

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

Trabajo Experimental:

**IMPLEMENTACIÓN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL POR MEDIO DE
“AGRICULTURA URBANA” Y VALORACIÓN DE PLOMO, CARBONO Y
COLIFORMES TOTALES EN CINCO CENTROS EDUCATIVOS URBANOS DEL
CANTÓN PAUTE**

AUTORAS:

JESSICA LUCIA LEÓN AVECILLAS

KARINA ESTEFANÍA ULLOA BERMEO

TUTOR:

FREDI LEONIDAS PORTILLA FARFÁN, PhD

Cuenca - Ecuador

2019

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Jessica Lucia León AVECILLAS con documento de identificación N° 01051818388 y Karina Estefanía Ulloa Bermeo con documento de identificación N° 0105109888, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales, en virtud que somos autoras del trabajo de titulación: **IMPLEMENTACIÓN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL POR MEDIO DE “AGRICULTURA URBANA” Y VALORACIÓN DE PLOMO, CARBONO Y COLIFORMES TOTALES EN CINCO CENTROS EDUCATIVOS URBANOS DEL CANTÓN PAUTE**, 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 impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, agosto del 2019



Jessica Lucia León AVECILLAS

C.I. 0105181838



Karina Estefanía Ulloa Bermeo

C.I. 0105109888

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **IMPLEMENTACIÓN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL POR MEDIO DE “AGRICULTURA URBANA” Y VALORACIÓN DE PLOMO, CARBONO Y COLIFORMES TOTALES EN CINCO CENTROS EDUCATIVOS URBANOS DEL CANTÓN PAUTE**, realizado por Jessica Lucia León AVECILLAS y Karina Estefanía Ulloa Bermeo, obteniendo el *Trabajo Experimental* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, agosto del 2019



Fredi Leonidas Portilla Farfán PhD

C.I. 0102824331

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotras, Jessica Lucia León AVECILLAS con documento de identificación N° 0105181838 y Karina Estefanía Ulloa Bermeo con documento de identificación N° 0105109888, autoras del trabajo de titulación: **IMPLEMENTACIÓN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL POR MEDIO DE “AGRICULTURA URBANA” Y VALORACIÓN DE PLOMO, CARBONO Y COLIFORMES TOTALES EN CINCO CENTROS EDUCATIVOS URBANOS DEL CANTÓN PAUTE**, certificamos que el total contenido del *Trabajo Experimental* es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, agosto del 2019



Jessica Lucia León AVECILLAS



Karina Estefanía Ulloa Bermeo

C.I. 0105109888

C.I. 0105181838

AGRADECIMIENTO

A Dios que con su amor me ha brindado muchas bendiciones a lo largo de mi vida, lo que me ha permitido ser la persona que en el momento de hoy soy. A partir de las decisiones que he tomado en el transcurso de mi vida él me ha hecho comprender que en sus manos todo se puede cumplir.

A mi familia de la cual me siento muy agradecida, dado que, ellos hicieron posible el alcance de esta meta con su apoyo incondicional.

A mi director de tesis Fredi Portilla Farfán, PhD; que con sus conocimientos y valores supo guiarnos y apoyarnos en el proyecto de titulación, así como también lo hizo durante nuestra formación académica. De igual manera a todos los profesores que a lo largo de nuestra vida universitaria nos brindaron sus experiencias y conocimientos que a futuro nos serán útiles en la vida profesional.

Finalmente agradecemos a las Instituciones Educativas del cantón Paute, por abrirnos sus puertas y permitirnos desarrollar nuestro trabajo de titulación en trabajo cooperativo con los estudiantes.

DEDICATORIA

A mi mamá, por todo el tiempo dedicado a sus actividades ya que, por ello fue posible la educación y formación de cada uno de sus hijos.

A mis abuelitos (+), que son un pilar fundamental en mi vida dado que en todo momento han estado presentes para mí con sus bendiciones, oraciones, apoyo y muchos buenos momentos vividos.

Jéssica

A mi hijo Juan Francisco, por ser la persona más importante de mi vida y el motivo para superarme cada día.

A mis padres porque sin ellos este logro no hubiese sido posible, por todo el apoyo y cariño que me han brindado durante todo el periodo universitario para que este sueño se cristalice.

A mis hermanos por el apoyo incondicional que me dieron durante toda la carrera, tanto de manera emocional y el ánimo que me brindaron en cada día de la misma.

Karina

RESUMEN

La Educación Ambiental y la Agricultura Urbana están ligadas porque juntas forman un mecanismo eficaz para el aprendizaje de los estudiantes. Además, el huerto urbano se lo usa para la mitigación al cambio climático; en muchas ocasiones en estos sistemas existe contaminación, que ocasionan daños a la salud de las personas. El objetivo del presente estudio fue la implementación de la Agricultura Urbana en cinco centros educativos urbanos del cantón Paute a través de la Educación Ambiental para la determinación de contaminantes y captura de carbono por medio de huertos hortícolas conformados por brócoli (*Brassica oleracea var. italica*), coliflor (*Brassica oleracea var. brotytis*), lechuga simpson (*Lactuca sativa var. black seed*), col (*Brassica oleracea var. capitata*).

