Padre Carlos Crespi.

Fuente: Autoras, 2019.



Ilustración 22 Reunión 1 Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús, décimo.

Fuente: Autoras, 2019.

Segunda reunión.

Dado que algunas instituciones proporcionaron terrenos cercanos a las mismas para colocar los huertos, no se obtuvieron los permisos para llevar a todos los estudiantes a visitar los huertos. Es así que la Unidad Educativa Corazón de María no pudo visitar y familiarizarse con las hortalizas y plantas ornamentales del huerto.

Las visitas al huerto fueron organizadas por grupos de acuerdo al número de estudiantes de cada institución, donde los responsables de cada grupo eran un hombre y una mujer, garantizando así los principios IAR 3 y 4.



Ilustración 23 Visita al huerto Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora, séptimo de básica.

Fuente: Autoras, 2019.



Ilustración 24 Visita al huerto Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora, décimo de básica.

Fuente: Autoras, 2019.



Ilustración 25 Visita al huerto. Unidad Educativa Luisa de Jesús Cordero, décimo de básica.

Fuente: Autoras, 2019.



Ilustración 26 Visita al huerto. Unidad Educativa Básica Fiscomisional Padre Carlos Crespi.

Fuente: Autoras, 2019.

Tercera reunión.

La evaluación fue aplicada a cada curso por separado y en cada institución. La descripción de esta reunión se presenta en el apartado 2.2.3 de Evaluación.

Cuarta reunión.

En este espacio se tuvo una reunión para hablar de las experiencias de la/os niña/os y adolescentes en la aplicación de lo aprendido, es decir, de tener un huerto en casa. Fue muy satisfactorio saber que algunos de ellos se habían entusiasmado con la idea e hicieron un huerto junto a sus padres o hermanos. Otros manifestaron que les llamó la atención el tema y que les gustaría aplicarlo en algún momento, sin embargo, aún no lo hacían.

A continuación se presentan varias imágenes de la/os niña/os con los huertos que tienen en su casa, el resto de imágenes están en el Anexo 1:



Ilustración 27 Huertos. Unidad Educativa Luisa de Jesús Cordero, séptimo de básica.

Fuente: Estudiantes, 2019.



Ilustración 28 Huerto en casa. Unidad Educativa Luisa de Jesús Cordero, décimo de básica.

Fuente: Estudiante, 2019.



Ilustración 29 Huerto en casa. Unidad Educativa Corazón de María, décimo de básica.

Fuente: Estudiantes, 2019.



Ilustración 30 Huerto en Casa. Unidad Educativa Corazón de María, séptimo de básica.

Fuente: Estudiante, 2019.

2.2.3. *Evaluación.*

En el proceso de evaluación se procedió a realizar un pequeño cuestionario para evaluar el porcentaje de información asimilada por la/os estudiantes, además se adjuntó una pregunta extra en la que se pedía que se indicara si les llama o no la atención tener un huerto y en el caso de que ya lo tengan, nos cuenten su experiencia.

APRENDIZAJE EVALUADO DE "EDUCACIÓN AMBIENTAL EN AGRICULTURA URBANA".

NOMBRE: _____

INSTITUCIÓN: _____

GRADO: _____

De acuerdo a lo aprendido en este tiempo, responde lo siguiente:

Relaciona las siguientes imágenes subrayando LA que corresponde al significado de agroecología:



¿Cuáles son los beneficios de tener un huerto en casa? (4 respuestas)

- | | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Ahorras dinero. | Compartes tiempo en familia. |
| Haces fiestas. | Se compra más en el super mercado. |
| Tienes alimentos todo el año. | No puedes jugar. |
| Mejoras tu salud. | |

Aquí se indica lo que se necesita para hacer un huerto en casa, une con líneas lo que corresponde a cada ítem.

- | | |
|--------------|-------------------|
| Racipientes. | Humus de lombriz. |
| | Botellas. |
| Sustrato. | Gavetas. |
| | Mesas. |
| | Fibra de coco. |
| Agua. | Riego manual. |

Menciona uno de los labores de mantenimiento del huerto.

Luego de escuchar la información sobre aplicación de agricultura urbana, ¿te llama la atención tener un huerto en casa? O ¿ya hiciste tu propio huerto? Cuéntanos tu experiencia.

Ilustración 31 Modelo de evaluación realizada en las instituciones educativas.

Fuente: Autoras, 2019.

2.2.4. *Comunicación.*

En esta etapa se realizó una socialización con los estudiantes sobre los resultados obtenidos en cuanto a las evaluaciones realizadas y también los resultados como tal de concentración de plomo y CO₂, además del análisis de *E.Coli* y coliformes.

En esta ocasión se comunicó los resultados y se escuchó opiniones, se resolvió preguntas sobre el tema, se culminó con un agradecimiento a los estudiantes por participar activamente del programa y sugiriéndoles que busquen interesarse un poco más por la agricultura urbana y asegurar la salud alimentaria de ella/os y sus familias.

2.3.RESULTADOS.

Los resultados que serán presentados a continuación, vienen dados específicamente por la evaluación realizada a la/os niña/os y adolescentes luego de las reuniones que como se explican anteriormente, se realizaron actividades: charlas y visitas al huerto.

Al tratarse de cinco instituciones educativas, es conveniente indicar el número de muestras, es decir, número de estudiantes, ya que a partir de ellos se obtienen los datos.

Se reduce las instituciones educativas a sus siglas para mayor facilidad en colocar los datos en las tablas:

- Unidad Educativa Básica Fiscomisional “Carlos Crespi”: “UECC”.
- Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora: “UEMA”.
- Unidad Educativa Luisa de Jesús Cordero: “UELJC”.
- Unidad Educativa Corazón de María: “UECM”.

- Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús: “UESMJ”.

En total se consideran 307 muestras, y se observa que hay más mujeres que hombres. La institución educativa que nos proporcionó el mayor número de datos es la Unidad Educativa Luisa de Jesús Cordero con 84 estudiantes en total.

Tabla 2 Número de muestras por institución y general.

INSTITUCIÓN.	CURSO.	NÚMERO DE ESTUDIANTES.		
		HOMBRES.	MUJERES	TOTAL.
UECC.	Séptimo.	22	7	29
UEMA.	Séptimo.	0	38	38
	Décimo.	0	33	33
	Total.	0	71	71
UELJC.	Séptimo.	0	39	39
	Décimo.	0	45	45
	Total.	0	84	84
UECM.	Séptimo.	5	27	32
	Décimo.	2	22	24
	Total.	7	49	56
UESMJ.	Séptimo.	6	25	31
	Décimo.	4	32	36
	Total.	10	57	67
TOTAL.		39	268	307

Fuente: Autoras, 2019.

A continuación, en la tabla se presentan los resultados reflejados en porcentajes de asimilación de información por cursos e instituciones.

La institución que asimiló de mejor manera la información que se les impartió es la Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora con un porcentaje de 93.1% de información.

A pesar de que durante las actividades realizadas la/os estudiantes de séptimo siempre mostraron más apertura y atención, de acuerdo a los porcentajes se muestra que la/os adolescentes de décimo de básica asimilaron más la información con 92.68% del total de información dada.

Tabla 3 Porcentaje de asimilación de información por institución.

INSTITUCIÓN.	SÉPTIMO.	DÉCIMO.	TOTAL.
	(%)	(%)	(%)
UECC.	87.1	-	87.1
UEMA.	96.8	89.4	93.1
UELJC.	88.8	96.2	92.5
UECM.	92.8	90.2	91.5
UESMJ.	86	94.9	90.2
TOTAL	90.3	92.68	91.49

Fuente: Autoras, 2019.

Con la última pregunta realizada en la evaluación, fue posible analizar el interés que tenían la/os estudiantes en la agricultura urbana y sus beneficios. Los estudiantes menos interesados en aplicar un huerto en casa pertenecen a la Unidad Educativa

Corazón de María, mientras que los estudiantes más interesados son de la Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora.

Tabla 4 Estudiantes que manifiestan interés o no en agricultura urbana.

INSTITUCIÓN.	Nº DE ESTUDIANTES.	% INTERESADO.	% NO INTERESADO.
UECC.	29	96.55	3.45
UEMA.	72	98.61	1.39
UELJC.	84	90.48	9.52
UECM.	56	83.93	16.07
UESMJ.	67	94.03	5.97

Fuente: Autoras, 2019.

Dentro de la misma pregunta realizada, se pidió que contaran una experiencia de quienes ya han hecho un huerto. Aquí se comparten varias de las respuestas y el resto en el Anexo 2 que presenta las evaluaciones originales realizadas.

“Para mi criterio personal, esta idea es muy productiva pero implica tiempo y dinero, nos ayuda lo suficiente y al mismo tiempo es ahorro. A mí me llama la atención y quiero hacer un huerto en casa en algún momento”. Tatiana Matute, décimo de básica, Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora.

“Si, ya tengo un huerto, no está gran cosa pero es muy lindo y pequeño. Tengo frutilla, menta, tomate y más plantitas ornamentales a los cuales cuido cada día y veo cómo crecen, las riego y abono constantemente”. Carolina Loja, séptimo de básica, Unidad Educativa Padre Carlos Crespi.

“Me encantaría tener un huerto en casa, así me puedo alimentar mejor, crecer fuerte y sano, además nadie de mi familia se enfermaría”. Josué Ávila, séptimo de básica, Unidad Educativa Padre Carlos Crespi.

Se trabajó específicamente con estudiantes de séptimo y décimo de básica de las cinco instituciones educativas. En total se llevaron a cabo 4 actividades por institución educativa: una charla general de educación ambiental (agricultura urbana y sus beneficios), una reunión de visita al huerto, la tercera reunión para una lección sobre lo aprendido y la última que consistió en compartir experiencias de los estudiantes sobre la construcción del huerto en casa y entrega de sus fotografías (Anexo 1). Todas estas actividades enfocadas en cumplir los objetivos específicos y alcanzar los principios IAR establecidos en los mismos.

En la tabla 3 se ve cumplido el principio IAR 1 (objetivo secundario uno), ya que se logró una contribución a la seguridad alimentaria en las familias de los estudiantes con los que se trabajó, construyendo un huerto en las instituciones e incentivando a los estudiantes a replicarlo en casa.

El principio IAR 2 se ve reflejado con las fotografías de los estudiantes con sus huertos en casa, cabe recalcar que no todos los que hicieron sus huertos entregaron las fotografías, sin embargo, al tener únicamente esto como prueba o indicador, se tiene como resultado que 43 estudiantes entregaron la foto con sus huertos (Anexo 1) de una muestra de 307, se considera que el 14.1% de los estudiantes replicaron su huerto en casa. Es así como se comprueba la aplicación del principio IAR 2, que permite una contribución al desarrollo en la economía sostenible e inclusiva y a erradicar la pobreza, fomentando participación de niños y adolescentes en la práctica de agricultura urbana y la posibilidad de realizarlo en sus hogares como auto sustento.

3. ANÁLISIS BIOLÓGICO DE COLIFORMES Y E. COLI EN HORTALIZAS.

3.1. MARCO TEÓRICO.

3.1.1. Botánica de las Hortalizas.

Tabla 5. Descripción, origen, usos y valores nutricionales.

Nombre.	Descripción.	Origen y Geografía.	Usos y valores nutricionales.
Brocoli (<i>Brassica oleracea</i>).	Hierbas bienales o perennes, glabras, con tallos breves de base cilíndrica, no carnosa, hojas basales y caulinares. <i>Flores:</i> actinomorfas, bisexuales <i>Fruto:</i> silicua.	Variedad cultígena de la región Mediterránea.	En su composición contienen: 90% agua, 4,4 proteínas, 2,6% fibras, 1,8% hidratos de carbono, potasio, zinc, yodo, vitaminas A, B, C y E. Las personas la consumen crudas, hervidas, al vapor, salteadas, marinadas, gratinadas para platos con vegetales, carnes o pastas, sopas y purés.
Lechuga Híbrida (<i>Lactuca sativa v.capitata</i>). Lechuga de repollo Híbrida (<i>Lactuca sativa v.romana</i>).	<i>Hierbas:</i> Pueden ser anuales o bienales desde 0,3 hasta incluso puede llegar a 1 m de altura. Sus <i>Hojas:</i> Adquieren diferentes formas como pueden ser basales, obovadas, o borde entero, dentado. <i>Flores:</i> isomorfas, liguladas, amarillas. <i>Fruto:</i> aquenio	Es una especie plantada en la antigüedad, pero cuyos orígenes son inciertos.	Sus hojas están constituidas en su totalidad por agua y en menor porcentaje por hidratos de carbono, fibras y proteínas. Se consumen crudas en ensaladas y sándwiches. También cocidas al vapor, hervidas salteadas, fritas, en sopas y purés.
Col (<i>Brassica viridis</i>).	Con hierbas de tallos cilíndricos, gruesos, no carnosos hasta 3 metros de altura. <i>Hojas:</i> basales y caulinares numerosas, enteras, lobuladas, crespas, verdes, amarillas rosadas o purpúreas. <i>Flores:</i> actinomorfas, bisexuales. <i>Fruto:</i> silicua.	Variedad cultígena de la región Mediterránea.	Las hojas contienen 4% de hidratos de carbono, 2% de fibras; 1,9% de proteínas, calcio, magnesio, hierro, fósforo, potasio, zinc, provitamina y vitaminas. Las hojas se consumen hervidas, cocidas al vapor como guarnición o agregadas a sopas y guisos.

Fuente: (Hurrel, Ulibarri, Delucchi, & Pochetitino, 2009)

3.1.2. Contaminación microbiológica en hortalizas.

En los últimos años el uso de hortalizas para consumo humano ha ocasionado graves problemas a la salud ya que el ser humano al alimentarse de estas de manera natural es decir crudas o mínimamente procesadas y sin un previo análisis que corrobore o contradiga la existencia de posible contaminación en su composición microbiológica, ocasiona daños potenciales en el organismo siendo este un problema que ha aumentado en gran medida. Los daños biológicos surgen entonces en estos productos como consecuencia de las inadecuadas prácticas que se realizan en las áreas de producción y por el empleo de desechos sólidos como fertilizantes sin un previo tratamiento entre otros. (Puig Peña, y otros, 2013)

La (OMS) menciona que las (ETA) afectan a más de la mitad de la población en el mundo a consecuencia de la ingesta de alimentos; dentro de la población más afectada por este consumo se encuentran niños, mujeres embarazadas y ancianos, en donde los pobres tienden a ser los más susceptibles produciendo a su vez un impacto negativo en la economía ya que estas disminuyen la productividad y el comercio provocando también gastos en hospitalizaciones y medicamentos. (OMS, 2002)

Según (Varela, Perez, & Estrada, 2015) entre los brotes más comunes asociados a las (ETA) se encuentran los de origen patógeno así como son: *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli*, *Campylobacter*, *Vibrio*, *Yersinia* y *Listeria*. Estos patógenos en su totalidad poseen la capacidad de retener nutrientes y transformarlos además se apropian perfectamente a entornos diferentes llegando a ser latentes para la salud de los seres humanos. (Vélez & Ortega , 2013)

3.1.3. Factores de contaminación de hortalizas cosechadas.

Para decidir si un alimento es idóneo para el consumo, es necesario tener en cuenta ciertos factores; entre ellos la inocuidad es fundamental, porque se encuentra estrechamente relacionada con la salud de los consumidores y junto a las características que posee cada alimento componen su calidad total sin causar daño alguno a la persona que lo consume. Sin embargo, los alimentos durante su obtención, preparación, manipulación, transporte almacenamiento sufren cambios en sus características organolépticas (color, aroma, textura, sabor) así como en su composición química y se encuentran expuestos a diversos agentes disminuyendo o perdiendo en su totalidad el grado de inocuidad que poseen. (Corona & Eleazar, 2010)

Estos agentes son considerados factores de contaminación en los alimentos causando su alteración, debido a que se consolidan en los productos alimenticios, contaminándolos en cualquiera de sus etapas de fabricación (obtención, preparación, manipulación, transporte, almacenamiento y/o consumo) pueden ser físicos, químicos o biológicos siendo este último causado por bacterias, parásitos y virus que generan toxinas en los alimentos provocando enfermedades que pueden llegar a ser incluso letales en los consumidores. (Barbecho & Castro, 2016)

De origen Físico: Agente que afecta el valor comercial de un producto, surgen en las etapas de: manipulación, preparación y conservación.

De origen químico: El valor de comestibilidad del producto se ve afectado, a causa de la interacción de este con cierto residuo de origen químico (pesticidas, aditivos) que se aplican con la intención de conservar o aumentar el tiempo en que los alimentos permanecen con calidad aceptable antes de consumirse. (Corona & Eleazar, 2010)

De origen biológico: Según (Corona & Eleazar, 2010) los agentes de origen biológico ocasionan degradación de los nutrientes en los alimentos ya que son causados por bacterias, parásitos y virus provocando enfermedades de transmisión alimentaria. (Barbecho & Castro, 2016).

Es importante tener en cuenta que el desarrollo, la resistencia y la inactivación de bacterias en las hortalizas depende de cuatro factores básicos: las características y capacidades de los microorganismos presentes, el estado fisiológico de tejido de la planta, las características del medio ambiente que rodea al tejido de la planta (pH, actividad del agua y composición de la atmosfera) y finalmente depende de los procesos sobre las poblaciones microbianas de la planta. (Roever, 1998).

3.1.4. Hortalizas como vehículo para contraer enfermedades

Las (ETA) son consecuencia de una inadecuada limpieza en los productos alimenticios, provocando así la reproducción de organismos microbianos. Algunas especies de alimentos, como los vegetales sirven como transporte de bacterias, estos alimentos resultan contaminados por diferentes causas como: agua de riego contaminada, suelo, aire entre otros, por lo tanto; el consumo de alimentos vegetales crudos ocasiona un brote desmedido de enfermedades causadas por la presencia de microorganismos patógenos. (Orozco, Rico-Romero, & Escartín, 2008)

3.1.5. Microorganismos Patógenos Emergente en los alimentos.

Existen una gran cantidad de microbios (bacterias, virus y parásitos) que se transmiten a los alimentos ya sea por que sobreviven en otras especies animales o bien porque son transmitidos a los alimentos mediante otros medios de manera natural. Estos microorganismos son responsables de enfermedades en las personas, incluso

pueden ocasionar el brote de nuevas enfermedades mucho más peligrosas y letales para la salud del ser humano, una de sus características principales es su rápida propagación y fácil difusión afectando a sectores más vulnerables de la población ocasionando secuelas o lesiones permanentes, además su presencia es un indicador que nos demuestra la deficiente calidad higiénica que contienen los alimentos. (Cruza, 2006)

Dentro de estos microorganismos patógenos emergentes en los alimentos se encuentran los que provienen del excremento y que sobreviven en el interior de las personas y de los animales representando un peligro para la salud; entre los más habituales se encuentran: coliformes fecales y coliformes totales siendo *Escherichia coli* el indicador directo de contaminación fecal. (Vélez & Ortega , 2013)

3.5.1.1. Coliformes Totales.

Según (Alimentos, 2008) denominan coliformes a el conjunto de microorganismos que poseen rasgos bioquímicos en común, considerados indicadores para determinar si el agua está contaminada o por el contrario si un alimento contiene altos niveles de contaminación.

Los autores mencionan que: “*el grupo de coliformes totales comprenden todos los microorganismos bacilo Gram negativos que fermentan lactosa con producción de ácido y gas en un tiempo máximo de 48 h. a 35°C, este grupo está formado por cuatro géneros: Enterobacter, Escherichia, Citrobacter y Klebsiella.*” (Camacho A. , Giles, Ortégón, M. Palao, & Velázquez, 2009)

Se hallan en el sistema digestivo del hombre y de los animales razón por la cual son expulsados principalmente mediante las heces. (Camacho A. , Giles, Ortégón, M. Palao, & Velázquez, 2009) aunque también es posible encontrarlos en otros ambientes como lo son: plantas, suelos y animales. (Ortega, Vidal, Q, & Saavedra-Díaz, 2008)

El crecimiento de coliformes totales debe asociarse según el tipo de aguas: deben estar presentes en el 85% de aguas potables tratadas, de no ser así su cantidad no puede ser mayor a 2-3 coliformes. (CYTED, 2002)

3.1.5.2. *Coliformes Fecales.*

Según (CYTED, 2002) son comúnmente llamados termotolerantes ya que resisten a temperaturas altas, se reproducen debido a la presencia de ambientes apropiados de materia orgánica, pH, humedad etc.

“Los coliformes fecales son un subgrupo de coliformes totales capaces de fermentar la lactosa a 44.5 °C, el 95% de coliformes fecales está formado por Escherichia Coli y algunas especies de Klebsiella.” (Madigan, Martinko, & Parker, 1998).

3.1.5.3. *Escherichia Coli.*

Inicialmente fue llamada Bacterium Comune, fue aislada de las heces de los niños para posteriores experimentos por primera vez en el año de 1985, generalmente son bacilos con diámetros que van desde 1,1 a 6 µm de longitud, Gram negativos con metabolismo respiratorio y fermentativo. (Zapata & Caicedo, 2008)

Es miembro de la familia *Enterobacteriaceae*, se encuentra con frecuencia en el interior del hombre y de los animales que son de sangre caliente, además es utilizada como indicador de contaminación fecal por sus características. (Bayas, 2015)

3.1.6. *Enfermedades transmitidas por la bacteria Escherichia Coli.*

El grupo de bacterias de *E.coli* se clasifican de acuerdo a las tipologías que muestran los indicadores de virulencia, cada uno de los grupos causan la enfermedad de una manera diferente. (Camacho, y otros, 2009)

Algunas Cepas consiguen ocasionar enteritis o gastroenteritis mediante seis formas distintas, que acarrear en seis enfermedades. Estas cepas incluyen *E.coli* enterotoxigénica (ETEC), *E. coli* enteropatógeno (EPEC), *E. coli* enteroinvasiva (EIEC), *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), *E.coli* enteroagregante (EAEC) y *E.coli* difusamente adherente (DAEC). (Koneman, y otros, 2008)

3.1.6.1. *E. coli* enterotoxigénica (ETEC).

Asociada con dos síntomas, más conocidos como “diarrea del destete y diarrea del de viajero”. Comienzan con un periodo de incubación (14-50), la población que se ve afectada por esta cepa bacteriana sufre también deshidratación y vómitos en algunos casos. (Koneman, y otros, 2008)

3.1.6.2. *E. coli* enteropatógeno (EPEC).

Generalmente ocurre en lactantes los síntomas que se presentan son fiebre leve, malestar general y diarrea acuosa. Esta cepa invade las células epiteliales colónicas provocando que se observen leucocitos en las heces. (Koneman, y otros, 2008)

3.1.6.3. *E. coli* enteroinvasiva (EIEC).

Habitualmente la infección se presenta como diarrea indistinguible y los síntomas que se exteriorizan son la necesidad imperiosa de defecar. (Koneman, y otros, 2008)

La enfermedad aparece por lo general en niños y adultos que viajan a países que por lo general son subdesarrollados. La patogenicidad ocurre debido a la capacidad que posee el organismo para irrumpir y destruir la membrana del colon. (Camacho, y otros, 2009)

3.1.6.4. *E. coli enterohemorrágica (EHEC)*.

Esta cepa produce un efecto citotóxico sobre las células provocando dos sintomatologías: colitis hemorrágica y el síndrome urémico. Una de las causas más comunes de esta infección es consumo de productos si cocinar en grandes cantidades. (Camacho, y otros, 2009)

3.1.6.5. *E. coli enteroagregante (EAEC)*.

Se adhiere a las células epiteliales y causan un veneno termolábil provocando una enfermedad diarreica con fiebre leve y poco vomito además las deposiciones suelen ser sin sangre ni leucocitos fecales. (Koneman, y otros, 2008)

3.1.6.6. *E. coli adherente (DAEC)*.

Se consolidan en las células epiteliales y trasladan un gen codificador. Los síntomas que presentan los pacientes son diarrea abundante sin sangre. (Koneman, y otros, 2008)

3.1.7. *Técnicas de recuento para identificar coliformes y Escherichia Coli en productos alimentarios*

Existe varias metodologías para identificar la presencia de microorganismos en productos alimenticios; sin embargo, el método más utilizado y reconocido consiste en utilizar medios de cultivo más conocido como “Método Tradicional”, esta técnica se basa en cultivar una muestra en un medio que posea los nutrientes necesarios, de tal manera que se promueve el desarrollo de bacterias que podrían llegar a causar afecciones y/o daños en los alimentos. Para preparar este medio se requieren “Agares” los cuales están

formados por proteínas, carbohidratos y sustancias de características gelificantes ; por tal razón, existe una compañía llamada 3M la cual se ha encargado de elaborar una línea de productos llamada “Placas Petrifilm™” que permite la cuantificación y detección de microorganismos. (Figuroa, Maldonado, Rivera, & Muñoz, 2016)

3.1.7.1. Placas Petrifilm™.

Las placas Petrifilm™ vienen en un empaque en bolsa de foil de aluminio, esta bolsa permite protegerlas de ciertas condiciones ambientales que pueden deteriorarlas; como son: la luz y la humedad, se deben conservar a una temperatura < 8° C caducan aproximadamente a los 18 meses una vez abiertas y miden aproximadamente de 7.5 cm de ancho a 9.5 cm de largo. El descarte y destrucción se debe hacer de acuerdo a las normas industriales debido a que estas contienen microorganismos que pueden ser un riesgo biológico potencial.