La concentración de plomo en los cinco centros educativos se encuentra por encima del CODEX ALIMENTARIUS DE LA FAO del año 2015 (0,30 mg/kg); con respecto a la captura de carbono en la zona urbana fue de 1,1477 ton/CO²m², en el recuento de coliformes totales no hubo presencia en ninguna de las muestras de *E. coli* pero si hubo crecimiento de coliformes totales que están dentro de la norma publicada por Moragas, Busto & Begoña del 2017 que indica un valor de 10² a 10⁴ UFC/gr. En el suelo hay contaminación en dos puntos de muestreo en la Unidad Educativa “26 de Febrero” con un valor de 365 y en la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yugmacay con un valor de 44 mg/kg que excede la norma dispuesta por el TULSMA LIBRO VI ANEXO II DE LA NORMA DE CALIDAD DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS (2015).

Palabras clave: Agricultura urbana, captura de carbono y contaminantes.

ABSTRACT

The Environmental Education and the Urban Farming are bound, because together they form an efficient mechanism for students' knowledge. Also the urban orchard is used to mitigate the climate change. In many occasions in this kinds of systems exist contamination, which can cause health damage to people. The objective of this study was the implementation of the Urban Farming in five educational centers located the canton of Paute through the Environmental Education to determinate pollutants and carbon capture by means of horticultural orchards formed by: Broccoli (*brassica oleracea* var. *italica*), cauliflower (*brassica oleracea* var. *botrytis*), simpson lettuce (*lactuca sativa*) and cabbage (*brassica oleracea* var. *capitata*).

The concentration of lead in all the five educational centers it's found above the FOA's CODEX ALIMENTARIOUS of the year 2015 (0,3 mg/kg). Regarding to the carbon capture in the urban zone, it was 1,1477 ton/CO²m², in the counting of total coliforms there wasn't any presence of *E. coli* in the samples, but there was growing of total coliforms, nevertheless it was within the norm published by Moragas. Busto & Begoña indicates a value of 10² a 10⁴ UFC/gr (2017). There are two points that show soil contamination, the first one is located in "Unidad Educativa Agroinomico Salesiano" campus Yugmacay, it shows a value of 44 mg/kg that exceeds the standard set by TULSMA BOOK VI APPENDIX II of the NORM OF SOIL RESURCES QUALITY AND CONTAMINATED SOIL REMENDATION CRITERION (2015).

Keywords: Urban agriculture, carbon sequestration and contaminates.

INDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.3. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	8
CAPITULO 2: OBJETIVOS	13
2.1. OBJETIVO GENERAL:.....	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO	14
3.1. AGRICULTURA URBANA.....	14
3.1.1. Beneficios del huerto urbano según Ecoagricultor (2013).....	14
3.1.2. Impacto de la Agricultura Urbana.....	15
3.1.3. Agricultura Urbana y sus beneficios ambientales.....	15
3.1.4. Ecología Urbana.....	16
3.1.5. Contaminación del huerto urbano.....	17
3.2. EDUCACIÓN AMBIENTAL.....	17
3.2.1. Antecedentes.....	20
3.2.2. Los objetivos de la educación ambiental.....	26
3.2.3. La educación y el ambiente.....	28
3.2.4. La educación y la sociedad.....	29
3.2.5. La educación ambiental y su relación con la pedagogía.....	29
3.2.6. La educación ambiental y el desarrollo sostenible.....	30
3.2.7. Corrientes y modelos pedagógicos de la Educación Ambiental.....	31
3.3. CONTAMINACIÓN.....	36
3.3.1. Metales Pesados.....	36
3.3.2. Contaminación por Metales Pesados.....	37
3.3.3. Plomo.....	38
3.3.4. Contaminación por Plomo en Hortalizas.....	39
3.3.5. Captación y translocación del Plomo en hortalizas.....	40
3.3.6. Contaminación del suelo por plomo.....	42