3.1.7.2. Placa Petrifilm™ para el recuento de *E. coli* y Coliformes.

La placa Petrifilm™ para recuento de *E.coli* y Coliformes está formada por una lámina de papel con una cuadrícula recubierta de polipropileno que está compuesto por: nutrientes y un agente gelificante se complementa con otra lamina en la parte superior de polipropileno que contiene: gel soluble y tricloruro de trifetil tetrazolio. (Ximena & Alexandra, 2008)

Estas placas poseen nutrientes que permiten realizar el conteo para determinar qué tipo de bacteria se ha desarrollado, contienen un agente (VRB) denominado Bilis Rojo Violeta, motivo por el cual aproximadamente el 97% de las bacterias de *E.coli* al desarrollarse en la placa producen una precipitación de un color que va de azul a rojo azul, por el contrario; las coliformes están asociadas al indicador de tertazolio este

libera iones de hidrogeno y se reduce a formazan causando una precipitación de color rojo. (3M, 2009)

Las placas se incuban en un tiempo de 24 horas a 30°C para realizar el conteo de coliformes y 48 horas a 30 °C para cuantificar *E.coli*. (XImena & Alexandra, 2008). Existe un rango para realizar el conteo de colonias, esto quiere decir que en cada placa debe haber una población que va de 15 a 150. (3M, 2009)

5.1.8 Caso de estudios: Análisis microbiológico en el Distrito Sur de la Ciudad de Cuenca.

Existen varios estudios sobre análisis microbiológico realizados en el país, aplicados con especial interés en plantas de las especies de: hortalizas y ornamentales, estos estudios tienen como objetivo determinar si los alimentos son adecuados para garantizar una correcta seguridad alimentaria para la población en general, en los cuales se detallan una serie de metodologías que permiten encontrar la presencia de *E. coli* y Coliformes, además de los posibles riesgos y enfermedades que estos puedan causar.

Se han realizado proyectos de investigación en localidades específicas de la ciudad, como es el caso de la zona localizada en el Distrito Sur de Cuenca, este estudio fue llevado a cabo por (Calle & Zhindón, 2018) autores que analizaron la presencia de *E.coli* y Coliformes en plantas de hortalizas de las especies de: Brocoli (*Brassica oleracea*), Lechuga Hibrida (*Lactuta sativa v.capitata*), Lechuga de repollo (*Lactuta sativa v.romana*) y Col ((*Brassica viridis*), en cinco instituciones educativas, se basaron en la metodología realizada por (Vélez & Ortega , 2013), que consiste en el uso de Placas Petrifilm para el recuento de colonias.

En su estudio (Calle & Zhindón, 2018) concluyeron que de las cinco instituciones educativas los colegios: (Bilingüe Interamericano y Técnico Salesiano) fueron quienes

presentaban en sus cultivos mayor cantidad de coliformes y en lo que refiere al desarrollo de *E.coli* concluyeron que si existió crecimiento, sin embargo sus valores se encontraban dentro de los límites permisibles, por lo que; estas especies de hortalizas sembradas fueron consideradas aptas para el consumo Humano.

Existen otros casos de estudio en la ciudad, realizados en la Universidad Politécnica Salesiana en parqueaderos y terrazas por (Galarza J. , 2017) y (Fernández, 2016) y otros en el Centro Histórico de la Ciudad por (Mora, 2017), los cuales se han enfocado de igual manera en el análisis microbiológico en plantas de hortalizas, todos estos con el objetivo de identificar la ausencia o crecimiento de bacterias y además de fomentar la práctica de agricultura urbana, en estas investigaciones se pretende determinar si su consumo es apto para la sociedad cuencana.

3.2. MATERIALES Y MÉTODOS.

El análisis microbiológico se basó en el método Petrifilm expuesto por (Vélez & Ortega , 2013) método que también fue utilizado en la tesis de (Calle & Zhindón, 2018) para el recuento de coliformes y *E.coli* , este análisis se realizó bajo la supervisión de la Doctora Monica Espadero.

El método consiste en utilizar una Placa Petrifilm para el recuento de Coliformes totales y *E.coli*. Estas placas se encuentran ya preparadas para su uso y su procedimiento se desarrolla en tres pasos:

1. Inocular
2. Incubar
3. Conteo

Previo a esto se tomó las muestras en las cinco instituciones educativas ubicadas en el centro histórico para su posterior preparación en el laboratorio UPS - Sede CUENCA.

3.2.1. Materiales y medios de cultivo.

Tabla 6. Materiales y medio de cultivo mediante el "Método Petrifilm"

Materiales	Medio de Cultivo
Mandil.	Placas Petrifilm™ para conteo de <i>E.coli</i> /coliformes de 25 unidades.
Guantes quirúrgicos.	Agua de peptona al 0.1%.
Gorro.	
Mascarilla.	
Alcohol.	
Algodón.	
Balanza	
Espátula.	
Licuadaora.	
Frascos Homogeneizadores	
Dispersor.	
Bolsas de cierre hermético.	
Incubadora.	
Cocineta.	
Marcador.	
Micropipeta.	
Puntas azules.	
Mechero.	
Contador de colonias	
Papel Aluminio	

Fuente: Autoras, 2019.

3.2.1. Toma de muestras.

Se tomó muestras en las cinco instituciones educativas ubicadas en el centro histórico de cuenca, fueron recaudadas en fundas estériles de cierre hermético

previamente etiquetadas con la ayuda de guantes para evitar contaminación. Se tomó muestras de cada especie para posteriormente ser trasladadas al laboratorio de Ciencias de la Vida UPS-Sede CUENCA. Cabe recalcar que las muestras se tomaron después de tres meses de sembradas las plantas y se consideró tomar hojas de adentro y de la parte externa de la planta también.

3.2.3. Preparación de las muestras.

1. Se pesa 25 gramos de cada muestra etiquetada en papel aluminio con ayuda de la balanza del laboratorio.



Ilustración 32. Pesado de la muestra en papel aluminio.

Fuente: Autoras, 2019.

2. Se preparó 225 ml de agua de peptona al 0,1% para cada una de las muestras.



Ilustración 33. Preparación del agua de peptona al 0.1%.

Fuente: Autoras, 2019.

3. Se añade cada muestra pesada al agua de peptona preparada en una licuadora.
4. Se licua la mezcla hasta lograr su total homogenización para posteriormente colocarla en los frascos homogeneizadores.



Ilustración 34. Licuado y Homogeneización de la muestra.

Fuente: Autoras, 2019.

3.2.4. Inoculación.

1. Se esteriliza la cámara de flujo laminar en donde se realiza la inoculación, con los mecheros para evitar contaminación, colocando las Placas Petrifilm previamente etiquetadas en la superficie de la mesa.



Ilustración 35. Placas Petrifilm TM previamente etiquetadas.

Fuente: Autoras, 2019.

2. Utilizando una pipeta electrónica en forma perpendicular se levanta la lámina superior de la placa para colocar 1ml de la muestra en el centro de la lámina inferior, una vez colocada se desliza la lámina hacia abajo con precaución para evitar la formación de burbujas, colocando un dispersor para facilitar su esparcimiento.



Ilustración 36. Inoculación de las muestras en la cámara de flujo laminar.

Fuente: Autoras, 2019.

3.2.5. *Incubación.*

Se incuba la muestra una vez que el gel estuvo solidificado a un temperatura de 37 °C por 24 horas para el recuento de coliformes y de 48 horas para el recuento de *E.coli*.

3.2.6. *Conteo de Colonias.*

Se utiliza un contador de colonias estándar para el recuento de coliformes y *Escherichia Coli* una vez transcurrido el tiempo de inoculación.



Ilustración 37. Placas Petrifilm TM transcurrido 24 y 48 horas de incubación a 30 C.

Fuente: Autoras, 2019.

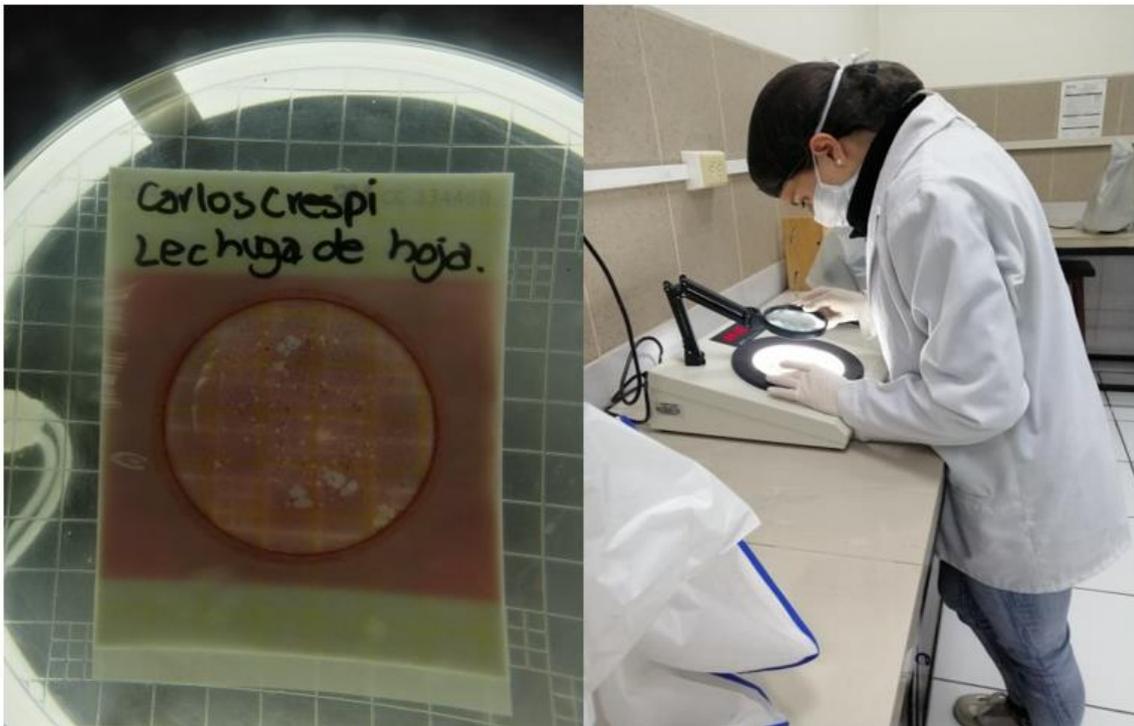


Ilustración 38. Conteo de colonias

Fuente: Autoras, 2019.

3.2.7. Interpretación de Resultados.

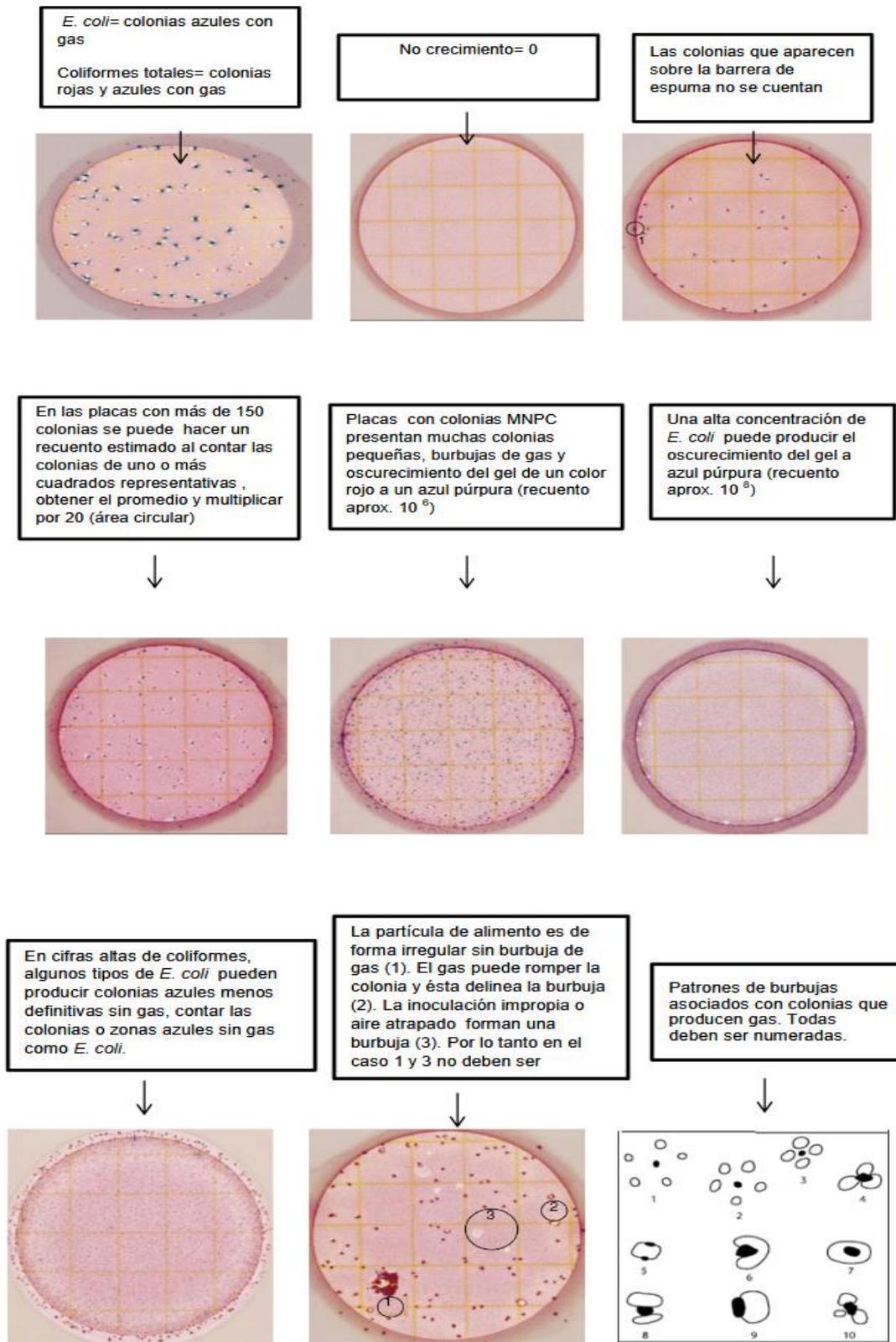


Figura 3. Interpretación de resultados en Placas Petrifilm 3M.

Fuente: (3M, 2009)

De la figura 3 se tiene en consideración los pasos para la interpretación de los resultados en las placas petrifilm, los cuales indican casos variados que se presentan comúnmente a la hora de analizar el número de colonias totales de *E.coli* y Coliformes.

3.2.8. Cálculos.

En la actualidad existen varios métodos para el conteo de microorganismos en muestras que provienen de diferente origen, sin embargo, cada método transforma los datos de manera distinta ya sea en: Unidades Formadoras de Colonias (UFC) Microorganismos Totales etc. (Arana, Orruño, & Barcina)

El método que se utiliza frecuentemente debido a su facilidad a la hora de realizar el conteo se basa en la cuantificación de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) por ml o gr de muestra, por lo tanto, para la interpretación de los resultados se utilizó la fórmula propuesta en (PetrifilmTM, 2002).

$$N = \sum C * f = UFC/gr$$

N = Número de UFC por gramos

$\sum C$ = Suma de las colonias contadas en la placa

f = Facto de disolución utilizado

$f = 10$

3.3. RESULTADOS.

3.3.1. Recuento de bacterias en la Unidad Educativa Particular “Corazón de María”.

En la tabla 8 y figura 4 se visualiza el crecimiento de *E.coli* y Coliformes en cada especie de hortaliza, existiendo mayor concentración de Coliformes en la col (*Brassica Viridis*) con 110 UFC/g, y menor concentración en el brócoli (*Brassica Oleracea Itálica*) con 40 UFC/g, de igual manera se aprecia que no existe crecimiento de *E.coli* en ninguna de las especies sembradas.

Tabla 7. Recuento de *E. coli*/Coliformes en la Unidad Educativa "Corazón de María"

Cultivo.	Nombre Científico.	Codificación	Factor	Conteo de colonias	Recuento de <i>E.coli</i>. UFC/g	Recuento de Coliformes Totales.
Col híbrida	<i>Brassica Viridis</i>	CMRCol	10	11	0 UFC/g	110 UFC/g
Brócoli	<i>Brassica Oleracea Itálica</i>	CMRBr	10	4	0 UFC/g	40 UFC/g
Lechuga de Hoja	<i>Lactuta Sativa</i> Var. <i>Crispa</i>	CMRLH	10	9	0 UFC/g	90 UFC/g
Lechuga de repollo	<i>Lactuta Sativa</i> Var. <i>Capitata</i>	CMRLR	10	10	0 UFC/g	100 UFC/g

Fuente: Autoras, 2019.

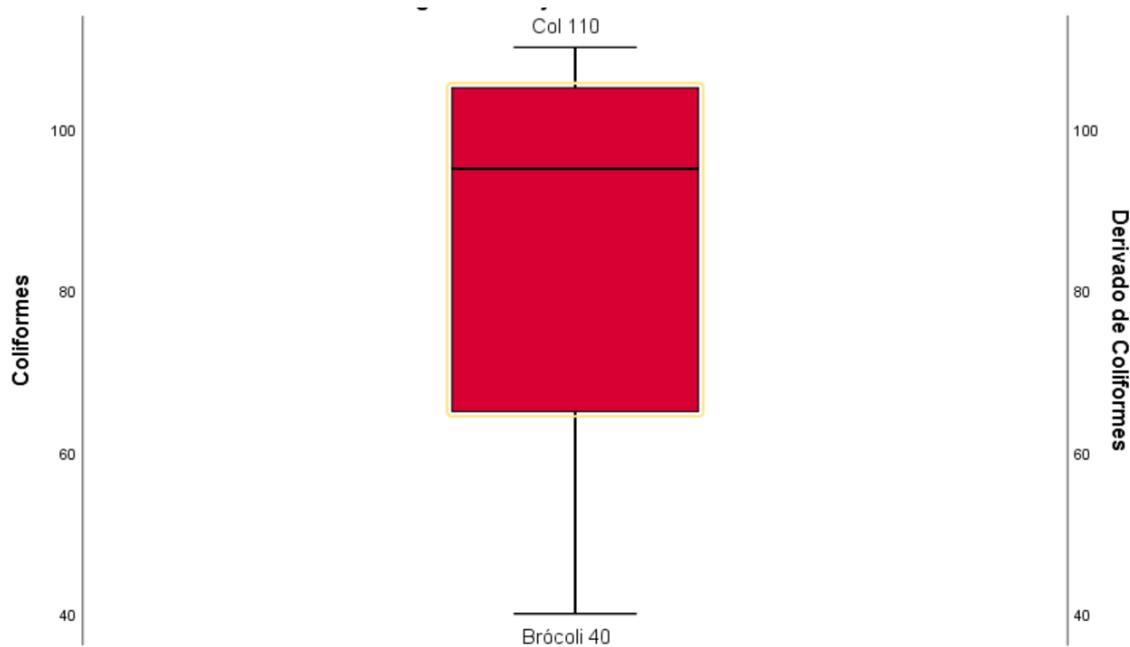


Figura 4. Recuento de Coliformes "Corazón de María"

Fuente: Autoras, 2019.

3.3.2. Recuento de bacterias en la Unidad Educativa Salesiana "María Auxiliadora".

En la tabla 9 y figura 5 se visualiza el crecimiento de *E.coli* y Coliformes en cada especie de hortaliza, existiendo mayor concentración de Coliformes en la lechuga de repollo (*Lactuca Sativa Var. Capitata*) con una concentración de 180 UFC/g y con menor concentración la col (*Brassica Viridis*) y la Lechuga de Hoja (*Lactuca Sativa Var. Crispa*) con 70 UFC/g de igual manera se aprecia que no existe concentración de *E.coli* en las especies de hortalizas sembradas.

Tabla 8. Recuento de E. coli/Coliformes en la Unidad Educativa Salesianas "María Auxiliadora"

Cultivo.	Nombre Científico.	Codificación	Factor	Conteo de colonias	Recuento de E.coli. UFC/g	Recuento de Coli UFC/g
Col híbrida	<i>Brassica Viridis</i>	MARCol	10	7	0 UFC/g	70 UFC/g
Brócoli	<i>Brassica Oleracea Itálica</i>	MARBr	10	13	0 UFC/g	130 UFC/g
Lechuga de Hoja	<i>Lactuta Sativa Var. Crispa</i>	MARLH	10	7	0 UFC/g	70 UFC/g
Lechuga de repollo	<i>Lactuta Sativa Var. Capitata</i>	MARLR	10	18	0 UFC/g	180 UFC/g

Fuente: Autoras, 2019.

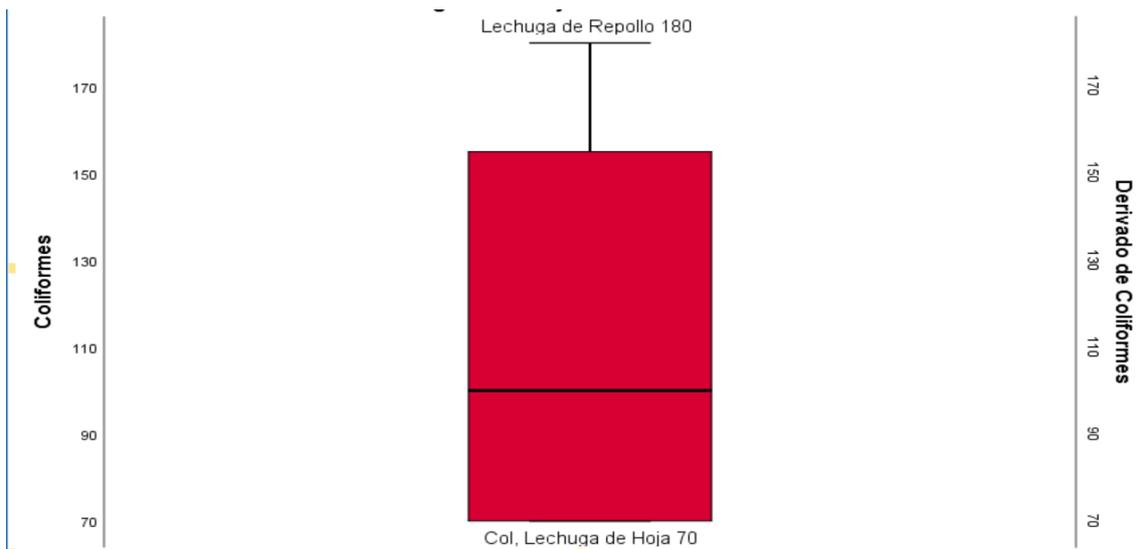


Figura 5. Recuento de Coliformes "María Auxiliadora"

Fuente: Autoras, 2019.

3.3.3. Recuento de bacterias en la Unidad Educativa "Luisa de Jesús Cordero".

En la tabla 10 y figura 6 se visualiza la presencia de *E.coli* y Coliformes en cada especie de hortaliza, existiendo mayor concentración de Coliformes en la lechuga de repollo (*Lactuta Sativa Var. Capitata*) y la col (*Brassica Viridis*) con una concentración de 100 UFC/g, y menor concentración de Brócoli con 50 UFC/g, de igual manera se aprecia que no existe concentración de *E.coli* en las especies de hortalizas sembradas.

Tabla 9. Recuento de *E. coli*/Coliformes en la Unidad Educativa "Luisa de Jesús Cordero"

Cultivo.	Nombre Científico.	Codificación	Factor	Conteo de colonias	Recuento de <i>E.coli</i>. UFC/g	Recuento de Coliformes Totales.
Col híbrida	<i>Brassica Viridis</i>	LJCRCol	10	10	0 UFC/g	100 UFC/g
Brócoli	<i>Brassica Oleracea Itálica</i>	LJCRBr	10	5	0 UFC/g	50 UFC/g
Lechuga de Hoja	<i>Lactuta Sativa Var. Crispa</i>	LJCRLH	10	7	0 UFC/g	70 UFC/g
Lechuga de repollo	<i>Lactuta Sativa Var. Capitata</i>	LJCRLR	10	10	0 UFC/g	100 UFC/g

Fuente: Autoras, 2019.