3.3.7.	<i>Plomo y el uso de plaguicidas</i>	45
3.3.8.	<i>Contaminación microbiológica en el huerto urbano</i>	46
3.4.	CAMBIO CLIMÁTICO Y EFECTO INVERNADERO	48
3.4.1.	<i>Cambio climático</i>	48
3.4.2.	<i>Tendencias de cambio climático</i>	50
3.4.3.	<i>La actividad humana y el clima</i>	50
3.4.4.	<i>Mitigación al Cambio Climático</i>	51
3.4.5.	<i>Carbono</i>	52
3.4.6.	<i>Dióxido de Carbono</i>	52
3.4.7.	<i>Ciclo del carbono</i>	52
3.4.8.	<i>Sumideros de Carbono</i>	55
3.4.9.	<i>Secuestro de Carbono</i>	56
3.4.10.	<i>Captura de carbono</i>	56
3.4.11.	<i>Agricultura y Cambio Climático</i>	57
3.4.12.	<i>Efecto Invernadero</i>	59
3.5.	ESPECIES VEGETALES	61
3.5.1.	<i>Brócoli</i>	61
3.5.2.	<i>Coliflor</i>	62
3.5.3.	<i>Col de repollo</i>	62
3.5.4.	<i>Lechuga</i>	64
3.5.5.	<i>Plantas Auxiliares</i>	65
3.5.6.	<i>Hierbas malas presentes en el cultivo según Greenwood (2000)</i>	66
3.6.	PLAGAS ENCONTRADAS EN LOS CULTIVOS	66
3.6.1.	<i>Mosca Blanca (Bemisia tabaci)</i>	66
3.6.2.	<i>Chochinilla de la Humedad o bicho bolita Armadillidium Vulgare</i>	70
3.6.3.	<i>Polilla de la col (Plutella xylostella)</i>	72
3.6.4.	<i>Agrotis Ipsilon</i>	75
	CAPÍTULO 4: MATERIALES Y MÉTODOS	78
4.1.	GESTIÓN	78
4.2.	EJECUCIÓN DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL	78
4.2.1.	<i>Temas Tratados en las Capacitaciones de Educación Ambiental</i>	78
4.2.2.	<i>Estudiantes participantes del proyecto</i>	80
4.2.3.	<i>Actividades realizadas en el proyecto Educación Ambiental en las Instituciones Educativas</i>	81
4.2.4.	<i>Ejecución del Huerto urbano</i>	89

4.2.5.	<i>Siembra</i>	93
4.2.6.	<i>Riego</i>	97
4.2.7.	<i>Control Ecológico de Plagas</i>	99
4.2.8.	<i>Toma de datos de los cultivos</i>	101
4.2.9.	<i>Cosecha</i>	102
4.3.	MUESTREO	103
4.4.	MUESTREO DE PLOMO EN EL SUELO	104
4.5.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	105
4.5.1.	<i>Toma de muestras</i>	105
4.5.2.	<i>Preparación de la muestra</i>	105
4.5.3.	<i>Inoculación e Incubación</i>	107
4.5.4.	<i>Determinación de Unidades Formadoras de Colonia sobre gramo (UFC/gr)</i>	110
4.6.	CAPTURA DE CARBONO	110
4.6.1.	<i>Preparación de la muestra</i>	111
4.6.2.	<i>Determinación de la cantidad de Carbono en las muestras</i>	114
4.6.3.	<i>Determinación de la cantidad de CO2 secuestrada en las muestras</i>	114
CAPÍTULO 5: RESULTADOS		116
5.1.	EDUCACIÓN AMBIENTAL	116
5.1.1.	<i>Tabulación de las encuestas dirigidas al alumnado</i>	116
5.2.	CAPTURA DE CARBONO	137
5.2.1.	<i>Altura alcanzada por la planta semanalmente</i>	137
5.2.2.	<i>Carbono capturado</i>	145
5.3.	CAPTURA DE PLOMO A TRAVÉS DE LA BIOMASA VEGETAL	155
5.4.	CAPTURA DE PLOMO PRESENTE EN LA MATRIZ SUELO	161
5.5.	COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS CINCO PUNTOS DE ESTUDIO	163
5.5.1.	<i>Captura de Carbono</i>	163
5.5.2.	<i>Captura de plomo</i>	170
5.6.	COLIFORMES TOTALES	175
CAPÍTULO 6: DISCUSIÓN		182
CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES		187
CAPÍTULO 8: BIBLIOGRAFÍA		187
CAPÍTULO 9: ANEXOS		197

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Corrientes y modelos pedagógicos de la Educación Ambiental	36
Tabla 2 Límites máximos permisibles de concentración de Plomo en agua, y alimentos para el consumo humano.....	40
Tabla 3 Clasificación de los plaguicidas según su vida media y persistencia en el ambiente	46
Tabla 4 Captación de Carbono en el sistema agrícola ecológico y convencional.....	58
Tabla 5 Condiciones Para el Desarrollo de la Brassica oleracea var.italica	61
Tabla 6 Condiciones Para el Desarrollo de la Brassica oleracea var. brotytis	62
Tabla 7 Condiciones Para el Desarrollo de la Brassica oleraceae var. capitata	63
Tabla 8 Taxonomía de la Crucíferas.....	64
Tabla 9 Condiciones Para el Desarrollo de la Lactuta Sativa	65
Tabla 10 Temas Tratados en las Instituciones Educativas en Educación Ambiental	80
Tabla 11 Estudiantes Participantes en el proyecto de Educación Ambiental	81
Tabla 12 Actividades realizadas con los estudiantes en el proyecto de Educación Ambiental	89
Tabla 13 Fecha de la Siembra, muestreo y cosecha en cada uno de los cultivos en las cinco Instituciones Educativas.....	96
Tabla 14 Cronograma de riego en las instituciones educativas.....	98
Tabla 15 Identificación de cada institución educativa	98
Tabla 16: Especies Vegetales y su nomenclatura usada en el diseño de bloques al azar.....	103
Tabla 17 Altura de las hortalizas por semana en la Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute", expresada en cm.....	137
Tabla 18.. Altura de las hortalizas por semana en la Unidad Educativa "26 de Febrero", expresada en cm.	139
Tabla 19. Altura de las hortalizas por semana en la Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora", expresada en cm.	140
Tabla 20. Altura de las hortalizas por semana en la Unidad Educativa "Agronómico Salesiano" Campus Yugmacay, expresada en cm.....	142
Tabla 21. Altura de las hortalizas por semana en la Unidad Educativa "Ciudad de Paute", expresada en cm.	143
Tabla 22. CO ₂ capturado por el cultivo de la Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute". expresada en tn CO ₂ /m ²	145
Tabla 23. CO ₂ capturado por el cultivo de la Unidad Educativa "26 de Febrero". expresada en tn CO ₂ /m ²	147
Tabla 24. CO ₂ capturado por el cultivo de la Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora". expresada en tn CO ₂ /m ²	149
Tabla 25. CO ₂ capturado por el cultivo de la Unidad Educativa "Agronómico Salesiano" Campus Yugmacay. expresada en tn CO ₂ /m ²	151
Tabla 26. CO ₂ capturado por el cultivo de la Unidad Educativa "Ciudad de Paute". expresada en tn CO ₂ /m ²	153
Tabla 27. Plomo capturado por el cultivo de la Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute". expresada en mg/Kg.	155
Tabla 28. Plomo capturado por el cultivo de la Unidad Educativa "26 de Febrero". expresada en mg/Kg.	156

Tabla 29. Plomo capturado por el cultivo de la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”, expresada en mg/Kg.	157
Tabla 30. Plomo capturado por el cultivo de la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay. expresada en mg/Kg.....	158
Tabla 31. Plomo capturado por el cultivo de la Unidad Educativa "Ciudad de Paute". expresada en mg/Kg.....	159
Tabla 32. Plomo capturado por el Culantro en cada Institución Educativa. expresada en mg/Kg.....	160
Tabla 33. Plomo capturado por la matriz suelo en cada Institución Educativa. expresada en mg/Kg.....	161
Tabla 34. Altura alcanzada por cada hortaliza en cada una de las Instituciones Educativas, expresada en cm.	163
Tabla 35. CO ₂ capturado por cada hortaliza en cada Institución Educativa. expresada en tn CO ₂ /m ²	165
Tabla 36. CO ₂ capturado por cada hortaliza en la zona urbana del Cantón Paute. expresada en tn CO ₂ /m ²	168
Tabla 37. Plomo capturado por cada hortaliza en cada Institución Educativa. expresada en mg/Kg.....	170
Tabla 38. Plomo capturado por cada hortaliza en la zona urbana del Cantón Paute. expresada en mg/Kg.	173
Tabla 39 Coliformes totales en la Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute".....	175
Tabla 40 Coliformes totales en la Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora".....	176
Tabla 41 Coliformes totales de la Unidad Educativa "Agronómico Salesiano “campus Yugmacay	177
Tabla 42 Coliformes totales de la Unidad Educativa “26 de Febrero”	178
Tabla 43 Coliformes totales de la Unidad Educativa “Ciudad de Paute”.....	179
Tabla 44 Coliformes Totales en las cinco Instituciones Educativas	180