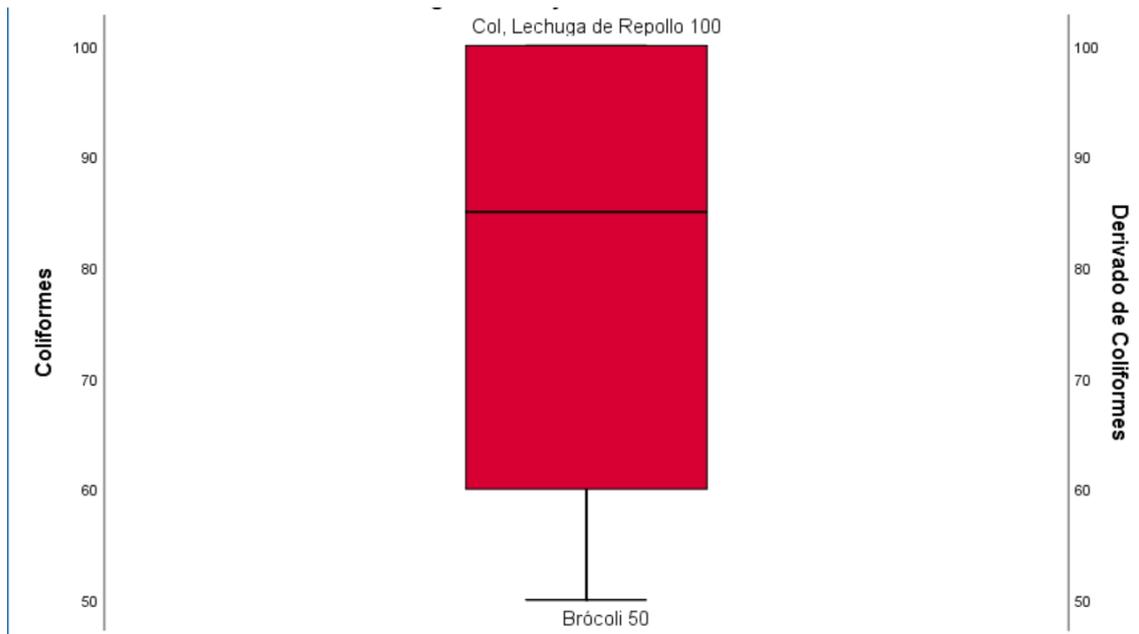


Figura 6. Recuento de Coliformes "Luisa de Jesús Cordero"

Fuente: Autoras, 2019.

3.3.4. Recuento de bacterias en la Unidad Educativa "Santa Mariana de Jesús".

En la tabla 11 y figura 7 se visualiza la presencia de *E.coli* y Coliformes en cada especie de hortaliza, existiendo una alta concentración de coliformes en todas las especies, sin embargo el crecimiento de coliformes más representativo se aprecia en la lechuga de repollo (*Lactuta Sativa Var. Capitata*) con una concentración de 410 UFC/g y menor concentración de Brócoli (*Brassica Oleracea*) y Lechuga de hoja (*Lactuta Sativa Var*) con 370 UFC/g, de igual manera se aprecia que no existe concentración de *E.coli* en las especies de hortalizas sembradas.

Tabla 10. Recuento de *E. coli*/Coliformes en la Unidad Educativa "Santa Mariana de Jesús"

Cultivo.	Nombre Científico	Codificación	Factor	Conteo de colonias	Recuento de <i>E.coli.</i> UFC/g	Recuento de Coliformes Totales.
Col híbrida	<i>Brassica Viridis</i>	SMJRCol	10	26	0 UFC/g	260 UFC/g
Brócoli	<i>Brassica Oleracea Itálica</i>	SMJRBr	10	37	0 UFC/g	370 UFC/g
Lechuga de Hoja	<i>Lactuca Sativa Var. Crispa</i>	SMJRLH	10	37	0 UFC/g	370 UFC/g
Lechuga de repollo	<i>Lactuca Sativa Var. Capitata</i>	SMJRLR	10	41	0 UFC/g	410 UFC/g

Fuente: Autoras, 2019.

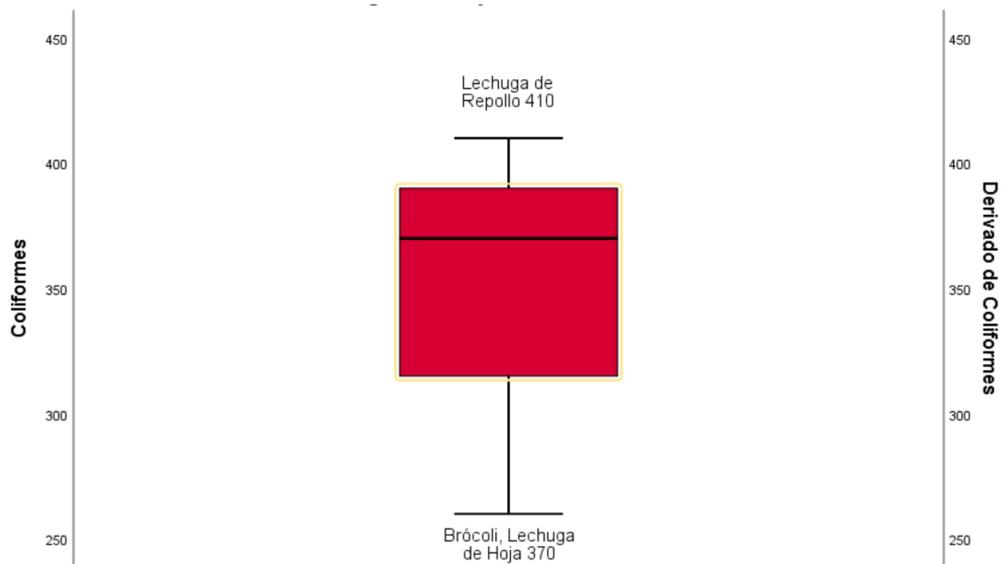


Figura 7. Recuento de Coliformes "Santa Mariana de Jesús".

Fuente: Autoras, 2019.

3.3.5. Recuento de bacterias en la Escuela de Educación Básica Fiscomisional "Padre Carlos Crespi".

En la tabla 12 y figura 8 se visualiza la presencia de *E.coli* y Coliformes en cada especie de hortaliza, existiendo mayor concentración de Coliformes en la Col híbrida (*Brassica Viridis*) con 100 UFC/g y menor concentración de Lechuga de repollo (*Lactuta Sativa*) con 40 UFC/g, de igual manera se aprecia que no existe concentración de *E.coli* en las especies de hortalizas sembradas.

Tabla 11. Recuento de *E. coli*/Coliformes en la Escuela de Educación Básica Fiscomisional "Padre Carlos Crespi".

Cultivo.	Nombre Científico	Codificación	Factor	Conteo de colonias	Recuento de <i>E.coli</i> UFC/g	Recuento de Coliformes Totales.
Col híbrida	<i>Brassica Viridis</i>	PCCRCol	10	10	0 UFC/g	100 UFC/g
Brócoli	<i>Brassica Oleracea Itálica</i>	PCCRBr	10	6	0 UFC/g	60 UFC/g
Lechuga de Hoja	<i>Lactuta Sativa Var. Crispa</i>	PCCRLH	10	6	0 UFC/g	60 UFC/g
Lechuga de repollo	<i>Lactuta Sativa Var. Capitata</i>	PCCRLR	10	4	0 UFC/g	40 UFC/g

Fuente: Autoras, 2019.

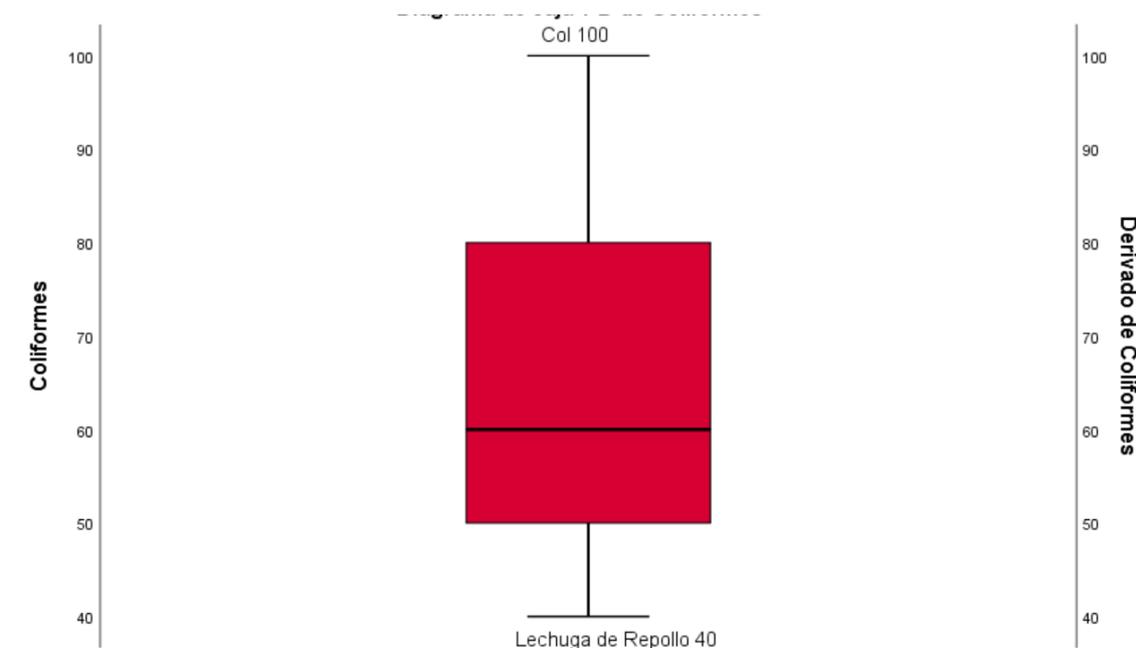


Figura 8. Recuento de Coliformes "Padre Carlos Crespi"

Fuente: Autoras, 2019.

3.3.6. *Recuento de Coliformes y E.coli en especies de plantas ornamentales*

Tabla 12. Recuento de Coliformes y *E.coli* en especies de plantas ornamentales en las cinco instituciones educativas del Centro Histórico de Cuenca.

Sp.	CM		MA		LJC		SMJ		PCC	
	E.coli	Co.								
Lengua de Suegra	0	10	0	30	0	20	0	20	0	20
Ajenjo	0	20	0	40	0	10	0	50	0	20

Fuente: Autores, 2019

En la tabla 13 se visualiza la presencia de *E.coli* y coliformes en las especies de plantas ornamentales en las cinco instituciones Educativas ubicadas en el Centro Histórico de Cuenca, en donde se observa que existe mayor crecimiento en la Unidad Educativa Salesianas “María Auxiliadora” y la Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús siendo el Ajenjo la especie ornamental con mayor presencia de coliformes.

3.3.7. Comparación del análisis microbiológico de Coliformes y Escherichia Coli entre las 5 instituciones educativas ubicadas en el centro histórico de Cuenca.

Tabla 13. Comparación análisis microbiológico entre las 5 instituciones educativas ubicadas en el centro histórico de Cuenca.

Sp.	CM.		MA.		LJC.		SMJ.		PCC.	
	<i>E.coli</i>	Co.	<i>E.coli</i>	Co.	<i>E.coli</i>	Co.	<i>E.coli</i>	Co.	<i>E.coli</i>	Co.
	UFC/g		UFC/g		UFC/g		UFC/g		UFC/g	
Col.	0	110	0	70	0	100	0	260	0	100
Brócoli.	0	40	0	130	0	50	0	370	0	60
Lechuga de Hoja.	0	90	0	70	0	70	0	370	0	60
Lechuga de Repollo.	0	100	0	180	0	100	0	410	0	40
TOTAL		340		450		320		1410		260

Fuente: Autoras, 2019.

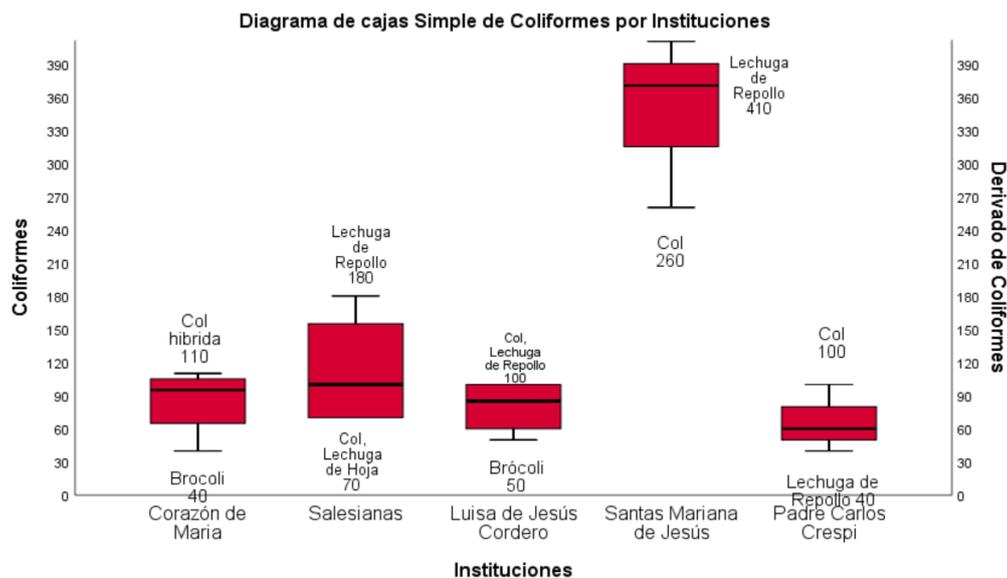


Figura 9. Comparación de coliformes presentes en las 5 Unidades Educativas ubicadas en el Centro Histórico de Cuenca.

Fuente: Autoras, 2019.

3.3.7.1. Interpretación del análisis microbiológico.

Las normativas de recopilación Internacional de Normas Microbiológicas de los alimentos y asimilados establecen ciertos parámetros que nos permiten identificar los niveles de aceptabilidad tanto para coliformes como para *Escherichia coli*, estos parámetros ya establecidos indican que el rango óptimo para coliformes es de 10^2 - 10^4 UFC/g y para *Escherichia coli* el grado de aceptabilidad se encuentra entre 10 - 10^2 UFC/g en verduras y hortalizas. (Busto & Encuentra, 2012)

En la tabla se observa que en las cinco instituciones educativas ubicadas en el Centro Histórico de Cuenca, los parámetros de aceptabilidad de contaminación microbiológica por coliformes totales se encuentran dentro de un rango considerado como tolerable, ninguna institución sobrepasa el límite establecido, sin embargo las Unidades Educativas “María Auxiliadora” y “Santa Mariana de Jesús” son los colegios que presentan mayor cantidad de coliformes con respecto al resto de escuelas, esto podría atribuirse dado a que la siembra se realizó en un espacio al aire libre en donde existe gran cantidad de aves que llegan al sector y se convierten en vectores latentes para las especies de hortalizas sembradas.

Por el contrario, las Unidades Educativas Corazón de María, Luisa de Jesús Cordero y Padre Carlos Crespi muestran una disminución en el crecimiento de Coliformes, el factor que se le atribuye a esta causa, podría ser la ubicación de las cajas en lugares en los cuales no exista presencia de ningún tipo de animales.

Las especies de hortalizas en las cuales se observó mayor concentración de Coliformes son: la Col Híbrida (*Brassica Viridis*) el Brócoli (*Brassica Oleracea Itálica*) y principalmente se aprecia una alta concentración de Coliformes en la Lechuga de Repollo (*Lactuca Sativa Var. Capitata*).

Otro dato a tener en consideración es que en ninguna Unidad Educativa hubo crecimiento de *Escherichia Coli*, este dato es trascendental, ya que es un indicador de la buena calidad del agua con la que se dispone especialmente para el riego.

3.3.8. *Comparación del análisis microbiológico de Coliformes y Escherichia Coli con la tesis de Zhindón-Calle realizada en el “Distrito Sur” de Cuenca.*

Tabla 14. Comparación del análisis microbiológico en el Centro Histórico y Distrito Sur.

Cultivos	Centro Histórico		Distrito Sur	
	E.coli	Co.	E.coli	Co.
Col	0	128	13	94
Brócoli	0	130	38	155,2
Lechuga de Hoja	0	132	38,6	366
Lechuga de Repollo	0	166	61,75	1922
TOTAL	0	556	151,35	2537,2

Fuente: Autoras, 2019.

3.3.8.1. *Interpretación de la comparación del Distrito Sur y el Centro Histórico de Cuenca.*

En la comparación de las instituciones educativas del distrito sur y el centro histórico se observa que en el distrito sur hay mayor cantidad de coliformes y presencia de E.coli, en las cuales las hortalizas de las especies de lechuga no son aptas para consumo humano, ya que según la norma microbiológica la cantidad de coliformes representa un valor muy numeroso para contar (MNPC), por el contrario en el Centro Histórico existió crecimiento de coliformes pero se encontraban por debajo de los límites permisibles, es decir; todas las especies son aptas para el consumo, en esta zona la Lechuga de repollo fue la especie de hortalizas en la cual se presentó mayor

crecimiento de coliformes con 166 UFC/g. de aquí se deduce que, aunque existió crecimiento la siembra en esta zona es una ventaja ya que garantiza la seguridad alimentaria.

4. ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO ATMOSFÉRICO. CASO DE ESTUDIO: HORTALIZAS VERSUS ORNAMENTALES.

4.1.MARCO TEÓRICO.

4.1.1. Plomo, características básicas.

Es un metal pesado, resistente a la corrosión, blando, su color es gris azulado, oscurece con rapidez con el aire, siendo su punto de ebullición de 1740 °C, emitiendo vapores a partir de los 550 °C. No es biodegradable (Klaassen, 2008).

Existen compuestos del plomo como el tetraetilo y el tetraetilo de plomo, los cuales se les conoce por su uso en las naftas como aditivos con el efecto antidetonante. Se conoce también el estearato de plomo, con usos como por ejemplo en la elaboración de algunos plásticos como el PVC (Burger & Pose, 2010).

El Pb, se considera un metal tóxico y se encuentra de forma natural, no puede ser degradado o disociado debido a que es un elemento básico. Las partículas de Pb se pueden dispersar por el viento y actividades antrópicas. Las partículas <10 ug, especialmente las <2.5 ug, cruzan las defensas del sistema respiratorio y entran en los pulmones (Astete, Cáceres, & Gastañaga, 2009).

Más del 95% del Pb actual que se encuentra en el ambiente es causado por actividades antrópicas (Burger & Pose, 2010).

4.1.2. Contaminación atmosférica causada por plomo.

Una investigación realizada en el año 2013, se encargó de evaluar la concentración de plomo atmosférico desde 1980 hasta el 2011. Los resultados fueron muy valiosos, ya que se encontró una considerable disminución de la concentración de Pb en el ambiente entre 1991 y 1999, esto se atribuyó a la legislación que reguló la

concentración máxima de plomo en el combustible; en el 2001 se observó una concentración menor debido a la prohibición por completo de presencia de plomo en la gasolina (Llop, Porta, Martínez, & X., 2012).

Un estudio realizado en Chile contempla como la principal fuente de emisión de plomo ha sido históricamente los vehículos de motos y las fuentes industriales. La conclusión de que las consecuencias en la salud respiratoria a causa de la contaminación atmosférica por contaminantes, entre ellos el plomo, es cada vez más evidenciada científicamente (Moshammer, Panholzer, Ulbing, & Udvarhelyi, 2018).

Los vehículos que circulan con gasolina, usando el antidetonante plomo tetraetílico, han aportado mucho a la contaminación ambiental generada por Pb. Entre los principales compuestos de plomo expulsados por los automóviles se tiene: $PbBrCl$, $PbBrCl \cdot 2PbO$, $PbCl_2$, $Pb(OH)Cl$, $PbBr_2$, $PbCl_2 \cdot 2PbO$, $Pb(OH)Br$, PbO_x , $PbCO_3$, $PbBr_2 \cdot 2PbO$ y $PbCO_3 \cdot 2PbO$ (Limo, 2003).

4.1.4. Contaminación por plomo en agricultura urbana.

Los cultivos en áreas urbanas son generadores de grandes beneficios, sin embargo, los sitios para practicar agricultura urbana no garantizan que los cultivos que se obtengan, sean libres de contaminación. La AU se encuentra expuesta a niveles considerables de contaminación, dentro de los cuales se consideran metales traza y contaminantes orgánicos (Sánchez H. , 2018).

La tasa de acumulación en las plantas depende de varios factores como la clase de vegetal y la concentración de los metales en el lugar que se cultive. Es de esta manera, que muchos autores indican que la elección de los lugares para cultivar hortalizas debe ser en base a algunos factores, para disminuir el riesgo de las especies en acumular metales pesados. Entre los factores se encuentran: barreras de edificios

entre las zonas de cultivo y las vías reduce de forma significativa el riesgo de contaminación (Reyes, Vergara, Torres, Díaz, & González, 2016).

Dentro de la incorporación de metales pesados por medio de deposición atmosférica en las plantas, se encuentran dos tipos: depósito en seco (absorción de gases o aerosoles por la cubierta de la planta en condiciones secas) y depósito húmedo (aporte de contaminantes arrastrados por lluvias, nieve, niebla y rocío, los cuales se depositan por gravedad sobre la parte superior de las hojas en las plantas. Se manifiesta una deposición atmosférica sobre plantas cuando existe una alta contaminación en las partes aéreas de las mismas y presencia de los metales en el suelo, lo que es indicativo que los contaminantes metálicos tienen como principal vía de acceso a las plantas la dispersión atmosférica de partículas generadas por las actividades industriales cercanas (Chicharro, 2010).

En la Habana, se realizó una investigación agricultura urbana que evidencia que practicar la misma en lugares próximos a actividades industriales, vertederos y avenidas de alto tráfico vehicular, en lugar de ayudar, tienen un alto riesgo para la salud, debido a que en los resultados se observó que el 16% de las muestras analizadas de hortalizas sobrepasaron los límites establecidos de metales en alimentos para consumo humano. En este estudio se reveló que de: Pb, Cd, Cu, Zn el plomo (Pb) fue el metal que mayor concentración presentaba, particularmente en zonas de alto tráfico vehicular (Olivares, García, Lima, Saborit, & Llizo, 2013).

4.1.5 Contaminación por plomo en agricultura urbana.

No existe una normativa establecida en Ecuador sobre la concentración máxima permisible de plomo en hortalizas. Sin embargo, al revisar varios estudios y normativas de otros países varios coinciden en un valor.

De acuerdo a los Reglamentos 466/2001 y 221/2002 de la Comisión, las concentraciones máximas admisibles en “hortalizas, excluidas del género *Brassica*, hortalizas de hoja y todas las setas cultivadas” es 0.1 mg/Kg (Rubio, Guitiérrez, Izquierdo, Revert, & Lozano, 2004).

En el año 2011 el JECFEA (El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos de Aditivos Alimentarios) estableció valores de ingesta diaria admisible de plomo, para adultos 0.02-3 ug/kg y en niños 0.03-9 ug/kg (Madueño, 2017).

4.2.MATERIALES Y MÉTODOS.

Para el análisis de plomo en hortalizas y ornamentales se requiere considerar las siguientes etapas: recolección de las muestras, secado, digestión, análisis de muestras en ICP; las mismas se describen en los siguientes apartados.

Para la preparación de la muestra, se requiere acondicionarla. La metodología se construye en base al protocolo establecido por (Mendoza, Marcó, Almao, & Rodríguez, 2014), que a su vez tomó información del manual de la FAO (FAO, 2008), la misma que indica que las muestras deben ser lavadas con agua de chorro para la eliminación de las impurezas, luego un enjuague con agua destilada; luego se dejan a escurrir y finalmente se colocan por 48 horas en la estufa con ventilación forzada a 65 °C, posteriormente se tritura las muestras con un mortero (Mendoza, Marcó, Almao, & Rodríguez, 2014).

En cuanto al proceso de digestión se aplicó la metodología planteada por el equipo CEM-MARS6, la misma que se describe en su manual: 0.5g de muestra con 10 mL de ácido nítrico (CEM., 2019).

Microwave Digestion of Plant Tissue

Procedure

Weigh 0.5 g of the sample into the digestion vessel. Add 10 mL of HNO₃. Gently swirl the mixture and wait approximately 15 minutes before closing the vessel.

Figura 10 Metodología para la digestión.

Fuente: (CEM., 2019)

4.2.1. *Recolección de las muestras.*

En esta etapa primeramente se procedió a determinar el número de muestras a tomar. En base al número de plantas (12 de cada especie por caja) y considerando dos situaciones: que se ya se tomó muestras para determinar *E.Coli*, coliformes y CO₂, y que existía la posibilidad de que alguna planta se dañe o no crezca; se decidió tomar dos muestras por especie. Las muestras desde ahora se las conoce de la siguiente manera:

Tabla 15 Nomenclaturas para análisis de plomo.