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Mapa de ubicación de las cinco Instituciones Educativas	9
Ilustración 2 Huertos urbanos y su problemática en la salud	16
Ilustración 3 Principales vías de captación de metales pesados por las plantas	41
Ilustración 4 Dinámica de los Metales Pesados.....	42
Ilustración 5 Fuentes de Contaminación por Metales Pesados en Aire, Suelo y Agua	44
Ilustración 6 Esquema que demuestra la dinámica del plaguicida en el ambiente	46
Ilustración 7 Emisiones Antropogénicas anuales de carbono (CO ₂), (giga tonelada de CO ₂ , equivalente al año GtCO ₂), /año) producidos por la quema de combustibles fósiles, producción de cemento, silvicultura y la deforestación.....	49
Ilustración 9 Ciclo Global del Carbono son sus flujo y sumideros en GtC × 10 ⁹	56
Ilustración 10 Flujos de Materia Orgánica y Gases de Efecto Invernadero en la Tierra.....	57
Ilustración 11 Diagrama de un ecosistema agrícola indicando los aspectos más relevantes	58
Ilustración 12 Comportamiento y flujos globales del Carbono en Petagramos.....	60
Ilustración 13 Ciclo de Vida del Agrotis Ipsilon	76
Ilustración 14 Elaboración de las cajoneras en la Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora"	91
Ilustración 15 Elaboración de las cajoneras en la Unidad Educativa "Ciudad de Paute"	91
Ilustración 16 Limpieza del terreno en la Escuela de Educación Básica Particular "San José"	92
Ilustración 17 Limpieza del terreno en la Unidad Educativa "Agronómico Salesiano" campus Yumagcay	92
Ilustración 18 Labranza mínima y elaboración de las camas de cultivo en la Unidad Educativa "26 de Febrero".....	93
Ilustración 19 Labranza mínima del terreno y elaboración de las camas de cultivo en la Unidad Educativa "Agronómico Salesiano" campus Yumagcay.....	93
Ilustración 20 Siembra en la institución educativa Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute".....	94
Ilustración 21 Siembra en la institución educativa Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora"	94
Ilustración 22 Siembra en la institución educativa Unidad Educativa "Agronómico Salesiano" campus Yumagcay.....	95
Ilustración 23 Siembra en la institución educativa Unidad Educativa "26 de Febrero".....	95
Ilustración 24 Siembra en la institución educativa Unidad Educativa "Ciudad de Paute"	95
Ilustración 25 Riego en las instituciones educativas Unidad Educativa "26 de Febrero" y Unidad Educativa "Ciudad de Paute".....	98
Ilustración 26 toma de datos en la institución educativa Unidad Educativa "Agronómico Salesiano" campus Yumagcay.....	101
Ilustración 27 Cosecha de las hortalizas	102
Ilustración 28 Cuarteo de la Muestra.....	104
Ilustración 29: Pesado de la Peptona.....	105
Ilustración 30 Disolución de la Peptona a través de calor	106
Ilustración 31 Muestras de 200 ml listas para llevar al autoclave	106
Ilustración 32 Muestras a ser autoclavadas	107
Ilustración 33 Muestras homogenizadas para preparar la inoculación	107
Ilustración 34 Siembra de la Muestra en Blanco.....	108
Ilustración 35 Siembra de las muestras en las placas Petrifilm	108

Ilustración 36	Dispersión de la Muestra	109
Ilustración 37	Solidificación de las placas Petrifilm	109
Ilustración 38	Conteo de colonia con ayuda del contado de colonias	110
Ilustración 39	Preparación de las muestras previo ingreso a la estufa	111
Ilustración 40	Muestras colocadas en la estufa para el secado de las mismas	112
Ilustración 41	Muestras secadas luego de pasado las 24 horas en la estufa.....	112
Ilustración 42	Pesado de la muestra.....	113

LISTADO DE FIGURAS

Figura. 1 Distribución del huerto urbano	97
Figura. 2 Altura de las hortalizas por semana en la Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute".....	138
Figura. 3 Altura de las hortalizas por semana en la Unidad Educativa "26 de Febrero".	139
Figura. 4 Altura de las hortalizas por semana en la Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora",.....	141
Figura. 5 Altura de las hortalizas por semana en la Unidad Educativa "Agronómico Salesiano" Campus Yugmacay.....	142
Figura. 6 Altura de las hortalizas por semana en la Unidad Educativa "Ciudad de Paute".....	144
Figura. 7 CO ₂ capturado por el cultivo de la Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute".....	146
Figura. 8 CO ₂ capturado por el cultivo de la Unidad Educativa "26 de Febrero".	148
Figura. 9. CO ₂ capturado por el cultivo de la Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora".	150
Figura. 10 CO ₂ capturado por el cultivo de la Unidad Educativa "Agronómico Salesiano" Campus Yugmacay.....	152
Figura. 11 CO ₂ capturado por el cultivo de la Unidad Educativa "Ciudad de Paute".	154
Figura. 12 Plomo capturado por el cultivo de la Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute".....	155
Figura. 13 Plomo capturado por el cultivo de la Unidad Educativa "26 de Febrero".....	156
Figura. 14 Plomo capturado por el cultivo de la Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora".....	157
Figura. 15 Plomo capturado por el cultivo de la Unidad Educativa "Agronómico Salesiano" Campus Yugmacay.....	158
Figura. 16 Plomo capturado por el cultivo de la Unidad Educativa "Ciudad de Paute".	160
Figura. 17 Plomo capturado por el Culantro en cada Institución Educativa.	161
Figura. 18 Plomo capturado por la matriz suelo en cada Institución Educativa.	162
Figura. 19 Altura alcanzada por cada hortaliza en cada Institución Educativa.....	164
Figura. 20 CO ₂ capturado por cada hortaliza en cada Institución Educativa.	166
Figura. 21 CO ₂ capturado por cada cultivo en la zona urbana del Cantón Paute.....	167
Figura. 22. CO ₂ capturado por cada hortaliza en la zona urbana del Cantón Paute.	168
Figura. 23. Plomo capturado por cada hortaliza en cada Institución Educativa.	171
Figura. 24 Plomo capturado por cada cultivo en la zona urbana del Cantón Paute.....	171
Figura. 25 Plomo capturado por cada hortaliza en la zona urbana del Cantón Paute.....	173
Figura. 26 Plomo capturado por la matriz suelo en cada Institución Educativa.	174
Figura. 27 Coliformes Totales en la Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute"	175
Figura. 28 Coliformes totales en la Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora"	176
Figura. 29 Coliformes Totales en la Unidad Educativa "Agronómico Salesiano".....	177
Figura. 30 Coliformes Totales en la Unidad Educativa "26 de Febrero"	178
Figura. 31 Coliformes Totales en la Unidad Educativa "Ciudad de Paute"	179
Figura. 32 Coliformes Totales en las 5 Instituciones Educativas.....	181

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES.

Desde la época de 1980, los huertos urbanos se han considerado importantes, ya que han ido adquirido ciertas cualidades con respecto a la soberanía alimentaria, con la calidad de las producciones destinadas para el consumo y con la creación de fuentes de trabajo; de igual manera, con la mejora de la calidad de vida de las personas, la formación en la parte ambiental, los vínculos sociales y con el rediseño de la parte urbanística. Esto se ha logrado con la participación de ciertas corrientes sociales, la concienciación de la población y con la predisposición ciudadana (Zaar, 2011).

Se dice que la agricultura urbana difiere de la agricultura rural en los aspectos culturales, espaciales y económicos. Dado que, la zona urbana tiene una estructura compleja y diversificada, por ende, la práctica agrícola implica de la elaboración de un diseño y de una planificación (Cruz M. C., 2016). Se la conoce también, como una agricultura en la cual se obtienen alimentos de primera necesidad como tubérculos, frutas y plantas medicinales, mismos que pueden ser cultivadas en invernaderos o a campo abierto, los cuales pueden ser ubicados en patios, terrazas, balcones o en espacios públicos debido a que su producción es a pequeña escala, motivo por el cual se requiere de espacios pequeños presentes en el interior de las ciudades (Herrera, 2009).

Este modelo de agricultura tiene varios objetivos entre ellos, la obtención de alimentos propios, frescos y nutritivos que ayudan a mantener la salud de la población, el aumento de espacios verdes dentro de la ciudad que aporta con la mejora de la calidad del aire, contribuye con el incremento de ingresos económicos a aquellas familias de escasos recursos de las ciudades disminuyendo así la pobreza, con la reducción del uso de transporte desde la zona de producción

hasta los mercados reduciendo así las emisiones de gases contaminantes provenientes de la combustión de los combustibles, también, se disminuye el consumo de alimentos envasados en recipientes plásticos, metálicos y entre otros materiales que son considerados dañinos al ambiente. Por otra parte, el manejo del huerto es amigable con el ambiente ya que se lo realiza empleando insumos de fuentes orgánicas por lo que no se requiere del uso de fertilizantes agroquímicos y finalmente, su producción se considera agro biodiversa misma que ayuda a conservar los recursos naturales (ABITIERRA, 2000).

De lo anteriormente mencionado, se llega a la conclusión de que la ciudad y la agricultura siempre se han encontrado vinculadas porque se la ha dispuesto como una alternativa para el progreso urbano de acuerdo a hechos suscitados con anterioridad como se detalla a continuación.

Durante el siglo XIX e inicios del siglo XX, se introduce el proyecto de los Huertos para Pobres o Poor Gardens en las ciudades de Reino Unido, noreste de Europa y noreste de los Estados Unidos, como una disposición para el sustento de la sociedad, del mismo modo fue una manera de llegar a tomar el control de la sociedad y así modificar las rutinas y ciertos modelos de vida ciudadinas. Al cabo de la primera mitad del siglo XX durante los enfrentamientos a nivel mundial, los huertos urbanos como en el caso de los llamados Huertos de guerra o War Gardens, alcanzaron una índole nacional y de sustento, favoreciendo así con la economía de la guerra y a la vez siendo un complemento para la mejora de la integridad de la población. En ese entonces a las ciudades les correspondía producir sus propios alimentos por medio del uso de los recursos que tenían disponibles como los espacios libres, los programas de aprendizaje acerca de agricultura, el uso alternativo de los desechos y algunas técnicas que faciliten la preservación de los alimentos. En la etapa del siglo XXI en las ciudades modernas, la agricultura urbana desempeña ciertas funciones tales como la de educación ambiental y alimentaria, la terapéutica,

la de consolidación comunitaria y la de apertura de fuentes laborales. En los últimos años, la agricultura urbana se desarrolla con la iniciativa de incrementar los espacios verdes a través de cultivos, dado que en ciertos casos el financiamiento es por parte de los gobiernos de cada lugar por lo que se dice que esta forma de producción agrícola está vinculada con la autogestión, el desarrollo local, la reparación de ambientes degradados, la participación social y el fortalecimiento del trabajo en comunidad; actualmente existen otros objetivos como el de formar ciudades más sostenibles con la introducción de la naturaleza en las mismas por medio de espacios verdes biodiversos (Erazo, 2012). Hay constancia de algunos acontecimientos en varias ciudades del Ecuador acerca de la Agricultura Urbana como lo es el caso del Proyecto de Agricultura Urbana Participativa (Agrupar) en Quito, el Programa de Agricultura Urbana (PAU) en la ciudad de Cuenca, Zumar en Guayaquil y el Programa de Agricultura Orgánica (PAO) por parte del Consejo Provincial del Guayas (Rogriguez, 2016).