Especie	Luisa de Jesús Cordero.	María Auxiliadora.	Corazón de María.	Carlos Crespi.	Santa Mariana de Jesús.
Lechuga de hoja.	LJC-CO- LH (1 o 2). LJC-SO-LH (1 o 2).	SA-CO-LH (1 o 2). SA-SO-LH (1 o 2).	OB-CO-LH (1 o 2). OB-SO-LH (1 o 2).	CC-CO-LH (1 o 2). CC-SO-LH (1 o 2).	MA-CO- LH (1 o 2). MA-SO-LH (1 o 2).
Lechuga de repollo.	LJC-CO- LR (1 o 2). LJC-SO-LR (1 o 2).	SA-CO-LR (1 o 2). SA-SO-LR (1 o 2).	OB-CO-LR (1 o 2). OB-SO-LR (1 o 2).	CC-CO-LR (1 o 2). CC-SO-LR (1 o 2).	MA-CO- LR (1 o 2). MA-SO-LR (1 o 2).
Col.	LJC-CO-C (1 o 2). LJC-SO-C (1 o 2).	SA-CO-C (1 o 2). SA-SO-C (1 o 2).	OB-CO-C (1 o 2). OB-SO-C (1 o 2).	CC-CO-C (1 o 2). CC-SO-C (1 o 2).	MA-CO-C (1 o 2). MA-SO-C (1 o 2).
Brócoli.	LJC-CO-B (1 o 2). LJC-SO-B (1 o 2).	SA-CO-B (1 o 2). SA-SO-B (1 o 2).	OB-CO-B (1 o 2). OB-SO-B (1 o 2).	CC-CO-B (1 o 2). CC-SO-B (1 o 2).	MA-CO-B (1 o 2). MA-SO-B (1 o 2).
Lengua de suegra.	LJC-LS (1 o 2). LJC-AJ (1 o 2).	SA-LS (1 o 2). SA-AJ (1 o 2).	OB-LS (1 o 2). OB-AJ (1 o 2).	CC-LS (1 o 2). CC-AJ (1 o 2).	MA-LS (1 o 2). MA-AJ (1 o 2).

Fuente: Autoras, 2019.

Sabiendo que la primera nomenclatura indica las iniciales de la unidad educativa, la segunda nomenclatura es si pertenece a la caja con plantas ornamentales o sin plantas ornamentales, y la última es la inicial de la especie con el número de muestra.

Las muestras se tomaron de varias partes de la planta es decir hojas internas y también hojas externas que están más en contacto con el ambiente. Además es necesario recalcar que las mismas fueron colocadas en una funda con cierre hermético y llevadas directamente al laboratorio de Ciencias de la Vida de la Universidad Politécnica Salesiana.



Ilustración 39 Toma de muestras para análisis de plomo.

Fuente: Autoras, 2019.

4.2.2. *Secado de muestras.*

Esta etapa viene determinada por el equipo que se utilizó para la digestión previo al análisis de plomo. Siguiendo la metodología para poder utilizar el equipo de digestión, se procedió a quitar residuos de tierra de las especies vegetales y hacer caer un chorro pequeño de agua en cada una de las muestras, después agua destilada.



Ilustración 40 Pesado de 25 g por muestra.

Fuente: Autoras, 2019.

Una vez quitadas las impurezas de las muestra se procedió a escurrirlas, se colocaron 25 gramos de cada una sobre papel aluminio con su respectiva nomenclatura y se las llevó a la estufa a 70°C durante 48 horas para que las mismas logran secarse sin que la temperatura modifique la presencia o no de metales en las muestras.



Ilustración 41 Muestra después de 48 horas en la estufa.

Fuente: Autoras, 2019.

Luego de haber sacado las muestras de la estufa, se procedió a triturar las muestras con un mortero para llegar al diámetro de partícula que permita un adecuado

proceso de digestión. Cada muestra se colocó en una funda con cierre hermético para la siguiente etapa.



Ilustración 42 Trituración de muestras con mortero.

Fuente: Autoras, 2019.

4.2.3. *Digestión de muestras.*

Para la digestión de las muestras se utilizó el equipo CEM-MARS6 que proporciona un sistema microondas de digestión ácida.



Ilustración 43 Digestor CEM-MARS6 del Laboratorio de Ciencias de la Vida UPS.

Fuente: Autoras, 2019.

De acuerdo al método seleccionado en el equipo, se necesita una mezcla de 0.5g de muestra y 10 mL de ácido nítrico en cada tubo para el proceso de digestión.

Se procedió a pesar las muestras 0.5 gramos de cada una y se colocó en los tubos de digestión con sus etiquetas.



Ilustración 44 Pesado de muestras para proceso de digestión.

Fuente: Autores.

Enseguida se llevó a una cámara de flujo laminar los tubos, donde con una pipeta de 10 mL se tomó el ácido nítrico para colocarlo en cada tubo y se lo dejó actuar por 10 minutos.



Ilustración 45 Tubos con ácido nítrico y muestra listos para colocarse en el digestor.

Fuente: Autoras, 2019.

Posteriormente, se colocó tubo por tubo en la rueda que contiene las muestras y se incorporó al digestor, se dejó que el equipo haga su trabajo.

Mientras esto sucede, es necesario preparar la solución de ácido nítrico al 2% que será utilizada después.

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$

$$65\% * X_1 = 2\% * 1000mL$$

$$X_1 = 30.769mL \text{ de ácido de nítrico aforado con agua miliq}$$

Cuando las muestras salen, se debe esperar unos minutos para proceder a abrir los tubos dentro de la cámara de flujo laminar y dejar salir un vapor de coloración tomate (por el ácido nítrico).



Ilustración 46 Muestras después del proceso de digestión.

Fuente: Autoras, 2019.

Después se desocupó su contenido en balones de aforo colocando un embudo y papel filtro libre de metales.



Ilustración 47 Muestras colocadas en balones de aforo.

Fuente: Autoras, 2019.

Finalmente se aforó cada muestra con la solución de ácido nítrico al 2% anteriormente preparada y se colocó la muestra ya aforada en frascos y se refrigeró para reservar hasta el análisis de plomo.

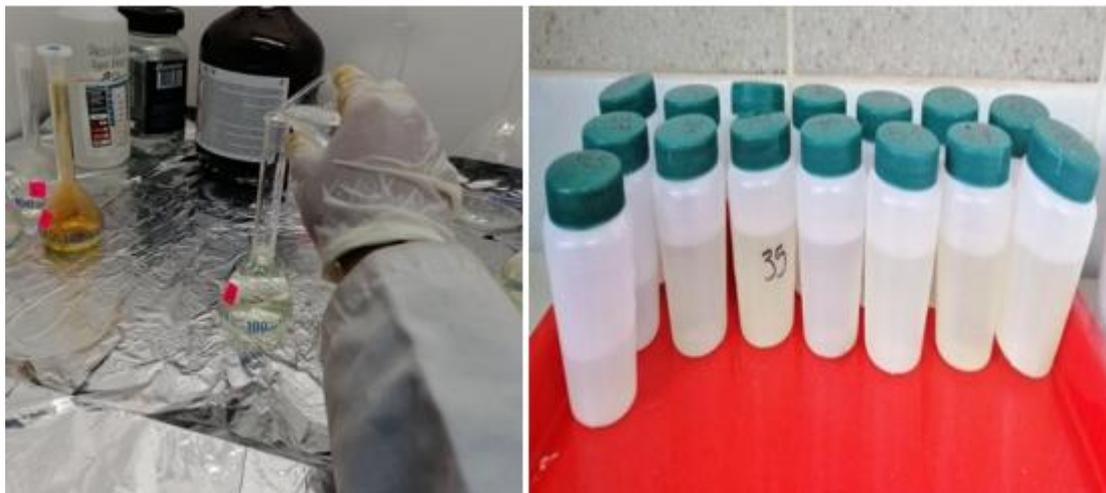


Ilustración 48 Muestra aforada y muestras listas para refrigerar.

Fuente: Autoras, 2019.

4.2.4 Análisis de muestras mediante ICP.

Para analizar el plomo se utilizó un equipo ICP con un software específico “QTEGRA”.

Antes de iniciar con el análisis de plomo en las muestras, fue necesario hacer una curva de calibración en base a información de estudios científicos similares a este para determinar el límite superior e inferior. Posteriormente se realizaron los cálculos para la preparación de los estándares, los mismos que sirvieron para dibujar la curva de calibración en el software del equipo una vez que éste verifique las concentraciones dadas.

Tabla 16 Estándares y concentraciones.

Estándar.	Concentración.
	Ppm.
1 (blanco).	0.
2.	0.015
3.	0.05
4.	0.15
5.	0.25
6.	0.5

Fuente: Autoras, 2019.

Estándar 6.

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$

$$1000ppm * V_1 = 0.5ppm * 100mL$$

$$V_1 = 0.05 \text{ ml de solución de plomo aforado con solución } HNO_3 2\%.$$

Estándar 5.

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$

$$0.5ppm * V_1 = 0.25ppm * 100mL$$

$V_1 = 50 \text{ mL}$ de solución de estándar 6 aforado con solución HNO_3 2%.

Estándar 4.

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$

$$0.25ppm * V_1 = 0.15pm * 100mL$$

$V_1 = 60 \text{ mL}$ de solución de estándar 5 aforado con solución HNO_3 2%.

Estándar 3.

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$

$$0.15ppm * V_1 = 0.05pm * 100mL$$

$V_1 = 33.33 \text{ mL}$ de solución de estándar 4 aforado con solución HNO_3 2%.

Estándar 2.

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$

$$0.05ppm * V_1 = 0.015pm * 100mL$$

$V_1 = 30 \text{ mL}$ de solución de estándar 3 aforado con solución HNO_3 2%.

Estándar 1.

Únicamente la solución de ácido nítrico al 2%.

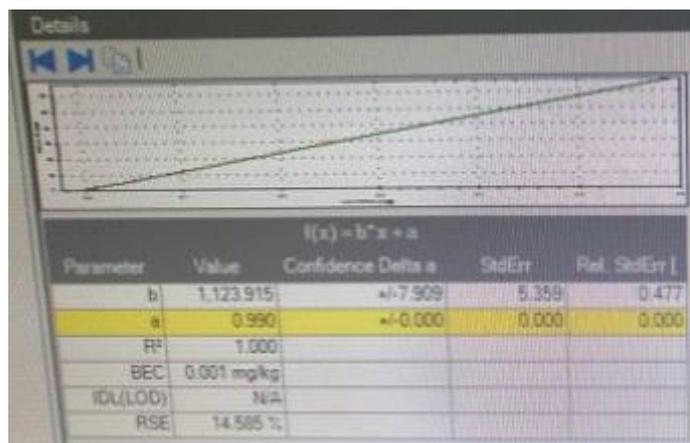


Ilustración 49 Curva de calibración de acuerdo al Software.

Fuente: Autoras, 2019.

Los datos fueron colocados en el software del equipo para poner a correr las muestras y obtener los resultados de concentración de plomo en hortalizas y ornamentales. Cabe recalcar que para mayor seguridad en los resultados 15 muestras se corrieron 3 veces y salieron los mismos valores. Además se indica que en total fueron 93 muestras evaluadas dentro de las cuales se incluyen: 1 muestra de papel filtro para comprobar que no tenía trazas de plomo, una muestra del ácido nítrico para verificar lo mismo y una muestra del sustrato utilizado en todos los huertos para comprobar de igual manera que inicialmente no tenía trazas de plomo.

4.3.RESULTADOS.

Dentro de los resultados de concentración de plomo en hortalizas y ornamentales se constató que ninguna muestra se encontraba dentro de los valores establecidos por la curva de calibración, es decir, estaban muy por debajo del límite inferior por lo que no existe plomo en hortalizas y ornamentales.

En las siguientes tablas se indican las concentraciones obtenidas por el equipo de cada institución educativa, y en el Anexo 3 se encuentra la hoja de resultados proporcionada por el software del equipo.

Tabla 17 Concentración de plomo en huerto de la Unidad Educativa Corazón de María.

UNIDAD EDUCATIVA CORAZÓN DE MARÍA.			
NOMENCLATURA.	N°	PESO	CONCENTRACIÓN
	MUESTRA	MUESTRA	(m/Kg).
	(EQUIPO).	SECA.	
OB-CO-C1	22	0,5078	-0,3537047
OB-CO-C2	1	0,5073	0,62966678
OB-CO-LH1	58	0,5029	-0,23204048
OB-CO-LH2	50	0,5031	-0,285873
OB-CO-LR1	45	0,5067	-0,18872691
OB-CO-LR2	53	0,5026	-0,33051107
OB-CO-B1	15	0,5016	-0,35215431
OB-CO-B2	61	0,5016	-0,18805936
OB-AJ1	28	0,5039	-0,24624192
OB-AJ2	34	0,5003	-0,56756631
OB-SO-C1	2	0,5041	-0,09528181
OB-SO-C2	32	0,5015	-0,25240409
OB-SO-LH1	27	0,5068	-0,2909483
OB-SO-LH2	55	0,5028	-0,47841829
OB-SO-LR1	37	0,5002	-0,47926093
OB-SO-LR2	56	0,503	-0,26495326
OB-SO-B1	20	0,5046	-0,18100506
OB-SO-B2	19	0,5002	-0,35462207

Fuente: Autoras, 2019.

Tabla 18 Concentración de plomo en huerto de la Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora.

UNIDAD EDUCATIVA SALESIANA MARÍA AUXILIADORA.			
NOMENCLATURA.	Nº	PESO	CONCENTRACIÓN
	MUESTRA	MUESTRA	(m/Kg).
	(EQUIPO).	SECA.	
SA-CO-C1	82	0,503	-0,25356635
SA-CO-C2	25	0,508	-0,42928866
SA-CO-LH1	57	0,5016	-0,48057725
SA-CO-LH2	10	0,5018	-0,6114445
SA-CO-LR1	68	0,5026	-0,21353761
SA-CO-LR2	43	0,5071	-0,58234871
SA-CO-B1	87	0,504	-0,16964327
SA-CO-B2	63	0,508	-0,06756619
SA-AJ1	84	0,5022	-0,26882631
SA-AJ2	86	0,5032	-0,2041673
SA-SO-C1	7	0,5035	-0,42876482
SA-SO-C2	12	0,5062	-0,26205736
SA-SO-LH1	39	0,5016	-0,23450781
SA-SO-LH2	67	0,502	-0,08506083
SA-SO-LR1	4	0,5047	-0,51073207
SA-SO-LR2	35	0,5001	-0,52654807
SA-SO-B1	41	0,5082	-0,17541118
SA-SO-B2	42	0,5036	-0,17455728

Fuente: Autoras, 2019.

Tabla 19 Concentración de plomo en huerto de la Unidad Educativa Luisa de Jesús Cordero.

UNIDAD EDUCATIVA LUISA DE JESÚS CORDERO.			
NOMENCLATURA.	Nº	PESO	CONCENTRACIÓN
	MUESTRA	MUESTRA	(m/Kg).
	(EQUIPO).	SECA.	
LJC-CO-C1	64	0,5028	-0,18224835
LJC-CO-C2	24	0,5016	-0,36532738
LJC-CO-LH1	38	0,5081	-0,25140507
LJC-CO-LH2	73	0,5051	-0,21699685
LJC-CO-LR1	3	0,5034	-0,19324395
LJC-CO-LR2	77	0,5076	-0,31900538
LJC-CO-B1	59	0,5015	-0,29456417
LJC-CO-B2	66	0,5003	-0,1199659
LJC-AJ1	14	0,5016	-0,47177248
LJC-AJ2	16	0,5023	-0,46826157
LJC-SO-C1	81	0,5079	-0,25163879
LJC-SO-C2	18	0,5044	-0,49717739
LJC-SO-LH1	72	0,5022	-0,1383592
LJC-SO-LH2	74	0,5029	-0,26484059
LJC-SO-LR1	76	0,5003	-0,29901584
LJC-SO-LR2	46	0,5015	-0,36464688
LJC-SO-B1	90	0,5045	-0,00157909
LJC-SO-B2	30	0,5072	-0,44111835

Fuente: Autoras, 2019.

Tabla 20 Concentración de plomo en huerto de la Unidad Educativa Luisa de Jesús
Cordero.

UNIDAD EDUCATIVA SANTA MARIANA DE JESÚS.			
NOMENCLATURA.	Nº	PESO	CONCENTRACIÓN
	MUESTRA	MUESTRA	(m/Kg).
	(EQUIPO).	SECA.	
MA-CO-C1	79	0,5058	-0,22751336
MA-CO-C2	5	0,5029	-0,40140299
MA-CO-LH1	75	0,502	-0,35544028
MA-CO-LH2	78	0,5023	-0,15013769
MA-CO-LR1	13	0,5001	-0,39896783
MA-CO-LR2	54	0,5011	-0,56727258
MA-CO-B1	62	0,5042	-0,55611486
MA-CO-B2	47	0,5019	-0,18564582
MA-AJ1	6	0,5088	-0,46495327
MA-AJ2	26	0,5071	-0,38791638
MA-SO-C1	33	0,5075	-0,34747855
MA-SO-C2	9	0,5036	-0,3774501
MA-SO-LH1	70	0,502	-0,18475221
MA-SO-LH2	85	0,5009	-0,15386001
MA-SO-LR1	71	0,5052	-0,16966667
MA-SO-LR2	44	0,5082	-0,24029108
MA-SO-B1	8	0,5062	-0,39289076
MA-SO-B2	83	0,5021	-0,18649556

Fuente: Autoras, 2019.

Tabla 21 Concentración de plomo en huerto de la Unidad Educativa Padre Carlos Crespi.

UNIDAD EDUCATIVA PADRE CARLOS CRESPI.			
NOMENCLATURA.	Nº	PESO	CONCENTRACIÓN
	MUESTRA	MUESTRA	(m/Kg).
	(EQUIPO).	SECA.	
CC-CO-C1	89	0,5037	-0,33905989
CC-CO-C2	90	0,5023	-0,00157909
CC-CO-LH1	69	0,5004	-0,30353292
CC-CO-LH2	23	0,5001	-0,11587394
CC-CO-LR1	60	0,5021	-0,20016829
CC-CO-LR2	65	0,5017	-0,19841629
CC-CO-B1	17	0,5064	-0,23501673
CC-CO-B2	48	0,5037	-0,36486898
CC-AJ1	86	0,5032	-0,2041673
CC-AJ2	80	0,5004	-0,18284562
CC-SO-C1	11	0,5072	-0,50846471
CC-SO-C2	29	0,5018	-0,30553416
CC-SO-LH1	51	0,5012	-0,15003825
CC-SO-LH2	52	0,5007	-0,39285319
CC-SO-LR1	42	0,5048	-0,17455728
CC-SO-LR2	36	0,5082	-0,18219002
CC-SO-B1	31	0,5068	-0,51147529
CC-SO-B2	49	0,5062	-0,43932252

Fuente: Autoras, 2019.

De acuerdo a todos los datos obtenidos, el resultado es que en las cinco instituciones educativas del Centro Histórico de Cuenca, los niveles de plomo se encuentran por debajo de las 0,005 mg/Kg, es decir, bajo los límites permisibles (EMOV, 2018).

Luego de estos resultados, y considerando que se propuso realizar una comparación con la tesis elaborada en cinco instituciones educativas en el distrito sur de Cuenca (Calle & Zhindón, 2018), en cuyo caso el nivel más bajo de plomo fue captado por brócoli en la Unidad Educativa Particular Borja (2.03mg/kg) y el nivel más alto captado por lechuga de hoja en la Unidad Educativa Técnico Salesiano (27.38 mg/kg). Cumpliendo con la comparación propuesta se indica que en las cinco instituciones educativas evaluadas en el Centro Histórico de Cuenca no se encuentran trazas de plomo, mientras que en las instituciones educativas evaluadas en el distrito sur si se encuentran concentraciones de plomo por encima de límites permisibles.

5. ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE CO₂. CASO DE ESTUDIO: HORTALIZAS VERSUS ORNAMENTALES.

5.1.MARCO TEÓRICO.

La Tierra experimenta diversos cambios por naturaleza, sin embargo; en las últimas décadas la intervención del hombre ha ocasionado un incremento desmedido de estos y su acción desmedida ha provocado un cambio excesivo en los procesos naturales del planeta, transformando las capas de la Tierra a velocidades superiores a las que con normalidad sucedían en la antigüedad. Los cambios en la precipitación y temperatura han sido motivo de investigación y existe en el sector que tiene que ver con la agricultura un interés particular por investigar y determinar, de qué manera ciertas especies de plantas pueden mitigar los resultados adversos del cambio climático y por tanto del calentamiento global. (Lau, Jarvis, & Ramirez, 2011)

5.1.2. Cambio climático.

El cambio climático se atribuye de manera directa o indirecta a las acciones que desempeña el ser humano, provocando alteraciones en la atmosfera y generando así: Aumento de la temperatura, Sequias e inundaciones, modificaciones en las precipitaciones, y aumento del nivel de mar causando el calentamiento del planeta. (IPCC, 2004)

(Zumba, 2018) Menciona que la humanidad comenzó a preocuparse por los fenómenos del cambio climático y por tal motivo se comenzó a formar una serie de reuniones, convenios, protocolos, etc., los cuales promueven la responsabilidad de disminuir los gases de efecto invernadero (GEI), en aquellos países que emiten mayor cantidad de estos, sin embargo, estos esfuerzos no han

sido suficientes y hoy en día el cambio climático se sigue considerando como un grave problema que existe a nivel mundial.

Según (Yepes & Silveira, 2011) “alteraciones en la composición atmosférica y el incremento de de CO₂ y otros gases provocan el calentamiento en la atmosfera”, las primeras investigaciones acerca del cambio climático y la concentración de CO₂ revelan un incremento en la concentración a un nivel del 6%. (Caldas, 2002)

5.1.3. Calentamiento Global.

El calentamiento global se produce por un aumento de la temperatura media del planeta y es ocasionado por un incremento en la concentración de los gases de efecto invernadero (GEI), la concentración de esto gases se ha incrementado desde el año de 1750 como se visualiza en la tabla 23.

Tabla 22. Variación en el contenido atmosférico de los gases de efecto invernadero.

Gas invernadero	Concentración	Concentración	Fuerza
	1750	1992	Irradiativa
CO2	280 ppmv	325 ppmv	1,56
CH4	0,8 ppmv	1,72 ppmv	0,5
N2O	275 ppbv	310 ppbv	0,1
CFC-11	0	280 pptv	(Siguiendo)
CFC-12	0	484 pptv	0,3 (Todos los CFCs)
HCFCs/HFCs	0	Sin datos	0,05
Ozono	Sin datos	Variable	0,2-0,6
Troposférico			
Ozono	Sin datos	300 unidad dobson	-0,1
Estratosférico			

Fuente: (Global, 1997)

5.1.4. Efecto invernadero y los gases de efecto invernadero (GEI).

El efecto invernadero es un fenómeno de la naturaleza que permite que la energía que llega a la Tierra se devuelva más lentamente ocasionando que esta se mantenga más tiempo cerca de la superficie y de esta manera se eleve la temperatura creándose así un ambiente ideal para la generación de vida. (Prim, 2011)

Se produce por un aumento en la concentración de gases: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxidos nitrosos (NO_x), clorofluorocarbonos (CFC), vapor de agua (H₂O) entre otros, su emisión aumento desde la Revolución industrial y

especialmente en los años 50 a causa de las acciones antropogénicas provocadas por el hombre. (Hernández, 2010).

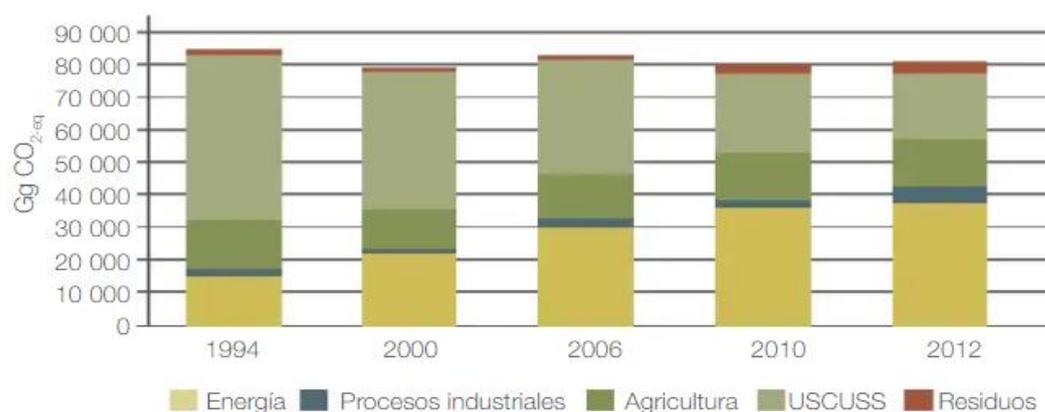
Según el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) Ecuador emitió a la atmósfera 80 627,16 Gg de CO_{2-eq}, el sector energético en el país representa el 46,06% de las emisiones de carbono, seguido por procesos industriales 5,67%, agricultura 18,17%, USCUSS 25,35% y residuos con el 4,19% este último es el sector que emite menor concentración de carbono (CO₂). ((MAE), 2017)

5.1.5. Ecuador frente a los gases de efecto invernadero.

Aunque el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el Ecuador es despreciable, como país se comprometió a llevar a cabo planes y acciones que permitan disminuir o frenar este problema global mediante el cambio de la matriz energética, conservación de bosques y disminución de la deforestación. ((MAE), 2012)

Según el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero existe una disminución de los GEI, reflejándose esta disminución en el valor de sus emisiones en el año 1994 con un rango máximo de 84 817,36 Gg de CO_{2-eq} y en el año 2000 con un rango mínimo de 79 252,71 Gg de CO_{2-eq}. ((MAE), 2017). Los valores de evolución en el transcurso de los años 1994-2012 se pueden observar en la figura 11

Figura 11. Tendencia de emisiones y absorciones serie 1994-2012.