En la provincia del Azuay en enero del año de 1998, se realizó el Programa de Agricultura Urbana en Cuenca (PAUC) impulsada por la Municipalidad de esta ciudad, cuyo objetivo fue rescatar las costumbres culturales por medio de la participación ciudadana enfocada hacia el desarrollo comunitario, la mejora de la gestión ambiental haciendo énfasis en la preservación de áreas verdes y la reducción de la inestabilidad alimentaria procedente de la crisis económica que sufría el país en ese entonces. Por tal razón, se consideró unir a la población para reforzar las prácticas de Agricultura Urbana y Ecológica, con el fin de garantizarles la provisión de alimentos, la creación de fuentes de trabajo y la mercantilización de los excedentes generando así ingresos que ayudan a la economía de la sociedad. Con este proyecto se logró obtener alimentos orgánicos aptos para el consumo humano, mismos que tenían un alto valor nutricional, cierta cantidad de la producción fue destinada al mercado aumentando así los ingresos de las

personas y de igual manera atribuyó con la mejora de la calidad del ambiente, a partir del uso prudente de los recursos locales destinados a la producción agrícola (ABITIERRA, 2000).

A nivel del Austro se ha estructurado la Asociación de Productores Agroecológicos del Austro (APAAUSTRO), la cual es una organización que trabaja en las provincias del Azuay, Cañar y Morona Santiago, dicho proyecto es asesorado técnicamente por parte del Programa de Agricultura Urbana. Los miembros de esta organización producen recursos para su supervivencia y el sobrante es comercializado en el Biocentro localizado al suroeste del centro de Cuenca, siendo un lugar dispuesto para esta actividad a partir de un convenio realizado entre APAAUSTRO con la SENPLADES, el Municipio de Cuenca y el MAGAP (Walters, 2015) .

De acuerdo a los datos mencionados por el INEC en el 2012, el inventario acerca del índice de áreas verdes en la parte urbana es a nivel Nacional el 13.01 m²/hab., a nivel provincial el Azuay tiene un índice de 11.89 m²/hab. y a nivel cantonal Paute tiene un registro de 21.98 m²/hab. (INEC, 2012). Por lo que, los Municipios tratan de implementar la elaboración y el mantenimiento de las áreas verdes destinadas para el esparcimiento y recreación de la población como una estrategia para mejorar la calidad ambiental. Por otro lado, al ser biodiverso se lo considera como un instrumento estético dado que mejora la parte paisajística de ese espacio; también posee una función pedagógica ya sea para la educación y sensibilidad ambiental de niños y adultos, estos huertos son puestos en práctica en los centros educativos para impulsar un estilo de vida saludable al ingerir alimentos orgánicos (Alvear, 2016); además, se ha tornado como una medida para disminuir la huella ecológica en las ciudades (EL UNIVERSO, 2015).

Por otro lado, el Ministerio del Ambiente plantea una Estrategia Nacional de Educación Ambiental durante el período 2017- 2030, de tal manera que se aporte a la formación académica de los estudiantes de los niveles de Educación Inicial, General Básica y Bachillerato; cuyo

objetivo general es “impulsar el desarrollo de una identidad y conciencia ambiental en la población ecuatoriana, que la persuada a actuar coherentemente como parte de la naturaleza en todas sus relaciones socio-ambientales, aplicando apropiadamente la normativa ambiental, las políticas y objetivos de desarrollo sostenible” (MAE, 2017).

Sin embargo, a medida que la población se ha extendido demográficamente en la parte urbana se ha perdido las áreas verdes; por otro lado, la sociedad ha ejercido actividades que están perjudicando a la sostenibilidad de la naturaleza como es el caso de la producción agrícola en monocultivos, el uso de agroquímicos, el uso de los medios de transporte, los incendios forestales y otras actividades que degradan la naturaleza provocando un desequilibrio en sus ciclos naturales es por aquello que se ha recurrido a la Agricultura Urbana como una herramienta para la de medición de la contaminación ambiental presente en un determinado lugar y al Programa de Educación Ambiental con el fin de sensibilizar a la sociedad acerca del aporte que podemos dar con alternativas que favorezcan al cuidado y preservación de los recursos naturales.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El incremento de la población en las zonas urbanas ha provocado una expansión territorial desmesurada ocasionando de esta manera la pérdida de los espacios verdes, dando como consecuencia la disminución de la captación de los gases de carbono provenientes principalmente del transporte, la pérdida de la permeabilidad del suelo provocada por la erosión, la acumulación del calor en ciertas estructuras y superficies (Fernández, 2016). Es por tal razón, que se recurre a la agricultura en la zona urbana que desde siempre ha formado parte de las ciudades, pero que ha ido desvaneciéndose a medida que se reducía la interacción con la naturaleza dado que las personas poseen un estilo de vida citadina.