Fuente: ((MAE), 2017)

En la figura se observa que a lo largo de los años los sectores que tiene una influencia mayor en las emisiones totales corresponden a Energía y USCUS (valor neto total resultante de las emisiones menos las absorciones). ((MAE), 2017)

5.1.6. Dióxido de carbono.

El dióxido de carbono formado y acumulado en la atmosfera se ha convertido en un problema a gran escala en la mayoría de los países subdesarrollados, a causa de que es el principal gas que contribuye al cambio climático global. (Sánchez C. , 2004)

Una parte de la contaminación generada por dióxido de carbono viene dada por el transporte. En la tabla a continuación se observa el volumen estimado de CO2 que produce cada medio de transporte.

Tabla 23. Equivalencias de CO2 emitido de acuerdo con el medio de transporte.

RECORRIDO MEDIO DE TRANSPORTE	CO₂ EMITIDO (GR)
Automóvil convencional	150
Autobús	30
Ferrocarril	35

Fuente: (Benito, 2016)

5.1.7. Ciclo del carbono.

El ciclo del carbono es un fenómeno de gran importancia debido a que: ayuda a la regulación del clima en la Tierra, a la producción de materia orgánica y contribuye al sostenimiento de la vida. El regreso de CO₂ a la atmosfera se produce en la etapa de la respiración, en el momento en el cual los seres vivos consiguen oxidar los alimentos, para posteriormente dar paso a la generación de dióxido de carbono (CO₂). (Carbó, 2013)

El ciclo del carbono se origina por el almacenamiento y la transferencia entre las capas de la Tierra (atmosfera, biósfera, litosfera) y los océanos. (Eurídice & Honorario, 2010). Para (Saugier & Pontailier, 2006) el ciclo del carbono ocurre en 4 etapas: fotosíntesis, respiración, combustión y descomposición como se visualiza en la figura 12.

60g/cm²/año, la tasa de captura de carbono depende de la especie. (Lwasa, y otros, 2015)

5.1.9. Casos de estudio: Análisis de la captura de co₂ en hortalizas y ornamentales Ciudad de Cuenca.

En investigaciones anteriores se ha realizado el análisis de la captura de CO₂ en hortalizas, tal es el caso de los autores (Galarza J. , 2017) y (Fernández, 2016) quienes realizaron estudios en la Universidad Politécnica Salesiana SEDE Cuenca y (Mora, 2017) autor que en uno de sus estudios analizó la captura de CO₂ en especies de hortalizas, además de realizar un análisis comparativo en el Centro Histórico y Universidad Politécnica Salesiana basándose en proyectos investigativos previamente experimentados en varias localidades de la ciudad.

En la actualidad (Calle & Zhindón, 2018) en su investigación analizaron la concentración de carbono en especies de: de: Brocoli (*Brassica oleracea*), Lechuga Híbrida (*Lactuca sativa v.capitata*), Lechuga de repollo (*Lactuca sativa v.romana*) y Col (*Brassica viridis*), en cinco instituciones educativas ubicadas en Cuenca-Sur, se basaron en la metodología realizada por (Osinaga, y otros, 2014), este método consiste en calcular la cantidad de carbono secuestrado por las hortalizas y ornamentales mediante el peso fresco y seco de las muestras tomadas.

(Calle & Zhindón, 2018) en sus análisis obtuvieron que la Lechuga de repollo con una concentración de 0,155 Tn/m² fue la especie con mayor captación de CO₂, esta especie según los autores puede ser considerada como óptima para mitigar el problema mundial del efecto invernadero.

5.2. MATERIALES Y MÉTODOS.

5.2.1. Captura de Carbono.

Para el análisis de la concentración de CO₂ se basó en el método expuesto por (Osinaga, y otros, 2014) para ello se tomaron 3 muestras de cada especie en cada institución educativa colocadas en fundas de cierre hermético para evitar contaminación, posteriormente las muestras fueron trasladadas al laboratorio Ciencias de la Vida de la Universidad Politécnica Salesiana- SEDE Cuenca. La técnica se describe a continuación.

5.2.2. Preparación de la técnica.

1. Cosechar las hortalizas con la raíz y pesar, esto es equivalente al peso fresco de la muestra.
2. De la muestra inicial tomar 20 gr y pesar en la balanza del laboratorio Ciencias de la Vida SEDE-Cuenca



Ilustración 50. Peso Fresco de la submuestra.

Fuente: Autoras, 2019.

3. Trasladar las muestras pesadas de cada institución educativa a la estufa para su secado a una temperatura de 60 ° C en un periodo 24 horas.



Ilustración 51. Secado de Muestras en la estufa a 60 ° C.

Fuente: Autoras, 2019.



Ilustración 52. Peso seco de la submuestra.

Fuente. Autoras, 2019.

4. Mediante la fórmula propuesta por la metodología de (Osinaga, et al., 2014) calcular la cantidad de carbono secuestrado utilizando la siguiente ecuación:

$$B = \frac{PF_s}{PS_s} * PF_m$$

Donde:

B: biomasa (Kg).

PFm: Peso fresco de la muestra (Kg).

PFs: peso fresco de la submuestra (Kg).

PSs: Peso seco de la submuestra (Kg).

5. Contenido de carbono.

Según (Osinaga, y otros, 2014) para calcular el contenido de carbono se multiplica la biomasa por el factor 0,5 debido a que el 50% de la biomasa vegetal corresponde al contenido de carbono.

$$CC = B * CF$$

Donde:

CC: Contenido De carbono en la muestra de la vegetación no arbórea kg C

CF: Fracción de Carbono = 0.5

6. Cantidad de CO2 secuestrado.

Datos del IPCC indican que aproximadamente 1 tonelada de C es igual a 3.67 toneladas de CO2 y para poder determinar la cantidad de CO2 secuestrado se procede a utilizar una ecuación que viene dada por la bibliografía. (Landeta, 2009)

$$CO = Kr * CC$$

Kr: factor de conversión 3.67

CC: Cantidad de carbono.

5.3.RESULTADOS.

Los resultados de concentración de carbono se encuentran representados en tres tablas las cuales nos proporcionan la siguiente información: la concentración de carbono en las cajas sembradas con hortalizas y ornamentales, concentración de carbono en las cajas sembradas con hortalizas sin ornamentales y concentración de carbono en ornamentales (Lengua de Suegra), todas estas tablas divididas para cada institución educativa, en las cuales se puede interpretar con facilidad la especie,

nomenclatura y la concentración que dio como resultado del uso de las fórmulas explicadas en la metodología.

Cada tabla está representada por un gráfico para su mayor comprensión todo esto con el objetivo de finalmente realizar la comparación con la tesis de (Calle & Zhindón, 2018).

5.3.1. Captura de CO₂ en la Unidad Educativa Particular “Corazón de María”.

Tabla 24. Captura de CO₂ por las hortalizas con ornamentales en la Unidad Educativa Particular "Corazón de María".

Cultivo	Nombre Científico.	Codificación	Repetición	PFs (Kg)	Pss (Kg)	PFm (Kg)	B. (Kg)	tnC/m ²	TnCO ₂ /m ²
		CMR1Col	1	0,02	0,0022	0,001 3	4,61	0,00231	0,008459
Col híbrida	<i>Brassica Viridis</i>	CMR2Col	2	0,02	0,0022	0,001 7	3,76	0,00188000	0,006900
		CMR3Col	3	0,02	0,0022	0,001 4	4,14	0,00207000	0,007597
		CMR1Br	1	0,02	0,0032	0,001 1	5,45	0,00000055	0,000002
Brócoli	<i>Brassica Oleracea Itálica</i>	CMR2Br	2	0,02	0,0033	0,001 2	5,5	0,00000060	0,000002
		CMR3Br	3	0,02	0,0033	0,001 4	4,42	0,00000070	0,000003
		CMR1LH	1	0,02	0,0012	0,006 1	0,8	0,00000305	0,000011
Lechuga de Hoja	<i>Lactuca Sativa Var. Crispa</i>	CMR2LH	2	0,02	0,0016	0,006 2	1,61	0,00000310	0,000011
		CMR3LH	3	0,02	0,0013	0,006 4	1,78	0,00000320	0,000012
		CMR1LR	1	0,02	0,0016	0,001 2	8,83	0,00000060	0,000002
Lechuga de repollo	<i>Lactuca Sativa Var. Capitata</i>	CMR2LR	2	0,02	0,0013	0,001 4	7,85	0,00000070	0,000003
		CMR3LR	3	0,02	0,0017	0,001 6	8	0,00000080	0,000003
TOTAL, tn CO₂ CAPTURADO									0,0230

Fuente: Autoras, 2019.

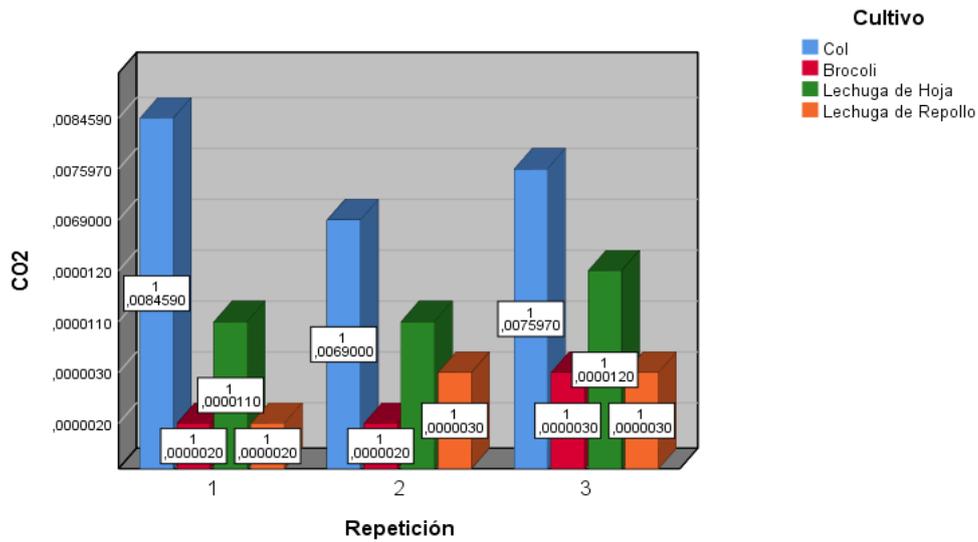


Figura 13. Captura de CO2 en hortalizas con ornamentales.

Fuente: Autoras, 2019.

Tabla 25. Captura de CO2 en ornamentales en "Corazón de María"

Cultivo	Nombre Científico	Codificación	Repetición	PFs (Kg)	Pss (Kg)	PF m (Kg)	B. (Kg)	tnC/m ²	TnCO ₂ /m ²
Lengua de Suegra	Sanseveiria	CMR1LS	1	0,02	0,00177	0,68	7,6836	0,003841808	0,0141
		CMR2LS	2	0,02	0,00176	0,69	7,8409	0,003920455	0,0144
		CMR3LS	3	0,02	0,00177	0,71	8,0226	0,004011299	0,0147
TOTAL tn CO2 CAPTURADO									0,0432

Fuente: Autores

Tabla 26. Captura de CO2 por las hortalizas sin ornamentales en la Unidad Educativa
Particular "Corazón de María".

Cultivo	Nombre Científico.	Codificación	Repetición	PFs (Kg)	Pss (Kg)	PF m (Kg)	B. (Kg)	tnC/m ²	TnCO ₂ /m ²
Col híbrida	<i>Brassica Viridis</i>	CMR1Col	1	0,02	0,002 ₂	0,33	3,00	0,0015	0,0055
		CMR2Col	2	0,02	0,002 ₂	0,32	2,91	0,00145	0,0053
		CMR3Col	3	0,02	0,002 ₂	0,29	2,64	0,00131	0,0048
Brócoli	<i>Brassica Oleracea Itálica</i>	CMR1Br	1	0,02	0,003 ₂	0,3	1,88	0,00093	0,0034
		CMR2Br	2	0,02	0,003 ₃	0,28	1,69	0,000848	0,0031
		CMR3Br	3	0,02	0,003 ₃	0,3	1,82	0,00090	0,0033
Lechuga de Hoja	<i>Lactuca Sativa Var. Crispa</i>	CMR1LH	1	0,02	0,001 ₂	0,5	8,33	0,00416	0,0153
		CMR2LH	2	0,02	0,001 ₆	0,62	7,75	0,003875	0,0142
		CMR3LH	3	0,02	0,001 ₃	0,55	8,46	0,00423	0,0155
Lechuga de repollo	<i>Lactuca Sativa Var. Capitata</i>	CMR1LR	1	0,02	0,001 ₆	0,61	7,63	0,00381	0,0140
		CMR2LR	2	0,02	0,001 ₃	0,58	8,92	0,00446	0,0164
		CMR3LR	3	0,02	0,001 ₇	0,63	7,41	0,00370	0,0136
TOTAL, tn CO2 CAPTURADO									0,1146

Fuente: Autoras, 2019.

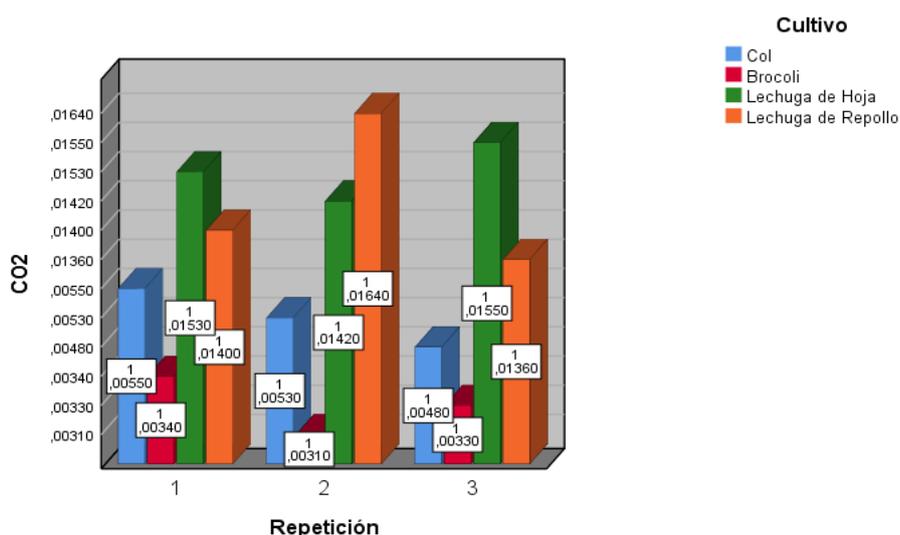


Figura 14. Captura de CO₂ por las hortalizas sin ornamentales en "Corazón de María"

Fuente: Autoras, 2019.

5.3.2. Captura de CO₂ en la Unidad Educativa Salesiana "María Auxiliadora".

Tabla 27. Captura de CO₂ en hortalizas con ornamentales en la Unidad Educativa Salesiana "María Auxiliadora"

Cultivo	Nombre Científico	Codificación	Repetición	PFs (Kg)	PFs (Kg)	PFm (Kg)	B. (Kg)	tnC/m ²	TnCO ₂ /m ²	
Col híbrida	<i>Brassica Viridis</i>	MAR1Col	1	0,02	0,0327	0,3	0,18	9,17431E-05	0,0003	
		MAR2Col	2	0,02	0,0324	0,33	0,20		0,0001	0,0004
		MAR3Col	3	0,02	0,0328	0,35	0,21		0,0001	0,0004
Brócoli	<i>Brassica Oleracea Itálica</i>	MAR1Br	1	0,02	0,0019	0,3	3,16	0,0016	0,0058	
		MAR2Br	2	0,02	0,0015	0,26	3,47	0,0017	0,0064	
		MAR3Br	3	0,02	0,0017	0,28	3,29	0,0016	0,0060	
Lechuga de Hoja	<i>Lactuca Sativa Var. Crispa</i>	MAR1LH	1	0,02	0,0143	0,55	0,77	0,0004	0,0014	
		MAR2LH	2	0,02	0,0142	0,53	0,74	0,0004	0,0014	
		MAR3LH	3	0,02	0,0146	0,57	0,78	0,0004	0,0014	
Lechuga de repollo	<i>Lactuca Sativa Var. Capitata</i>	MAR1LR	1	0,02	0,0116	0,64	1,10	0,0006	0,0020	
		MAR2LR	2	0,02	0,0112	0,6	1,07	0,0005	0,0020	
		MAR3LR	3	0,02	0,0115	0,67	1,17	0,0006	0,0021	
TOTAL tn CO₂ CAPTURADO									0,0296	

Fuente: Autoras, 2019.

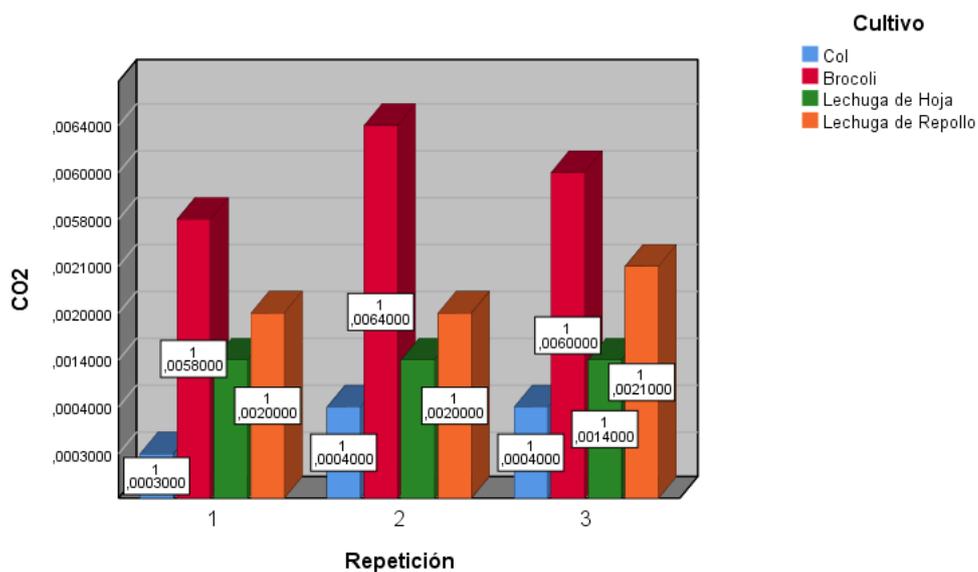


Figura 15. Captura de CO2 en hortalizas con ornamentales en "María Auxiliadora"

Fuente: Autoras, 2019.

Tabla 28. Captura de CO2 en ornamentales en "María Auxiliadora".

Cultivo	Nombre Científico	Codificación	Repetición	PFs (Kg)	PFs (Kg)	PF m (Kg)	B. (Kg)	tnC/m ²	TnCO ₂ /m ²
Lengua de Suegra	Sanseveiria	MAR1LS	1	0,02	0,001775	0,72	8,1127	0,004056338	0,0149
		MAR2LS	2	0,02	0,001774	0,74	8,3427	0,004171364	0,0153
		MAR3LS	3	0,02	0,001773	0,69	7,7834	0,003891709	0,0143
TOTAL tn CO2 CAPTURADO									0,0445

Fuente: Autoras, 2019.

Tabla 29. Captura de CO2 por las hortalizas sin ornamentales en la Unidad Educativa Salesianas "María Auxiliadora".

Cultivo	Nombre Científico.	Codificación	Repetición	PFs (Kg)	Pss (Kg)	PFm (Kg)	B. (Kg)	tnC/m ²	TnCO ₂ /m ²
Col híbrida	<i>Brassica Viridis</i>	MAR1Col	1	0,02	0,0015	0,33	4,40	0,0022	0,0081
		MAR2Col	2	0,02	0,0017	0,3	3,52	0,0018	0,0065
		MAR3Col	3	0,02	0,0014	0,32	4,57	0,0023	0,0084
Brócoli	<i>Brassica Oleracea Itálica</i>	MAR1Br	1	0,02	0,0062	0,29	0,94	0,0005	0,0017
		MAR2Br	2	0,02	0,0064	0,3	0,94	0,0005	0,0017
		MAR3Br	3	0,02	0,0067	0,28	0,84	0,0004	0,0015
Lechuga a de Hoja	<i>Lactuta Sativa Var. Crispa</i>	MAR1LH	1	0,02	0,0156	0,58	0,74	0,0004	0,0014
		MAR2LH	2	0,02	0,0157	0,64	0,82	0,0004	0,0015
		MAR3LH	3	0,02	0,0157	0,66	0,84	0,0004	0,0015
Lechuga a de repollo	<i>Lactuta Sativa Var. Capitata</i>	MAR1LR	1	0,02	0,01356	0,61	0,89	0,0004	0,0017
		MAR2LR	2	0,02	0,0133	0,58	0,87	0,0004	0,0016
		MAR3LR	3	0,02	0,0135	0,64	0,95	0,0005	0,0017

TOTAL tn CO2 CAPTURADO

0,0373

Fuente: Autores

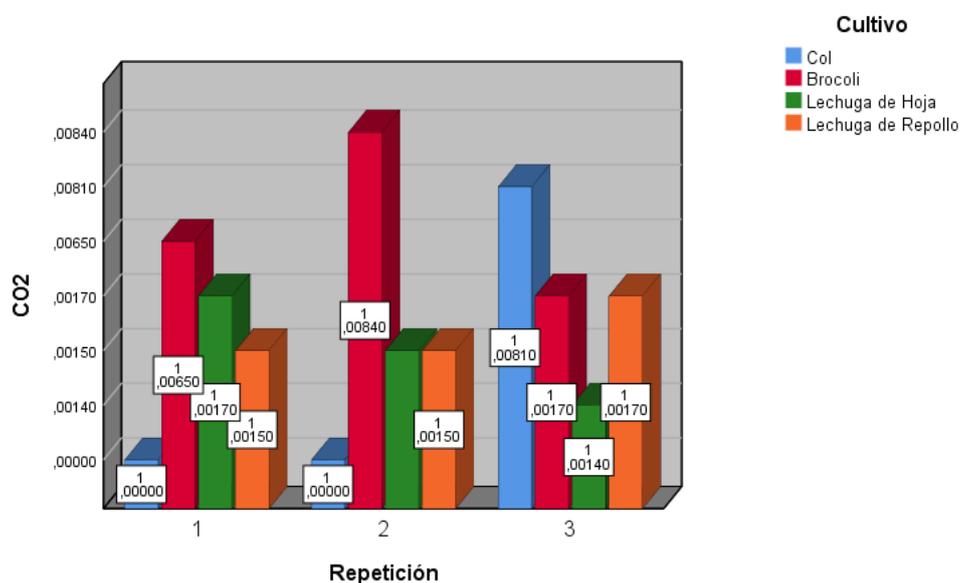


Figura 16. Captura de CO2 por las hortalizas sin ornamentales en "María Auxiliadora"

Fuente: Autoras, 2019.

5.3.3. Captura de CO₂ en la Unidad Educativa "Luisa de Jesús Cordero".

Tabla 30. Captura de CO₂ en las hortalizas con ornamentales en la Unidad Educativa "Luisa de Jesús Cordero".

Cultivo	Nombre Científico	Codificación	Repetición	PFs (Kg)	Pss (Kg)	PFm (Kg)	B. (Kg)	tnC/m ²	TnCO ₂ /m ²
Col híbrida	<i>Brassica Viridis</i>	LJCR1Col	1	0,02	0,0041	0,34	1,66	0,0008	0,0030
		LJCR2Col	2	0,02	0,0042	0,35	1,66	0,0008	0,0031
		LJCR3Col	3	0,02	0,0044	0,3	1,36	0,0007	0,0025
Brócoli	<i>Brassica Oleracea Itálica</i>	LJCR1Br	1	0,02	0,0062	0,28	0,90	0,0005	0,0017
		LJCR2Br	2	0,02	0,0065	0,29	0,89	0,0004	0,0016
		LJCR3Br	3	0,02	0,0067	0,24	0,72	0,0004	0,0013
Lechuga de Hoja	<i>Lactuca Sativa Var. Crispa</i>	LJCR1LH	1	0,02	0,0168	0,57	0,68	0,0003	0,0012
		LJCR2LH	2	0,02	0,0165	0,58	0,70	0,0004	0,0013
		LJCR3LH	3	0,02	0,0167	0,55	0,66	0,0003	0,0012
Lechuga de repollo	<i>Lactuca Sativa Var. Capitata</i>	LJCR1LR	1	0,02	0,0173	0,71	0,82	0,0004	0,0015
		LJCR2LR	2	0,02	0,0175	0,62	0,71	0,0004	0,0013
		LJCR3LR	3	0,02	0,0174	0,63	0,72	0,0004	0,0013
TOTAL tn CO2 CAPTURADO								0,0211	

Fuente: Autoras, 2019.

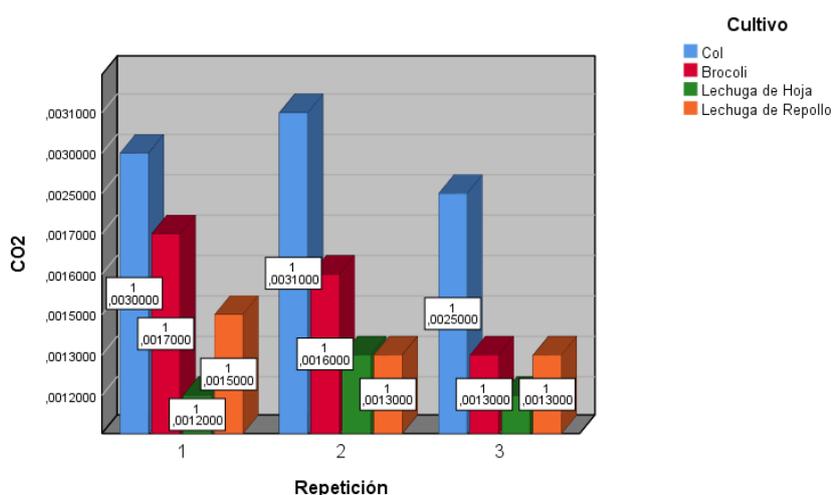


Figura 17. Captura de CO₂ en hortalizas con ornamentales en "Luisa de Jesús Cordero"

Fuente: Autores.

Tabla 31. Captura de CO2 en Ornamentales en "Luisa de Jesús Cordero"

Cultivo	Nombre Científico.	Codificación	Repetición	PFs (Kg)	Pss (Kg)	PFm (Kg)	B. (Kg)	tnC/m ²	TnCO ₂ /m ²
Lengua de Suegra	Sanseveira	MAR1LS	1	0,02	0,001756	0,75	8,542	0,0042	0,0157
		MAR2LS	2	0,02	0,001756	0,76	8,65	0,0043	0,0159
		MAR3LS	3	0,02	0,001756	0,8	9,11	0,0045	0,0167
TOTAL tn CO2 CAPTURADO									0,0483

Fuente: Autoras, 2019.

Tabla 32. Captura de CO2 en hortalizas sin ornamentales en la Unidad Educativa "Luisa de Jesús Cordero".

Cultivo	Nombre Científico.	Codificación	Repetición	PFs (Kg)	Pss (Kg)	PFm (Kg)	B. (Kg)	tnC/m ²	TnCO ₂ /m ²
Col híbrida	<i>Brassica Viridis</i>	LJCR1Co 1	1	0,0 2	0,003 5	0,35	2,00	0,001	0,0037
		LJCR2Co 1	2	0,0 2	0,003 4	0,3	1,76	0,0009	0,0032
		LJCR3Co 1	3	0,0 2	0,003 6	0,34	1,89	0,0009	0,0035
Brócoli	<i>Brassica Oleracea Itálica</i>	LJCR1Br	1	0,0 2	0,001 2	0,3	5,00	0,0025	0,0092
		LJCR2Br	2	0,0 2	0,001 3	0,28	4,31	0,0022	0,0079
		LJCR3Br	3	0,0 2	0,001 4	0,3	4,29	0,0021	0,0079
Lechuga de Hoja	<i>Lactuca Sativa Var. Crispa</i>	LJCR1L H	1	0,0 2	0,019 1	0,5	0,52	0,0003	0,0010
		LJCR2L H	2	0,0 2	0,019 4	0,62	0,64	0,0003	0,0012
		LJCR3L H	3	0,0 2	0,019 2	0,55	0,57	0,0003	0,0011
Lechuga de repollo	<i>Lactuca Sativa Var. Capitata</i>	LJCR1L R	1	0,0 2	0,017 5	0,61	0,69	0,0003	0,0013
		LJCR2L R	2	0,0 2	0,017 6	0,57	0,65	0,0003	0,0012
		LJCR3L R	3	0,0 2	0,017 7	0,66	0,75	0,0004	0,0014
TOTAL tn CO2 CAPTURADO									0,0423

Fuente: Autoras, 2019.

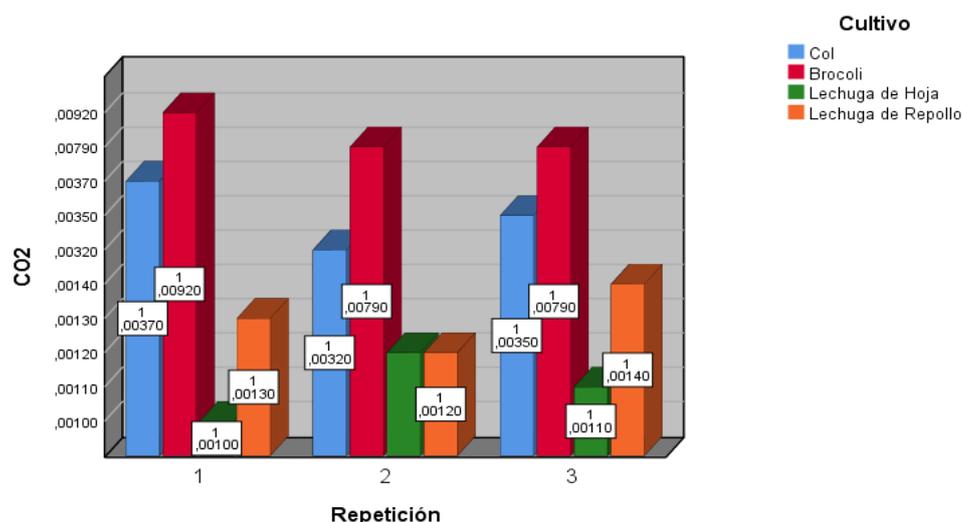


Figura 18. Captura de CO₂ en hortalizas sin ornamentales en "Luisa de Jesús Cordero"

Fuente: Autoras, 2019.

5.3.4. Captura de CO₂ en la Unidad Educativa "Santa Mariana de Jesús".

Tabla 33. Captura de CO₂ en hortalizas con Ornamentales en la Unidad Educativa

"Santa Mariana de Jesús".

Fuente: Autores

Cultivo	Nombre Científico	Codificación	Repetición	PFs (Kg)	Pss (Kg)	PF m (Kg)	B. (Kg)	tnC/m ²	TnCO ₂ /m ²
Col híbrida	<i>Brassica</i>	SMJR1Col	1	0,02	0,0139	0,35	0,50	0,0002517	0,0009
	<i>Viridis</i>	SMJR2Col	2	0,02	0,0137	0,36	0,53	0,0003	0,0010
		SMJR3Col	3	0,02	0,0135	0,38	0,56	0,0003	0,0010
Brócoli	<i>Brassica</i>	SMJR1Br	1	0,02	0,0074	0,3	0,81	0,0004	0,0015
	<i>Oleracea</i>	SMJR2Br	2	0,02	0,0072	0,33	0,92	0,0005	0,0017
	<i>Itálica</i>	SMJR3Br	3	0,02	0,0076	0,24	0,63	0,0003	0,0012
Lechuga de Hoja	<i>Lactuta</i>	SMJR1LH	1	0,02	0,0105	0,56	1,07	0,0005	0,0020
	<i>Sativa</i>	SMJR2LH	2	0,02	0,0108	0,54	1,00	0,0005	0,0018
	<i>Var. Crispa</i>	SMJR3LH	3	0,02	0,0102	0,5	0,98	0,0005	0,0018
Lechuga de repollo	<i>Lactuta</i>	SMJR1LR	1	0,02	0,0149	0,65	0,87	0,0004	0,0016
	<i>Sativa</i>	SMJR2LR	2	0,02	0,0146	0,6	0,82	0,0004	0,0015
	<i>Var. Capitata</i>	SMJR3LR	3	0,02	0,0148	0,62	0,83	0,0004	0,0015
TOTAL tn CO2 CAPTURADO								0,0175	

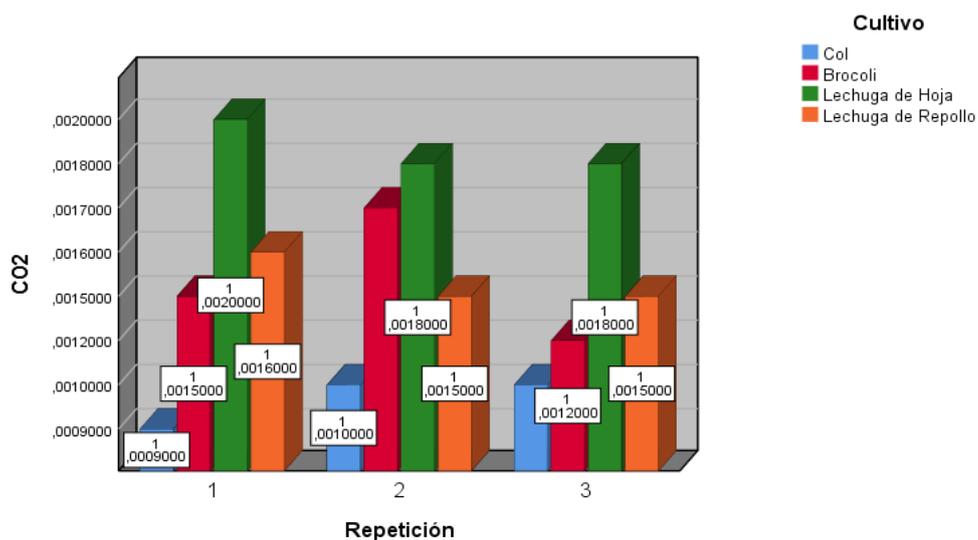


Figura 19. Captura de CO2 en hortalizas con ornamentales en "Santa Mariana de Jesús"

Fuente: Autoras, 2019.

Tabla 34. Captura de CO2 en ornamentales en "Santa Mariana de Jesús".

Cultivo	Nombre Científico	Codificación	Repetición	PFs (Kg)	Pss (Kg)	PF m (Kg)	B. (Kg)	tnC/m ²	TnCO ₂ /m ²
Lengua de Suegra	<i>Sanseveiria</i>	MAR1LS	1	0,02	0,001775	0,78	8,7887	0,004394366	0,0161
		MAR2LS	2	0,02	0,001772	0,81	9,1422	0,004571106	0,0168
		MAR3LS	3	0,02	0,001775	0,79	8,9014	0,004450704	0,0163
TOTAL tn CO2 CAPTURADO									0,0492

Fuente: Autoras, 2019.

Tabla 35. Captura de CO2 en hortalizas sin ornamentales en la Unidad Educativa

"Santa Mariana de Jesús".

Cultivo	Nombre Científico.	Codificación	Repetición	PFs (Kg)	Pss (Kg)	PFm (Kg)	B. (Kg)	tnC/m ²	TnCO ₂ /m ²
Col híbrida	<i>Brassica</i>	SMJR1Col	1	0,02	0,015	0,35	0,47	0,00023333	0,0009
	<i>Viridis</i>	SMJR2Col	2	0,02	0,016	0,36	0,45	0,0002	0,0008
		SMJR3Col	3	0,02	0,018	0,3	0,33	0,0002	0,0006
Brócoli	<i>Brassica</i>	SMJR1Br	1	0,02	0,011 4	0,29	0,51	0,0003	0,0009
	<i>Oleracea</i>	SMJR2Br	2	0,02	0,011 6	0,27	0,47	0,0002	0,0009
	<i>Itálica</i>	SMJR3Br	3	0,02	0,011 8	0,3	0,51	0,0003	0,0009
Lechuga de Hoja	<i>Lactuta</i>	SMJR1LH	1	0,02	0,003 7	0,58	3,14	0,0016	0,0058
	<i>Sativa</i>	SMJR2LH	2	0,02	0,003 5	0,66	3,77	0,0019	0,0069
	<i>Var.</i>	SMJR3LH	3	0,02	0,003 8	0,6	3,16	0,0016	0,0058
Lechuga de repollo	<i>Crispa</i>	SMJR1LR	1	0,02	0,009 8	0,61	1,24	0,0006	0,0023
	<i>Lactuta</i>	SMJR2LR	2	0,02	0,009 6	0,65	1,35	0,0007	0,0025
	<i>Sativa</i>	SMJR3LR	3	0,02	0,009 9	0,62	1,25	0,0006	0,0023
TOTAL tn CO2 CAPTURADO									0,0306

Fuente: Autoras, 2019.

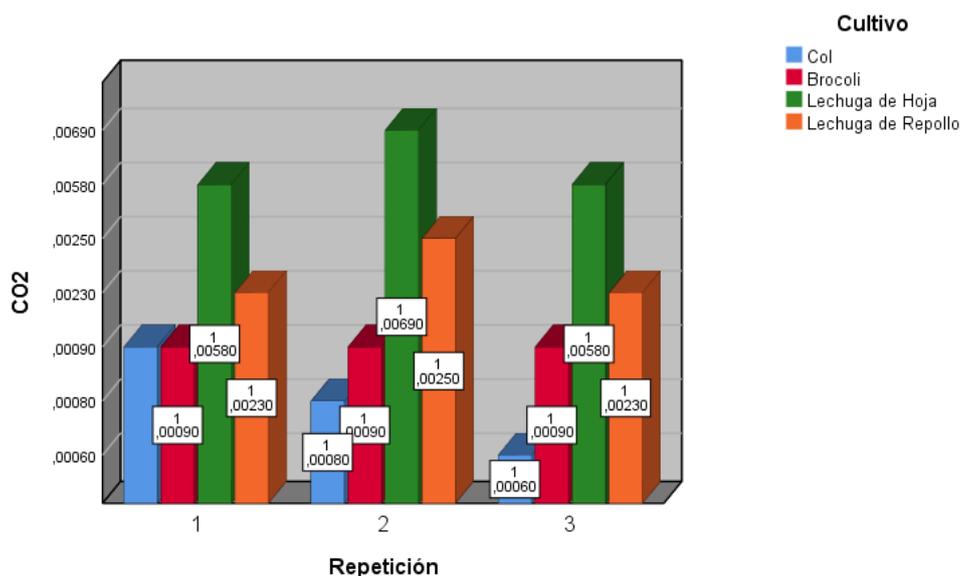


Figura 20. Captura de CO₂ en hortalizas sin ornamentales en "Santa Mariana de Jesús"

Fuente: Autoras, 2019.

5.3.5. *Captura de CO₂ en la Escuela de Educación Básica Fiscomisional "Padre Carlos Crespi".*

Tabla 36. Captura de CO₂ en hortalizas con ornamentales en la Escuela de Educación Básica Fiscomisional "Padre Carlos Crespi"

Cultivo	Nombre Científico.	Codificación	Repetición	PFs (Kg)	Pss (Kg)	PFm (Kg)	B. (Kg)	tnC/m ²	TnCO ₂ /m ²
Col híbrida	<i>Brassica Viridis</i>	PCCR1Col	1	0,02	0,0011	0,3	5,45	0,002727273	0,0100
		PCCR2Col	2	0,02	0,0012	0,33	5,50	0,0028	0,0101
		PCCR3Col	3	0,02	0,0011	0,3	5,45	0,0027	0,0100
Brócoli	<i>Brassica Oleracea Itálica</i>	PCCR1Br	1	0,02	0,0013	0,33	5,08	0,0025	0,0093
		PCCR2Br	2	0,02	0,0015	0,24	3,20	0,0016	0,0059
		PCCR3Br	3	0,02	0,0014	0,29	4,14	0,0021	0,0076
Lechuga de Hoja	<i>Lactuca Sativa Var. Crispa</i>	PCCR1LH	1	0,02	0,0014	0,54	7,71	0,0039	0,0142
		PCCR2LH	2	0,02	0,0016	0,55	6,87	0,0034	0,0126
		PCCR3LH	3	0,02	0,0013	0,59	9,08	0,0045	0,0167
Lechuga de repollo	<i>Lactuca Sativa Var. Capitata</i>	PCCR1LR	1	0,02	0,0004	0,6	30,00	0,0150	0,0551
		PCCR2LR	2	0,02	0,0004	0,61	30,50	0,0153	0,0560
		PCCR3LR	3	0,02	0,0004	0,62	31,00	0,0155	0,0569
TOTAL tn CO2 CAPTURADO									0,2642

Fuente: Autoras, 2019.

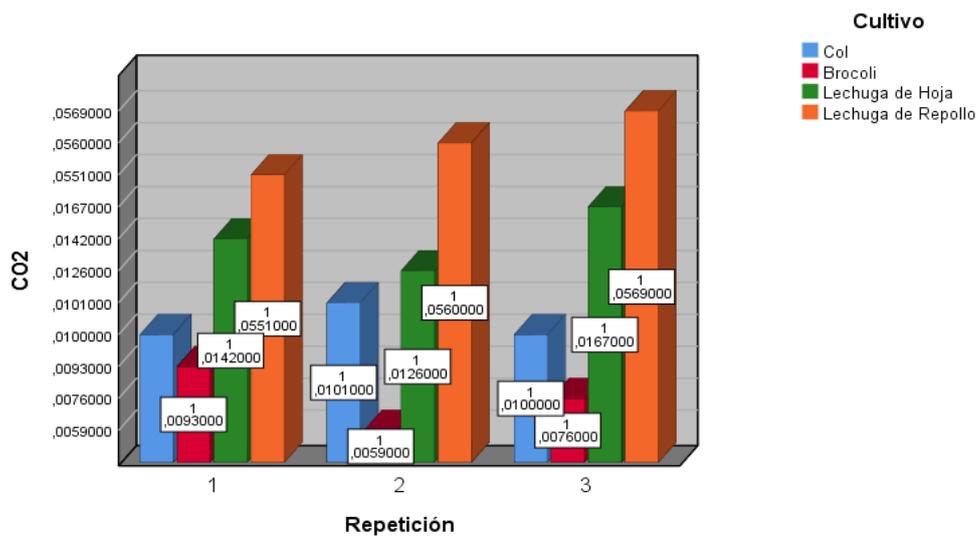


Figura 21. Captura de CO2 en hortalizas con ornamentales en "Padre Carlos Crespi".

Fuente: Autoras, 2019.

Tabla 37. Captura de CO2 en ornamentales en "Padre Carlos Crespi"

Cultivo	Nombre Científico	Codificación	Repetición	PFs (Kg)	Pss (Kg)	PF m (Kg)	B. (Kg)	tnC/m ²	TnCO ₂ /m ²
Lengua de Suegra	<i>Sansevieria</i>	MAR1LS	1	0,02	0,001639	0,61	7,4436	0,003721782	0,0137
		MAR2LS	2	0,02	0,001637	0,65	7,9414	0,003970678	0,0146
		MAR3LS	3	0,02	0,001639	0,67	8,1757	0,004087858	0,0150
TOTAL tn CO2 CAPTURADO									0,0432

Fuente: Autores

Tabla 38. Captura de CO2 en hortalizas sin ornamentales en la Escuela de Educación Básica Fiscomisional "Padre Carlos Crespi".

Cultivo	Nombre Científico	Codificación	Repetición	PFs (Kg)	Pss (Kg)	PFm (Kg)	B. (Kg)	tnC/m ²	TnCO ₂ /m ²
Col híbrida	<i>Brassica Viridis</i>	PCCR1Col	1	0,02	0,0002	0,33	33,00	0,0165	0,0606
		PCCR2Col	2	0,02	0,0002	0,3	30,00	0,0150	0,0551
		PCCR3Col	3	0,02	0,0003	0,32	21,33	0,0107	0,0391
Brócoli	<i>Brassica Oleracea Itálica</i>	PCCR1Br	1	0,02	0,0012	0,3	5,00	0,0025	0,0092
		PCCR2Br	2	0,02	0,0014	0,28	4,00	0,0020	0,0073
		PCCR3Br	3	0,02	0,0016	0,27	3,38	0,0017	0,0062
Lechuga de Hoja	<i>Lactuca Sativa Var. Crispa</i>	PCCR1LH	1	0,02	0,0002	0,55	55,00	0,0275	0,1009
		PCCR2LH	2	0,02	0,0002	0,5	50,00	0,0250	0,0918
		PCCR3LH	3	0,02	0,0002	0,49	49,00	0,0245	0,0899
Lechuga de repollo	<i>Lactuca Sativa Var. Capitata</i>	PCCR1LR	1	0,02	0,0002	0,62	62,00	0,0310	0,1138
		PCCR2LR	2	0,02	0,0002	0,64	64,00	0,0320	0,1174
		PCCR3LR	3	0,02	0,0002	0,6	60,00	0,0300	0,1101
TOTAL tn CO2 CAPTURADO									0,8014

Fuente: Autoras, 2019.

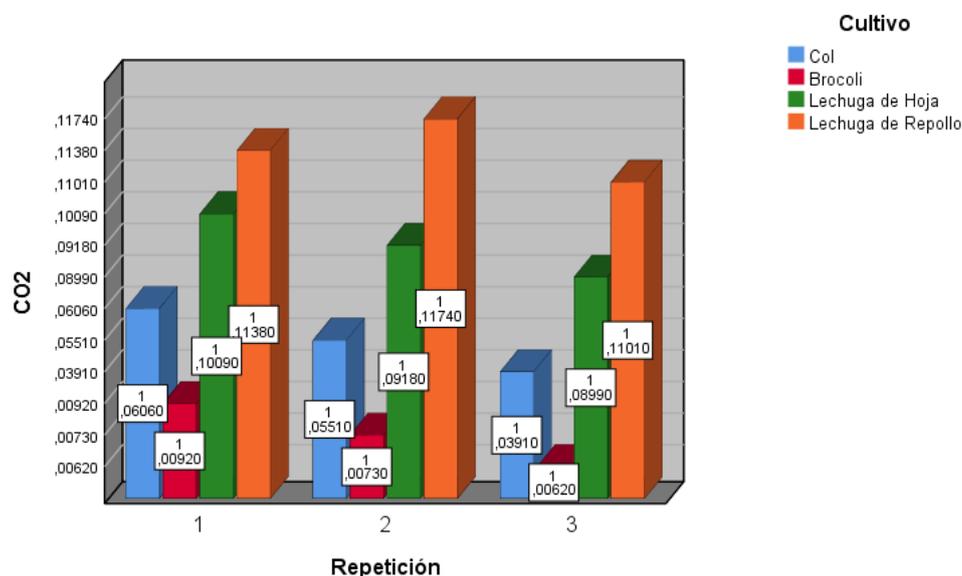


Figura 22. Captura de CO2 en hortalizas sin ornamentales en "Padre Carlos Crespi"

Fuente: Autoras, 2019.

5.3.6. Comparación de la captura de Carbono entre las cajas con ornamentales y sin ornamentales en cada y entre instituciones educativas.

Tabla 39. Comparación de la captura de Carbono entre las cajas cultivadas con hortalizas con cortina de ornamentales y sin ornamentales en cada una de las Instituciones Educativas.

Cultivo	Corazón de María		Salesianas		Luisa de Jesús Cordero		Santa Mariana de Jesús		Padre Carlos Crespi	
	SO	CO	SO	CO	SO	CO	SO	CO	SO	CO
Col	0,0157	0,0230	0,0229	0,0011	0,0104	0,0086	0,0023	0,0029	0,1548	0,0301
Brócoli	0,0099	0,0000	0,0050	0,0182	0,0249	0,0046	0,0027	0,0043	0,0227	0,0228
Lechuga híbrida	0,0450	0,0000	0,0044	0,0042	0,0032	0,0037	0,0185	0,0056	0,2826	0,0434
Lechuga de Repollo	0,0440	0,0000	0,0050	0,0061	0,0038	0,0041	0,0071	0,0046	0,3413	0,1679
Lengua de Suegra		0,0432		0,0445		0,0483		0,0492		0,0432
TOTAL	0,1146	0,0230	0,0373	0,0296	0,0423	0,0211	0,0306	0,0175	0,8014	0,2642

Fuente: Autoras, 2019.

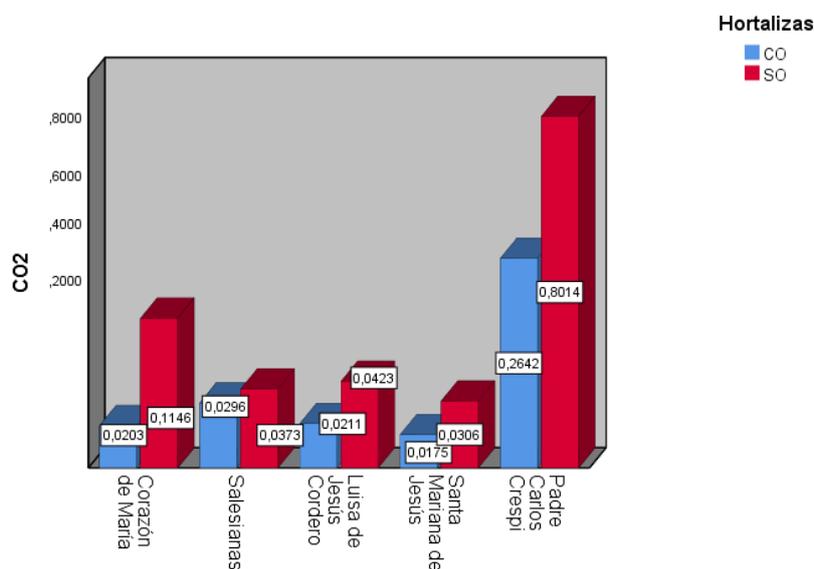


Figura 23. Comparación de la captura de Carbono entre las cajas cultivadas con hortalizas con cortina de ornamentales y sin ornamentales en cada una de las

Instituciones Educativas.

Fuente: Autoras, 2019.

Tabla 40. Captura de carbono por cada especie de hortalizas en el Centro Histórico de Cuenca

Cultivo	TnCO ₂ /m ²	
	SO	CO
Col	0,0412	0,0131
Brócoli	0,0130	0,0100
Lechuga hibrida	0,0707	0,0114
Lechuga de Repollo	0,0802	0,0366
TOTAL	0,2052	0,0710

Fuente: Autoras, 2019.

Tabla 41. Captura de carbono por especie ornamental

Especie	TnCO ₂ /m ²
	CO
Lengua de Suegra	0,2284

Fuente: Autoras, 2019.

5.3.6.1. Interpretación de la Captura de Carbono entre y en cada una de las Instituciones Educativas.

Las plantas que capturaron mayor cantidad de carbono corresponden a aquellas que fueron sembradas en las cajas sin una cortina de plantas ornamentales, esto se justifica ya que según (Pedraza, 2015) la lengua de suegra es la planta ornamental responsable de la captura de carbono; por tal motivo gracias a la función que posee logro proteger las hortalizas que se encontraban sembradas junto con esta, obteniendo así que:

De las cinco instituciones educativas, las plantas de la escuela que capturo mayor cantidad de carbono en las cajas que fueron sembradas sin plantas ornamentales, es la Padre Carlos Crespi con una concentración de $0,8014 \text{ TnCO}_2/\text{m}^2$, mientras que; la Unidad Educativa “Santa Mariana de Jesús” es la institución con menor captura de carbono con una concentración equivalente al $0,0306 \text{ TnCO}_2/\text{m}^2$.

En la figura 23 se visualiza que, en las cajas de hortalizas con cortina de plantas ornamentales, La Padre Carlos Crespi sigue siendo la institución que capturo mayor concentración de carbono con un valor de $0,2642 \text{ TnCO}_2/\text{m}^2$, mientras que con una menor captura de carbono se encuentra de igual manera la Unidad educativa Santa Mariana de Jesús con una concentración de $0,0175 \text{ TnCO}_2/\text{m}^2$.

Es importante recalcar que las cajas sembradas con cortina de plantas ornamentales en cada institución fueron las que presentaron una menor concentración de carbono en comparación con las otras cajas (Sin ornamentales) gracias a la lengua de suegra la cual capturo una concentración total equivalente a $0,2284 \text{ TnCO}_2/\text{m}^2$, además se debe tener en cuenta que de todas las especies de hortalizas, la lechuga de repollo es la que mayor concentración de carbono logra capturar en cajas con ornamentales con una concentración de $0,0802 \text{ TnCO}_2/\text{m}^2$ y en cajas sin ornamentales con una concentración de $0,0366 \text{ TnCO}_2/\text{m}^2$

5.3.7. Comparación de la captura de Carbono del Centro Histórico de Cuenca con el Distrito Sur (Zhindón -Calle).

Tabla 42. Comparación de captura de carbono del Centro Histórico de Cuenca con el Distrito Sur.

Especie	TnCO ₂ /m ²	
	Centro Histórico	Distrito Sur
Col	0,0412	0.05541
Brócoli	0,0130	0,03262
Lechuga híbrida	0,0707	0,13840
Lechuga de Repollo	0,0802	0,15549
TOTAL	0,2052	0,38192

Fuente: Autoras, 2019.

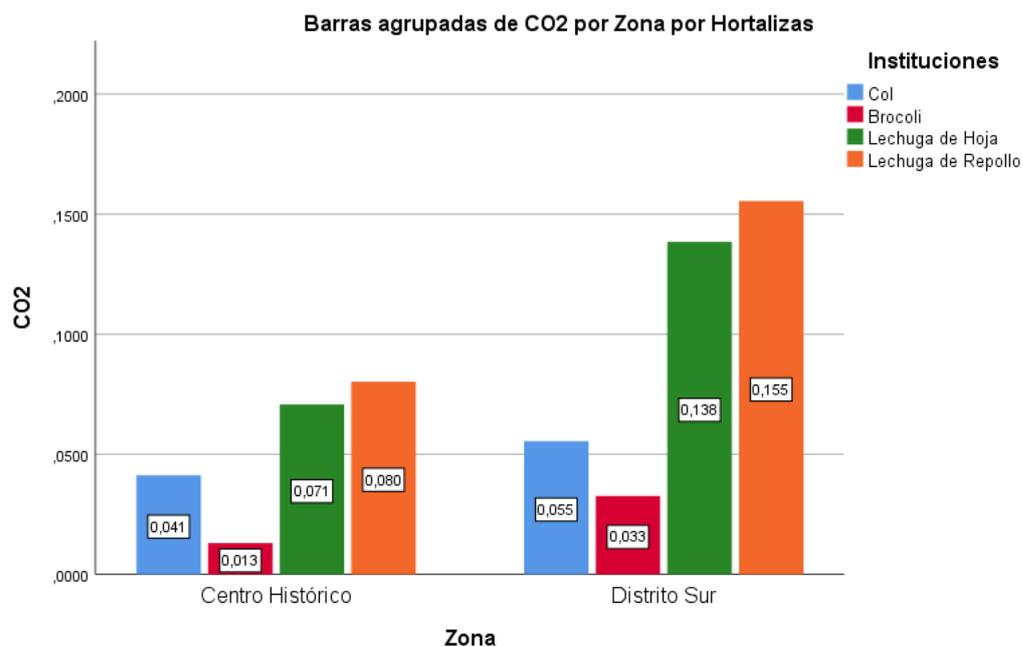


Figura 24. Comparación de captura de carbono del Centro Histórico de Cuenca con el Distrito Sur.

Fuente: Autoras, 2019.

5.3.7.1. Interpretación de la Captura de Carbono entre y en cada una de las Instituciones Educativas.

En el centro histórico de cuenca la concentración de carbono actualmente es de 0,2052 TnCO₂/m² y en el Distrito Sur en el año 2018 fue de 0,38192 TnCO₂/m², la diferencia entre concentraciones no es lo suficientemente representativa, sin embargo en ambas zonas de estudio, la especie de hortaliza que capturo mayor concentración es la lechuga de repollo, con una concentración de 0,4012 TnCO₂/m² en el centro histórico y 0,38194 TnCO₂/m² en el Distrito Sur, estos resultados representan un potencial interés a futuro para contrarrestar el problema mundial del Efecto Invernadero y mitigar las emisiones de carbono

6. DISCUSIÓN.

Para educación ambiental y aplicación de los principios IAR fue necesario revisar varias referencias bibliográficas. (Zaragoza., 2015) sugería que se entreguen libros de lectura de acuerdo a la edad, esto en la presente investigación no se aplicó, ya que no se vio a los estudiantes interesados en la lectura en sus horas de clase.

Aplicar cuestionarios en una primera actividad, como lo realizaron (Ruíz & Pérez, 2014), no se acopló a la realidad de este trabajo, puesto que significaba intimidar a los estudiantes, sin tener algo que permita ganar un poco de confianza.

Este trabajo investigativo concuerda mucho con las autoras (Guzmán, 2018) (Gonzalez & Lizarazo, 2014), quienes en su proyecto aplicaron actividades en orden: charla inductora, recorrido por la zona de estudio, dibujos y encuestas. Acoplando a la realidad del presente proyecto y tomando en cuenta que las actividades debían lograr aplicar los principios IAR de la FAO, se realizaron las siguientes actividades: Charla de temas básicos de agricultura urbana y beneficios de tener un huerto en casa,

recorrido y visita al huerto, juegos y evaluación, “hagamos un huerto en casa” y entrega de fotografías.

Las actividades y charlas enfocadas a los beneficios de tener un huerto en casa y cómo realizarlo dieron resultados, gracias a juegos y visitas al huerto se logró que la información llegara de una mejor manera, además se consiguió que muchos de la/os estudiantes hicieron un huerto en su casa para aplicar lo que habían aprendido.

Los principios IAR (FAO, 2014) que se colocaron como objetivos a cumplir, se llevaron a cabo mediante actividades durante varias fase que estuvieron regidas a una bibliografía de sustento (García & Priotto, 2009), que sirvió de guía para llevar a cabo todo de la manera más ordenada.

La institución educativa que mayor porcentaje de asimilación tuvo de acuerdo a las actividades elaboradas es la Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora (93.1%), y la institución que menos asimiló fue la Unidad Educativa Carlos Crespi (87.1%). Esto se ratifica con lo que se presencié en cada actividad: la concentración e interés que presentaron los grupos.

En cuanto a la concentración de plomo en hortalizas y ornamentales, la Norma Cubana (NC 493, 2006) indica que el límite máximo permisible de la concentración de plomo en hortalizas es de 0.1 mg/Kg, en el presente trabajo de investigación se colocó un rango de 0.015 a 0.5 mg/Kg y ninguna de las muestras evaluadas se encontró dentro de este rango, todas por debajo, lo cual indica que las concentraciones de plomo son prácticamente nulas y que es permitido el consumo de estas hortalizas. La Unión Europea (UE, 2006) en el reglamento n° 1881/2006 indica que el límite máximo permisible en hortalizas del género *Brassica* es 0.3 mg/Kg y hortalizas excepto *Brassica* es 0.1 mg/Kg, esto confirma lo dicho anteriormente. En Suiza (Díaz, 2014) los niveles máximos permisibles de plomo en hortalizas es de 0.2 mg/Kg, lo cual indica

que en la presente investigación el plomo no pasa los límites permisibles y sus concentraciones están por debajo de 0.015 mg/ Kg. Cabe recalcar que el sustrato utilizado en los huertos fue el mismo en todos los huertos de las instituciones educativas y fue realizado previamente un análisis de concentración de plomo que dio como resultado concentración cero de este metal.

Otras investigaciones como: (Fernández, 2016) con una concentración máxima de plomo en hortalizas de 1.2 mg/Kg, (Galarza J. , 2017) con una concentración máxima de plomo en hortalizas de 6.33 mg/Kg y (Mora, 2017) con una concentración máxima de plomo en hortalizas de 60.33 mg/Kg, permitían que se considere un valor que sobre pase los límites permisibles de acuerdo a normativas internacionales, sin embargo, los resultados de concentraciones de plomo en hortalizas y ornamentales en huertos urbanos ubicados en cinco instituciones educativas del centro histórico de Cuenca, indican que todas las muestras evaluadas presentan una concentración inferior a 0.015 mg/Kg, lo cual da a conocer que no sobrepasan los límites permisibles.

Respecto a el análisis de concentración de CO₂ (Calle & Zhindón, 2018) indica que la especie de hortaliza que más CO₂ capturo corresponde a lechuga de repollo con una concentración de 0.155 Tn CO₂/m², este análisis se puede comparar con el estudio de (Galarza J. , 2017) y (Mora, 2017) autores que resaltan también la capacidad que posee esta especie para captar carbono, aun cuando fueron estudios realizados en zonas diferentes de la ciudad, es trascendental reiterar la importancia que tiene esta especie en la agricultura urbana, al evaluar la captura de CO₂ en este estudio la lechuga de repollo y la lechuga Híbrida presentaron mayor capacidad de captura con concentraciones de 0,0707 Tn CO₂/m² y 0,0802 Tn CO₂/m² respectivamente, resultados que confirman la información ya expuesta por otros autores y que se

justifica porque a diferencia del resto de plantas es la que mayor masa vegetal presenta y por tal motivo absorbe la mayor cantidad de carbono.

De acuerdo a las concentraciones evaluadas de CO₂ por unidad educativa, se constata que la institución que más captó fue la escuela Padre Carlos Crespi en ambos casos de estudio, con una concentración de 0,8014 Tn CO₂/m² en las cajas con hortalizas sembradas y 0,2642 TnCO₂/m² en las cajas de hortalizas sembradas con cortina de plantas ornamentales, la Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús por el contrario es la Institución con menor captura de carbono con 0,0306 TnCO₂/m² en cajas con hortalizas sembradas y 0,0175 TnCO₂/m² en hortalizas con cortina de plantas ornamentales, esto se justifica ya que en la Escuela Padre Carlos Crespi el lugar en el cual fueron ubicadas las cajas para la siembra se encontraba cerca del parqueadero de la institución, mientras que en el colegio Santa Mariana de Jesús las plantas se encontraban sembradas en un espacio en el cual no tenía acceso a ningún tipo de emisión.

En la tabla 41 se encuentran las concentraciones de carbono por caja (Siembra de hortalizas Con ornamentales y siembra de hortalizas sin ornamentales) con 0,2052 TnCO₂/m² y 0,0710 TnCO₂/m² respectivamente, con estos resultados se comprueba que la siembra de especies de hortalizas con cortina de plantas ornamentales (Lengua de Suegra) ayuda a la captura de carbono; La lengua de suegra es la planta responsable de esta función, varios estudios, entre ellos uno desarrollado en el 2015, indica que una de las plantas que actúan en la captación de CO₂ es *Sansevieria trifasciata* (Pedraza, 2015), además (NASA, 2016) la ha catalogado como una de las 10 plantas purificadoras del aire en los hogares, por su capacidad de eliminar tóxicos como el benceno y el formaldehído. Tiene hojas duras y punzantes, se considera una planta

ornamental para interiores y exteriores que permite purificar el aire pues transforma el dióxido de carbono en oxígeno (Guzmán, 2018).

En la investigación de (Calle & Zhindón, 2018) los niveles de captura de carbono fueron superiores con $0,38192 \text{ Tn CO}_2/\text{m}^2$, en comparación a este caso de estudio llevado a cabo en el Centro Histórico de Cuenca con $0,2052 \text{ Tn CO}_2/\text{m}^2$, aunque las diferencias de captura de carbono son relativamente mínimas, se justifica que sea mayor en la investigación de (Calle & Zhindón, 2018) en Cuenca Sur, debido a los lugares en los cuales fueron sembradas las plantas de hortalizas, en todas las instituciones educativas la siembra se realizó al aire libre en parqueaderos y cerca de vías de gran flujo vehicular donde las plantas se encontraban en contacto continuo con las emisiones de los vehículos, todo lo contrario sucedió en esta investigación en donde la siembra se realizó en dos de las instituciones entre cuatro paredes y el resto en terrazas alejadas de cualquier tipo de emisión proveniente de vehículos ubicados en parqueaderos cercanos.

En las normas microbiológicas de los alimentos y asimilados se encuentran establecido los niveles de aceptabilidad tanto para coliformes y *E.coli* las cuales resaltan que el rango de concentración óptimo para coliformes esta entre 10^2 y 10^4 UFC/g (Busto & Encuentra, 2012), de tal forma; se analiza que ninguna de las especies de hortalizas sobrepasa dichos límites y se observa que, en base a los resultados la lechuga de repollo es la hortaliza con mayor cantidad de coliformes, además de que las instituciones educativas cuyos huertos presentan mayor cantidad de estas fueron la Unidad Educativa Salesiana “María Auxiliadora” y la Unidad Educativa “Santa Mariana de Jesús”, finalmente es importante destacar que no se encontró *E.Coli* en ninguno de los cinco huertos establecidos en las Instituciones Educativas.

En la tabla 15 se muestra que la cantidad de coliformes se presentó con mayor incidencia en la Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús, en las especies de Lechuga Híbrida con 166 UFC/g y Lechuga de Repollo con 132 UFC/g valores menores comparados con la investigación de (Calle & Zhindón, 2018) en donde la lechuga de repollo y la lechuga híbrida contenían la mayor cantidad de coliformes que según (Busto & Encuentra, 2012) en la norma microbiológica, los valores eran considerados muy numerosos para contar (MNPC), es decir en el Distrito Sur las hortalizas de la especie de Lechuga (Híbrida y de Repollo) no eran aptas para consumo humano, además en esta investigación se confirmó la existencia de *E.coli* en las instituciones educativas Bilingüe y Nuestra Familia, sin embargo se encontraban por debajo de los límites permisibles.

La presencia de coliformes en el Centro Histórico de Cuenca se relaciona con que en la Institución Educativa Santa Mariana de Jesús la siembra se realizó en un espacio al aire libre en donde llegaban gran cantidad de aves consideradas según (Echevarría & Parco, 2011) como vectores latentes ya que estas pueden llegar a ser transmisoras de enfermedades al dejar depositadas sus heces en el lugar de siembra, a su vez en esta investigación no existía la presencia de *E.coli* gracias al agua con la cual se llevó a cabo el riego de las plantas proveniente de la llave y en la cual no existía contaminación alguna, según (Rock & Rivera, 2014) la calidad del agua es de vital importancia a la hora de realizar el riego debido a que existe presencia de *E.coli* en esta a consecuencia de una fuerte contaminación de las aguas residuales o por residuos de animales aun cuando su presencia en el agua no es causante de enfermedad puede causar graves infecciones en las personas, en contraposición en los estudios de (Galarza J. , 2017) y (Mora, 2017) existía presencia tanto de *E.coli* como de coliformes

pudiendo estar relacionado con el agua de riego, heces, estiércol en los suelos o a una mala degradación del sustrato.

7. CONCLUSIONES.

7.1. EDUCACIÓN AMBIENTAL.

- De acuerdo a los datos obtenidos por la evaluación realizada en todas las instituciones educativas, la Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora tiene el mayor porcentaje de asimilación de información con un 93.1%, lo cual se verifica por la atención y concentración de las estudiantes en las charlas y actividades realizadas.
- En la comparación de asimilación de información entre estudiantes de décimo y séptimo, se constató que estudiantes de décimo asimilaron de mejor manera la información con un 92.68%. Esto es razón de cuestionamientos, ya que durante las actividades realizadas, la/los estudiantes de séptimo mostraron siempre más apertura y atención.
- De acuerdo a la información obtenida en la última pregunta (“Luego de escuchar la información sobre aplicación de agricultura urbana, ¿te llama la atención tener un huerto en casa? O ¿ya hiciste tu propio huerto? Cuéntanos tu experiencia.”) de la lección aplicada en todas las instituciones educativas, se llega a la conclusión de que las estudiantes que manifiestan mayor interés en la agricultura urbana y sus beneficios, pertenecen a la Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora (98.61% del total de estudiantes), mientras que los estudiantes menos interesados son de la Unidad Educativa Corazón de María (83.93% del total de estudiantes).
- Siguiendo los principios IAR 3 y 4, se logró un empoderamiento de la/os estudiantes en cada actividad realizada, ya que todas fueron de relación y socialización con la/os estudiantes. Además, se pudo fomentar la igualdad de género haciendo que en el 100% de las actividades se realicen guiadas por un hombre y una mujer, en el caso de las unidades educativas mixtas, además las

visitas al huerto se realizaron en grupos guiados por un hombre y una mujer cada uno, y eventualmente realizaron riego y cuidado del huerto con grupos igualmente liderados por un hombre y una mujer cada uno.

- Los principios IAR 1 y 2 se vieron reflejados cuando se logró que el 14.1% de la/os estudiantes desarrollaran agricultura urbana en sus hogares (prueba de ello se tienen varias fotografías y respuestas a la última pregunta de la evaluación realizada en la reunión tres). Esto muestra un logro medianamente significativo, a pesar de que no todos los estudiantes pudieron hacer su huerto en casa por diferentes razones, este porcentaje muestra un buen principio.
- El principio IAR 8 se pudo constatar con la evaluación realizada en la última pregunta (“Luego de escuchar la información sobre aplicación de agricultura urbana, ¿te llama la atención tener un huerto en casa? O ¿ya hiciste tu propio huerto? Cuéntanos tu experiencia.”) y las fotografías de los estudiantes con sus huertos en casa, que garantizan que se promovieron sistemas alimentarios inocuos y saludables.

7.2. CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN HORTALIZAS Y ORNAMENTALES.

- Los resultados de concentraciones de plomo en hortalizas y ornamentales en huertos urbanos ubicados en cinco instituciones educativas del centro histórico de Cuenca, indican que todas las muestras evaluadas presentan una concentración inferior a 0.015 mg/Kg, lo cual da a conocer que están por debajo de los límites permisibles.

- Se concluye finalmente, que se puede realizar huertos urbanos y consumir sus frutos en el Centro Histórico de Cuenca, de preferencia dentro de las casas o en terrazas.
- En cuanto a la comparación con la tesis de Zhindón y Calle, se debe aclarar que los valores de concentración de plomo en hortalizas no se acercan en lo más mínimo entre los dos estudios, dado que los huertos de ese proyecto se ubicaron directamente en parqueaderos o al lado de vías de gran flujo vehicular, mientras que en la presente tesis los huertos se ubicaron rodeados de paredes o en terrazas lo que sirve de barrera y los aleja las fuentes de emisión de este metal.
- Con la presente investigación se logró diversificar el paisaje al combinar hortalizas con plantas ornamentales en los huertos de las cinco instituciones educativas en el centro histórico de Cuenca.

7.3. ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE COLIFORMES/*E. COLI*.

- En las cinco instituciones educativas ubicadas en el Centro Histórico de Cuenca, los parámetros de aceptabilidad de contaminación microbiológica por coliformes totales se encuentran dentro de un rango considerado como tolerable, ninguna institución sobrepasa el límite establecido, sin embargo las Unidades Educativas “María Auxiliadora” y “Santa Mariana de Jesús” son los colegios que presentan mayor cantidad de coliformes con respecto al resto de escuelas, esto podría atribuirse dado a que la siembra se realizó en un espacio al aire libre en donde existe gran cantidad de aves que llegan al sector y se convierten en vectores latentes para las especies de hortalizas sembradas.
- Las especies de hortalizas en las cuales se observó mayor concentración de Coliformes son: Lechuga Hibrida con una concentración equivalente a 132 UFC/g

y se observa una alta presencia de coliformes en la lechuga de repollo (*Lactuca sativa var. Capitata*) con 166 UFC/g valores por debajo de los límites permisibles, que indican que, aunque existe crecimiento de coliformes, la siembra en esta zona es adecuada y garantiza la seguridad alimentaria.

- Otro dato a tener en consideración es que en ninguna Unidad Educativa hubo crecimiento de *Escherichia coli*, este dato es trascendental, ya que es un indicador de la buena calidad del agua con la que se dispone especialmente para el riego.

7.5. ANALISIS DE CONCENTRACIÓN DE CO₂.

- Las especies de hortalizas sembradas en aquellas cajas con una cortina de plantas ornamentales captaron menor concentración de CO₂, siendo la lengua de suegra la responsable de este proceso, captando una concentración de 0.2284 TnCO₂/m², aunque la diferencia entre concentraciones de cada especie es mínima se evidencia que este tipo de planta ornamental favorece la captación de carbono gracias a las propiedades que posee. Ver en figura 23
- Las cajas de siembra que captaron mayor cantidad de carbono en ambos casos de estudio (Siembra de hortalizas Con ornamentales y siembra de hortalizas sin ornamentales) fue en la Escuela Padre Carlos Crespi en donde la lechuga de repollo fue la especie que alcanzo mayor captación, con una concentración de CO₂ de 0.0710 TnCO₂/m² en cajas sin ornamentales y 0.2052 TnCO₂/m² en cajas con ornamentales, con estos resultados se comprueba que la siembra de especies de hortalizas con cortina de plantas ornamentales (Lengua de Suegra) ayuda a la captura de carbono.

- Las concentraciones del centro histórico vs el Distrito sur (Calle & Zhindón, 2018) en la ciudad de Cuenca evidencian que en esta última zona existe mayor captación con $0,38192 \text{ TnCO}_2/\text{m}^2$ y por tanto su aporte para contrarrestar el problema mundial del Efecto Invernadero es mayor, sin embargo, las bajas concentraciones de carbono en las especies de hortalizas sembradas en el Centro Histórico se atribuyen a los lugares en las cuales se encontraban y fueron sembradas estas plantas, esto es una desventaja ya que al ser sembradas en lugares cerrados o sin acceso al aire libre existe menos posibilidad de que estas plantas logren captar carbono, sin embargo constituye una ventaja ya que ayuda a garantizar la seguridad alimentaria.

8. RECOMENDACIONES.

- En futuras investigaciones, si se desea evaluar específicamente la concentración de plomo atmosférico en alguna área determinada, utilizando hortalizas como indicadores, se sugiere que los huertos estén ubicados en zonas que estén en contacto con el aire externo mas no interno de un lugar, es decir, parqueaderos, balcones, etc.
- Realizar esta investigación en otras localidades de la Ciudad de Cuenca, con la finalidad de recolectar datos que permitan obtener una visión actual de las concentraciones de carbono, plomo y *E.coli* en la Ciudad y determinar si es adecuado que existan huertos para que tanto niños, jóvenes y adultos utilicen estos alimentos para su consumo.
- En cuanto a educación ambiental, para futuras investigaciones se recomienda: gestionar de ser posible más horas en las que los estudiantes puedan visitar constantemente los huertos (riego, fertilización y control de plagas), de tal forma que se sientan más identificados con la actividad e incentivados para replicarla en casa. Además, intentar realizar la siembra con los estudiantes con una previa charla de seguridad y cuidado al manipular las herramientas.
- Incentivar a docentes y grupos de estudiante sobre la importancia de la aplicación de los principios IAR-FAO en huertos urbanos en las instituciones educativas de la Ciudad de cuenca, de tal manera que este proyecto pueda ser aplicado con visión a futuro.
- Se recomienda realizar la siembra de hortalizas conjunto una cortina de plantas ornamentales (Lengua de suegra y Ajenjo) con la finalidad de garantizar la seguridad alimentaria a la sociedad cuencana y a la población en general.

9. BIBLIOGRAFÍA.

(s.f.).

(IPCC), G. I. (2014). Cambio climático. Informe de síntesis. *IPCC*.

(MAE), M. d. (2012). Estrategia Nacional de Cambio CLimático del Ecuador. *MAE*, 158. Obtenido de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu140074.pdf>

(MAE), M. d. (2017). Tercera Comunicación Nacional del Ecuador a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. *MAE*, 630.

(MAE), M. d. (2017). Tercera Comunicación Nacional del Ecuador a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. *MAE*.

3M. (2009). Guía de interpretación. 3M Petrifilm . 3M.

Alejandro, L. (2019). *¿Qué es el paisajismo? Definición, historia y evolución*. Moove Magazine.

Alimentos, M. d. (lunes de octubre de 2008). *Coliformes totales y fecales*. Obtenido de Coliformes totales y fecales: <http://mikroalimentos.blogspot.com/2008/10/coliformes-totales-y-fecales.html>

Apolo, E. (2013). *Relectura del Sistema Preventivo de Don Bosco desde la práctica educativa en la Unidad Educativa Salesiana "Cardenal Spellman"*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana- Sede Quito. Maestría en Gestión Educativa.

Arana, I., Orruño, M., & Barcina, I. (s.f.). Como abordar y resolver aspectos prácticos de Microbiología. *Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea*, 1-2.

Arroyo, N. (2009). *Sistemas y métodos de siembra en hortalizas*. <http://practicadecampo.blogspot.com/2009/10/sistemas-y-metodos-de-siembra-en.html>.

Astete, J., Cáceres, W., & Gastañaga, M. &. (2009). *Intoxicación por plomo y otros problemas de salud en niños de poblaciones aledañas a relaves mineros*. Perú: ResearchGate. Revista peruana de medicina experimental y salud pública.

Ayala, E. (1983). *Nueva Historia del Ecuador, Época Colonial III*. Quito: Corporación Editora Nacional.

Badami, & Ramankutty. (2015). Urban agriculture and food security: A critique based on an assessment of urban land constraints. *ELSEVIER*, 8-15. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/267760900_Urban_agriculture_and_food_security_A_critique_based_on_an_assessment_of_urban_land_constraints

Barbecho, S., & Castro, P. (2016). CONOCIMIENTOS, ACTITUDES Y PRÁCTICAS, SOBRE LA MANIPULACIÓN HIGIÉNICA DE LOS ALIMENTOS EN LOS PADRES ESCOLARES DE LA UNIDAD EDUCATIVA HERMANO MIGUEL SIGSIG. MAYO-NOVIEMBRE, 2016. *Universidad de Cuenca*.

- Barriga, J. (2011). *Agricultura urbana: Algunas Reflexiones sobre su origen e importancia actual*. Barcelona: Universidad de Barcelona. *Revista de Geografía y Ciencias Sociales*.
- Bayas, S. K. (2015). Comparación entre las pruebas enzima-sustrato definido "Coliler" y tubos múltiples "Fluorocult" para el diagnóstico de *Escherichia coli* y Coliformes totales en aguas tratadas. *Universidad Politécnica Salesiana - Sede Quito*.
- Benito, Y. (2016). Guía específica de trabajo sobre "CO₂ y cambio climático". *Investiga I+D+i*, 10.
- Bolgiano, C. (1992). *Restoring the unruly to the German landscape, American Forest*. Bolgiano.
- Bricerio, M. (2014). *La esencia del paisaje urbano: El caso de la ciudad de Mérida, Venezuela*. Ibarra: Módulo de arquitectura CUC.
- Burger, M., & Pose, D. (2010). *Plomo Salud y Ambiente. Experiencia en Uruguay*. Montevideo: Universidad de la República Montevideo- Uruguay.
- Busto, P., & Encuentra, M. M. (2012). Recopilación normas microbiológicas de los alimentos y asimilados otros parámetros físico-químicos de interés sanitario. 20.
- Caldas, F. J. (2002). ESTIMACIÓN DE LA TASA DE FIJACIÓN DE CARBONO EN EL SISTEMA AGROFORESTAL NOGAL CAFETERO (*Cordia alliodora*)-CACAO (*Theobroma cacao* L) - PLATANO (*Musa paradisiaca*). *Corporación colombiana de investigación agropecuaria Corpoica*, 124.
- Calixto, F. (2010). *Educación popular ambiental*. Monterrey: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Calle, D., & Zhindón, J. (2018). "EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE PLOMO ATRAVÉS DE HUERTOS HORTÍCOLAS AGRICULTURA URBANA EN CINCO COLEGIOS UBICADOS EN EL DISTRITO SUR DE CUENCA". *Universidad Politécnica Salesiana*, 162.
- 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*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Camacho, A., Giles, M., Ortigón, A., M. Palao, B. S., & Velázquez, O. (2009). Determinación de coliformes totales por cuenta en placa. *Facultad de Química, UNAM. México*.
- Camacho, Giles, M., Ortigón, A., Palao, M., Serrano, B., & Velázquez, O. (2009). Método para la determinación de bacterias coliformes, coliformes fecales y *Escherichia coli* por la técnica de diluciones en tubo múltiple (Número más Probable o NMP). *Facultad Química, UNAM*.
- Carbó, J. L. (2013). Los árboles frutales como sumideros de CO₂ desempeñan un importante servicio ambiental. *Dirección General de Alimentación y Fomento Agroalimentario*, 12. Obtenido de

http://bibliotecavirtual.aragon.es/bva/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=3707991

- CEM., C. (2019). *Method Note Compendium. MARS 6 Microwave Digestion System*. CEM.
- Chicharro, A. (2010). *Impacto ambiental por metales pesados en suelos y plantas del entorno de un depósito de chatarra procedente de automóviles de desguace*. Revista de Metalurgia.
- Colombia, C. d. (2015). *Proyecto de Ley para promover la agricultura urbana*. Colombia: Edificio Nuevo del Congreso.
- Corona, N. M., & Eleazar, J. (2010). Inocuidad y bioconservación de alimentos. *Acta Universitaria*, 43-52. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/416/41613084005.pdf>
- Cruza, P. E. (2006). Bacterias patógenas emergentes transmisibles por los alimentos. *Universidad Complutense de Madrid*, 147-149. Obtenido de <http://www.analesranf.com/index.php/mono/article/viewFile/1111/1128>
- CSA. (2014). *Principios para la Inversión Responsable en la Agricultura y los Sistemas Alimentarios*. Comité de Seguridad Alimentaria Mundial.
- CSA, C. d. (s.f.). *Principios para la inversión responsable en las agricultura y los sistemas alimentarios*.
- CYTED, R. I. (2002). *Capítulo 20: Indicadores de contaminación fecal en aguas*. Buenos Aires, Argentina. Obtenido de http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/pdfs/Capitulo_20.pdf
- Da Silva, J. (2015). *Marco jurídico propicio para la inversión responsable en la agricultura y los sistemas alimentarios*. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Delgadillo M, R. A., Rodríguez C., L. A., Torres A., A., & Gómez Z., B. (2015). DETERMINACIÓN DE PLOMO CON AA EN HORTALIZAS COL (BRASSICA OLERACEA VAR. CAPITATA) Y ACELGA (BETA VULGARIS VAR. CICLA) COMPARANDO MUESTRAS ADQUIRIDAS EN LA CENTRAL DE ABASTO DE LA CIUDAD DE MÉXICO Y UN CENTRO COMERCIAL CHEDRAHUI. 5.
- Delgadillo, M., Ruben, A., Rodríguez, C. L., Torres, A. A., Berenice, A., & Gómez, Z. (2015). DETERMINACIÓN DE PLOMO CON AA EN HORTALIZAS COL (BRASSICA OLERACEA VAR. CAPITATA) Y ACELGA (BETA VULGARIS VAR. CICLA) COMPARANDO MUESTRAS ADQUIRIDAS EN LA CENTRAL DE ABASTO DE LA CIUDAD DE MÉXICO Y UN CENTRO COMERCIAL CHEDRAHUI. 5.
- Díaz, A. (2014). *Metales pesados Límites permisibles*. Valencia: CATICE de Valencia. Secretaría de Estado de Comercio.

- Echevarria, J., & Parco, M. (2011). Coliformes totales en el manejo post cosecha de espinacas (*Spinacia oleracea*). *Universidad Nacional del Centro del Perú*, 25. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1945/Echevarria%20Quispe%20-%20Parco%20Nu%C3%B1ez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Eigenbrod, C., & Gruda, N. (2015). *Urban vegetable for food security in cities. A review*. La Habana: Agronomy for Sustainable Development.
- EMOV. (2018). *Informe de la Calidad del Aire en Cuenca*. Cuenca: Alcaldía de Cuenca.
- Eurídice, & Honororio, T. (2010). Manual para el monitoreo del ciclo del carbono en bosques amazónicos. 12. Obtenido de http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/Honorio_Baker2010%20Manual%20carbono.pdf
- FAO. (2008). *FAO fertilizer and plant nutrition bulletin: Guide to laboratory establishment for plant nutrient analysis*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2014). *Principios para la Inversión Responsable en la Agricultura y los Sistemas Alimentarios*. Comité de Seguridad Alimentaria Mundial y la FAO.
- FAO. (03 de 07 de 2019). Obtenido de <http://www.fao.org/unfao/procurement/general-information/es/>
- FAO. (03 de 07 de 2019). *FAO en Ecuador*. Obtenido de <http://www.fao.org/ecuador/programas-y-proyectos/es/>
- FAO. (2015). *Horticultura urbana y periurbana*. Proyectos: Crear ciudades más verdes.
- Fernández, J. (2016). *Agricultura urbana y su aporte contra el efecto invernadero en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Figuroa, A. G., Maldonado, W. L., Rivera, N. F., & Muñoz, J. G. (2016). PETRIFLIM ALTERNATIVE METHOD IMPLEMENTATION TO DETERMINE COLIFORMS AND AEROBIC MESOPHILIC BACTERIA IN THE DAIRY INDUSTRY “PAIRUMANI” AND SENASAG’S LABORATORY “LIDIVECO”. *Boliviano de Ciencias*, 58.
- Freire, P. (1997). *Ambientalismo y educación. Hacia una educación popular ambiental en América Latina, en Contribuciones educativas para sociedades sustentables*. Pátzcuaro: Centro de Estudios Sociales y Ecológicos.
- Galarza, J. (2017). Determinación de la concentración de elementos contaminantes y bacterias patógenas presentes en un sistema de agricultura urbana compuesto por hortalizas implementado en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. *Universidad Politecnica Salesiana*, 1-2. Obtenido de 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.

- Galarza, J. (2017). *Determinación de la concentración de elementos contaminantes y bacterias patógenas presentes en un sistema de agricultura urbana compuesto por hortalizas, implementado en la Univesridad Politécnica Salesiana Sede Cuenca*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- García, D., & Priotto, G. (2009). *Educación Ambiental: Aportes políticos y pedagógicos en la construcción del campo de la Educación Ambiental*. Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.
- García, I. (2015). *El aprendizaje cooperativo para el desarrollo de habilidades sociales en un entorno CLIL*. Palencia: Universidad de Valladolid.
- García, L. (2016). *Conocer, conservar y cuidar el medio ambiente: una propuesta didáctica para educación primaria*. Soria: Universidad de Valladolid.
- Global, C. c. (1997). *CAMBIO CLIMÁTICO, CALENTAMIENTO GLOBAL Y EFECTO INVERNADERO*. Obtenido de CAMBIO CLIMÁTICO, CALENTAMIENTO GLOBAL Y EFECTO INVERNADERO: <https://cambioclimaticoglobal.com/>
- Gómez, N. d., & Gordillo., C. d. (2014). Ruta de huertos en edificaciones patrimoniales: una alternativa para el desarrollo del turismo cultural en el Centro Histórico de Cuenca. *Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias del la Hospitalidad.*, 28.
- Gonzalez, A., & Lizarazo, A. (2014). *Formulación de una estrategia de educación ambiental en el aula ambiental de la finca El Tabor, localizada en La Vereda Mesetas del Municipio de Sasaima, en el departamento de Cundinamarca*. Bogotá: Universidad Libre.
- Guzmán, Y. (2018). *Fachada vegetal para la mejora del comportamineto térmico y acústico de edificaciones unifamiliares en República Dominacana*. Catalunya: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Hale, J. (2016). *La Europa del Renacimiento 1480-1520*. Italia: Historia de Europa.
- Hermi, M. (2011). *Agricultura Urbana: Algunas Reflexiones sobre su origen e importancia actual*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Hernández, M. (2010). Suelos de Humedales como sumideros de carbono y fuentes de metano. *SciELO*, 139-147. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792010000200005
- Hurrel, J. A., Ulibarri, E. A., Delucchi, G., & Pochetitino, M. L. (2009). *Hortalizas, verduras y legumbres*. Buenos Aires, Argentina: Literature of Latin America.
- IPCC, I. P. (11 de Mayo de 2004). *Describing Scientific Uncertainties in Climate Change to Support Analysis of Risk and of Options*. Obtenido de Describing Scientific Uncertainties in Climate Change to Support Analysis of Risk and of Options: <https://wg1.ipcc.ch/publications/supportingmaterial/ipcc-workshop-2004-may.pdf>
- Janick, J. (2015). *Ancient egyptian agriculture and the origins of horticulture*. West Lafayette: Purdue University, Indiana.

- Klaassen, C. (2008). *Cassaret and Doull's- Toxicology The Basic Sciencia of Poisons*. 7^a Edition.
- Koneman, E. W., Allen, S. D., Winn, W. C., Janda, W. M., Procop, G. W., Shreckenberger, P. C., & Woods, G. L. (2008). *Koneman Diagnóstico microbiológico*. Argentina: Medica Panamericana.
- Landeta, A. D. (2009). Producción de biomasa y fijación de carbono en plantaciones de teca (*Tectona grandis* Linn F) en la Espol Campus "Ing. Gustavo Galindo". *Escuela Superior Politecnica del Litoral*, 109.
- Lau, C., Jarvis, A., & Ramirez, J. (2011). Agricultura Colombiana adaptación al cambio climatico. *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*, 4.
- Limo, J. (2003). *Estudio de la presencia de plomo en el medio ambiente de Talara en el año 2003*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Llop, S., Porta, M., Martinez, M., & X., A. (2012). *Trend in lead exposure in the Spanish child population in the last 20 years. An unrecognized example of health in all polices?* Science Direct.
- Lwasa, S., Mugagga, F., Wahab, B., Simon, D., Connors, J., & Griffith, C. (2015). A meta-analysis of urban and peri-urban agriculture and forestry in mediating climate change. *ELSEVIER*, 6.
- Maderuelo, J. (2008). *Paisaje y territorio*. Madrid: Abada.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., & Parker, J. (1998). *Brock, Biología de los Microorganismos*. Marid: 8va.
- Madueño, F. (2017). *Determinación de metales pesados (plomo y cadmio) en lechuga (Lactuca Sativa) en mercados del Cono Norte, Centro Sur de Lima Metropolitana*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Farmacia y Bioquímica.
- MAE, M. &. (2017). *Plan Nacional de Educación Ambiental 2017-2022*. Quito: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/per161555anx.pdf>.
- Mendoza, B., Marcó, L., Almao, L., & Rodríguez, V. (2014). *Evaluación de dos métodos de digestión ácida en el análisis de tejido foliar de caña (Saccharum officinarum L.)*. Ciencia y Tecnología.
- 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*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Moreno, O. (2007). *Nuevas estrategias de Integración Social y Reuperación Ambiental en la Ciudad*. Santiago de Chile: Revista Electrónica DU&P. Diseño Urbano y Paisaje Volumen IV N°11.
- Moshammer, H., Panholzer, J., Ulbing, L., & Udvarhelyi, E. (2018). *Acute Effects of Air Pollution and Noise from Road Traffic in A Panel of Young Healthy Subjects*.

- Conference: The 1st International Electronic Conference on Environmental Health Sciences.
- Mougeot, L. (2006). *Cultivando mejores ciudades: Agricultura urbana para el desarrollo sostenible*. Ottawa: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.
- NASA. (7 de Septiembre de 2016). *NEWS-MUNDO*. Obtenido de NEWS-MUNDO: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-37298688>
- NC 493. (2006). *Norma Cubana: Contaminantes metálicos en Alimentos- Regulaciones Sanitarias*. Habana: Oficina Nacional de Normalización.
- Noureddine, D. (2016). *El aprendizaje cooperativo y las teorías Modelo de trabajo: "el aula de ELE"*. República Argelina Democrática y Popular: Univesidad Abou Bakr Belkaid-Tlemcen.
- Olivares, S., García, D., Lima, L., Saborit, I., & Llizo, A. &. (2013). *Niveles de cadmio, plomo, cobre y zinc en hortalizas cultivadas en una zona altamente urbanizada de la ciudad de la Habana, Cuba*. La Habana: Revista Internacional de Contaminación Ambiental.
- OMS, O. d. (2002). Estrategia global de la OMS para inocuidad de los alimentos: alimentos mas sanos para una salud mejor. *Organization., World Health*, 5-11. Obtenido de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42705/9243545744.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Orozco, L., Rico-Romero, L., & Escartín, E. (2008). Microbiological Profile of Greenhouses in a Farm Producing Hydroponic Tomatoes. *Journal of Food Protection*, 60-65. Obtenido de <https://jfoodprotection.org/doi/pdf/10.4315/0362-028X-71.1.60>
- Ortega, L. M., Vidal, L. A., Q, S. V., & Saavedra-Díaz, L. (2008). Analysis Of The Microbiological Contamination (Total And Fecales Coliforms) In The Bay Of Santa Marta, Colombian Caribbean. *Scielo*, 87-98.
- Osinaga, O., Báez, S., Malizia, A., Carilla, J., Aguirre, N., & Malizia, L. (2014). Monitoreo de diversdiad vegetal y carbono en bsoques andinos. Protocolo extendido. *Universidad Nacional de Tucumán*.
- Pedraza, L. (2015). *La biodepuración del aire con plantas purificantes y ornamentales, como alternativa ambiental en el siglo XXI*. Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Pérez, E. (2000). *Paisaje Urbano en Nuestras Ciudades*. Bogotá: Revista Bitácora.
- Petrifilm™, 3. (2002). Placas para Recuento de E.coli y Coliformes. *3M Petrifilm™*, 8.
- Prieto, J., González, C., Guitiérrez, R., & Prieto, F. (2009). *Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua Tropical y Subtropicals Agroecosystems*. Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán.

- Prim, L. E. (2011). *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*. Navarra.
- Puig Peña, Y., Leyva Castillo, V., Rodríguez Suárez, A., Carrera Vara, J., L. Molejón, P., Pérez Muñoz, Y., & Dueñas Moreira, O. (2013). Microbiological quality of vegetables and factors associated with contamination in growing areas in Havana. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 113-117. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2014000100013
- Reyes, J., Vergara, I., Torres, O., Díaz, M., & González, E. (2016). *Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria*. Boyacá: Revista de Ingeniería, Investigación y Desarrollo.
- Rock, C., & Rivera, B. (2014). La calidad del agua, E.Coli y su salud. *College of Agriculture and life Sciences*, 5. Obtenido de <https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1624s.pdf>
- Roever, C. D. (1998). Microbiological safety evaluations and recommendations on fresh produce. *ELSEVIER*, 341-347. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095671359800022X>
- Rojas, N. (2009). Sistemas y métodos de siembra en hortalizas. En N. Rojas, *Establecimiento de la Huerta* (pág. 16).
- Rubio, C., Guitiérrez, A., Izquierdo, M., Revert, C., & Lozano, G. &. (2004). *El plomo como contaminante alimentario*. Pamplona: Revista de Toxicología. Asociación Española de Toxicología.
- Ruíz, M., & Pérez, E. (2014). *Educación ambiental en niños y niñas de instituciones educativas oficiales del distrito de Santa Marta*. Barranquilla: Universidad del Norte. Zona próxima.
- S, L., Mugagga, f., Wahab, B., Simon, D., Connors, J., & Griffith, C. (2014). *Urban and peri-urban agriculture and forestry. Transcending poverty alleviation to climate change migration and adaptation*. *Urban Climate* 7: <https://doi.org/10.1016/j.uclim2013.10.007>.
- Sánchez, C. (2004). Distintos usos del dióxido de carbono en síntesis electroquímica. *Universidad de Alicante*, 216.
- Sánchez, H. (2018). *Urban and Peri-urban Agriculture. Territorial Rearrangement and Potential of Urban Food Systems*. Ciudad de México: Instituto de Geografía. Investigaciones Geográficas.
- Sarango Rodríguez, J. A. (2016). Educación ambiental. ¿Por qué la Historia? *Revista Universidad y Sociedad*, 185.
- Saugier, & Pontailier. (2006). El ciclo global del carbono y sus consecuencias en la fotosíntesis en el Altiplano boliviano. *Scielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1605-25282006001200006
- Tabasco, J. d. (2011). *Formato de ponencia de experiencias innovadoras*.

- Tarfur, V. (2011). *Plantas altoandinas del Ecuador*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Turgues, J. (2015). *Las plantas como indicadores de plomo en la atmósfera*. Venezuela: Acta botánica de Venezuela.
- UE. (2006). *Contenido máximo de determinados contaminantes en alimentos*. Reglamento (CE) nº 1881/2006 de la Comisión.
- Varela, Perez, & Estrada. (2015). Bacteria causing of foodborne diseases: an overview at colombia. *Salud Uninorte*, 105-107.
- Vélez, A., & Ortega, J. (2013). “DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y E. COLI EN MUESTRAS DE LECHUGA EXPEDIDAS EN CUATRO MERCADOS DE LA CIUDAD DE CUENCA. *Universidad de Cuenca*, 16.
- Vigotsky, L. (2001). *Psicología Pedagógica*. Buenos Aires: AIQUE.
- Villagomez, M., Noriega, P., Chicaiza, T., Bravo, R., & Romero, A. &. (Septiembre de 2014). *Modelo educativo de la Universidad Politecnica Salesiana*. Obtenido de Perfil General del Graduado de las Carreras de Grado: <https://www.ups.edu.ec/documents/10184/3993176/CUADERNO+DE+REFLEXION%20C3%93N+15.pdf/92d6008c-afc2-44a6-a703-ee5ba7457bf8>
- XImena, A. N., & Alexandra, P. S. (2008). Estudio comparativo en técnicas de recuento rápido en el mercado y placas petrifilm 3m para el análisis de alimentos. *Pontificia Universidad javeriana*.
- Yepes, A., & Silveira, M. B. (2011). RESPUESTA DE LAS PLANTAS ANTE LOS FACTORES AMBIENTALES DEL CAMBIO CLIMATICO GLOBAL (REVISIÓN). *Colombia Forestal*, 213-232.
- Zapata, E. M., & Caicedo, A. M. (2008). Validación del método de detección de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando Agar Chromocult. *Facultad de Ciencias Carrera de microbiología industrial*.
- Zaragoza., A. d. (2015). *Verde que te leo Verde*. Zaragoza: Creative Commons. Ministerio de Agricultura, alimentación y medio ambiente.
- Zumba, K. A. (2018). Evaluación del volumen de captura de carbono en la Chakra Andina en tres pisos altitudinales en la parroquia san miguel de porotos, provincia del cañar y su aporte al efecto invernadero. *Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca*, 69.

ANEXOS

ANEXO 1. Imágenes de estudiantes con huertos en sus hogares.

ANEXO 2. Evaluaciones realizadas a los estudiantes de cada institución educativa.

ANEXO 3. Hoja de resultados de concentración de plomo proporcionada por el Software del ICP.