Es por todas aquellas consecuencias, que se ha planteado la necesidad de retomar las prácticas agrícolas en la parte urbana con la ayuda del programa de educación ambiental en los centros educativos; así mismo, servirá como un aporte preliminar acerca de la calidad ambiental del Cantón a través de la vinculación con la sociedad.

Cabe mencionar que las Instituciones Educativas del Cantón no cuentan con una planificación interna de educación ambiental, por lo que se ha propuesto realizar este proyecto con los estudiantes de cada centro educativo. De esta manera se podrá inculcar responsabilidades acerca del cuidado del planeta; para lo cual se va a fomentar el interés y participación mediante actividades recreativas como charlas, talleres que ayudarán a la adquisición de conocimientos sobre temáticas ambientales que a futuro permitirá a los estudiantes tomar decisiones que favorezcan con la protección de la naturaleza y con el uso adecuado de los recursos naturales; de igual manera se ejecutarán actividades en campo con el fin de poner en práctica los conocimientos adquiridos en el aula.

Por otro lado, el desarrollo de la Agricultura Urbana por medio de huertos hortícolas se considera como una alternativa de medición de la contaminación dado que, la principal vía de ingreso de metales pesados a las plantas es a través del aire, del agua y del suelo, de esta manera las plantas son el vínculo para la transferencia de metales pesados. La preocupación de ello repercute en que por medio del consumo de plantas estos tóxicos ingresan a la cadena trófica y en que los niveles de estos elementos en los vegetales van a depender de la disponibilidad del elemento en el ambiente, de la especie vegetal y de la parte del vegetal a ser analizada (Mendoza, 2005).

De acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Paute, en el cual se indica que por el momento no existen puntos de control y monitoreo de contaminación del aire por emisión

de gases y concentración de PM5 y PM10 y ruido (GADM Paute, 2015), dicho impacto es ocasionado por las actividades extractivas, el tránsito, los procesos industriales ocasionando una afectación media en el entorno ambiental (GADM Paute, 2014); por lo cual se planteó esta investigación con el objetivo de obtener resultados iniciales acerca de la situación medioambiental actual en el cantón, con la finalidad de promover el desarrollo integral de las personas y a la vez garantizar una calidad de vida apropiada.

El contaminante a cuantificar es un metal pesado como el caso del plomo, cabe mencionar que el plomo es un elemento que no cumple ninguna función dentro de la fisiología del cuerpo humano, este componente se encuentra de manera natural y también se halla en la pintura vieja, desechos electrónicos, en el suelo, en el agua, en los gases de combustión producidos por la gasolina y en los alimentos. Cuyos efectos están en función a la magnitud de la exposición, de las características de la persona, aunque los más susceptibles son los niños ya que sus efectos están relacionados con el aprendizaje, la atención y el crecimiento. Así mismo, la intoxicación por este elemento causa alteraciones renales, daño cerebral y muerte súbita razón por la que se lo considera como un problema de salud pública (Pilco & Viera, 2014).

El Ecuador de acuerdo al INEC en el 2011, considera a las molestias gastrointestinales como una causa principal de la mortalidad infantil (Galarza, 2017); por otro lado, en el cantón Paute los principales problemas de salud que presenta la población son por Dermatitis, Parasitosis y EDA (Enfermedad diarreica ambulatoria es la Parasitosis Aguda, Gastroenteritis, Diarrea sin deshidratación, Transgresión alimentaria, Salmonelosis) (GADM Paute, 2014). Por lo que se ve necesario determinar la característica microbiológica que presentan las hortalizas, por medio de la cuantificación de coliformes totales y así aportar con información acerca de la

existencia de organismos patógenos en un cultivo que se ha manejado de acuerdo a los fines que expone la Agricultura Urbana.

Es por ello que se ha planteado para el estudio el uso de bioindicadores como es el caso de los cultivos de hortalizas, dado que, estas especies son consumidas en grandes cantidades porque son vitales para mantener una correcta alimentación debido a sus propiedades alimenticias ya que son consideradas como una fuente de vitaminas, minerales, fibra y energía. A pesar de estos beneficios, la parte preocupante está en que durante su producción están expuestos a una contaminación tanto biológica como química, condición que provoca riesgo para la salud humana.

1.3. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Cantón Paute se encuentra ubicado en el noreste de la Provincia del Azuay, en la latitud sur $2^{\circ} 46'55''$ y longitud oeste $78^{\circ} 45'6''$, al norte le limita el cantón Azogues de la provincia del Cañar, el este los cantones Sevilla de Oro y Guachapala, al sur se encuentra el cantón Gualaceo y en el oeste el cantón Cuenca. El Área Urbana del Cantón Paute ocupa la parte central del cantón a orillas del río Paute y del Collay, limita al norte, con las parroquias Bulán y Dug Dug; al sur, con la parroquia El Cabo; al este, con el cantón Guachapala y en parte con la parroquia Chicán y al oeste, con la parroquia San Miguel del cantón Azogues de la provincia del Cañar (GADM Paute, 2014).

Mapa de ubicación de centros educativos urbanos del cantón Paute

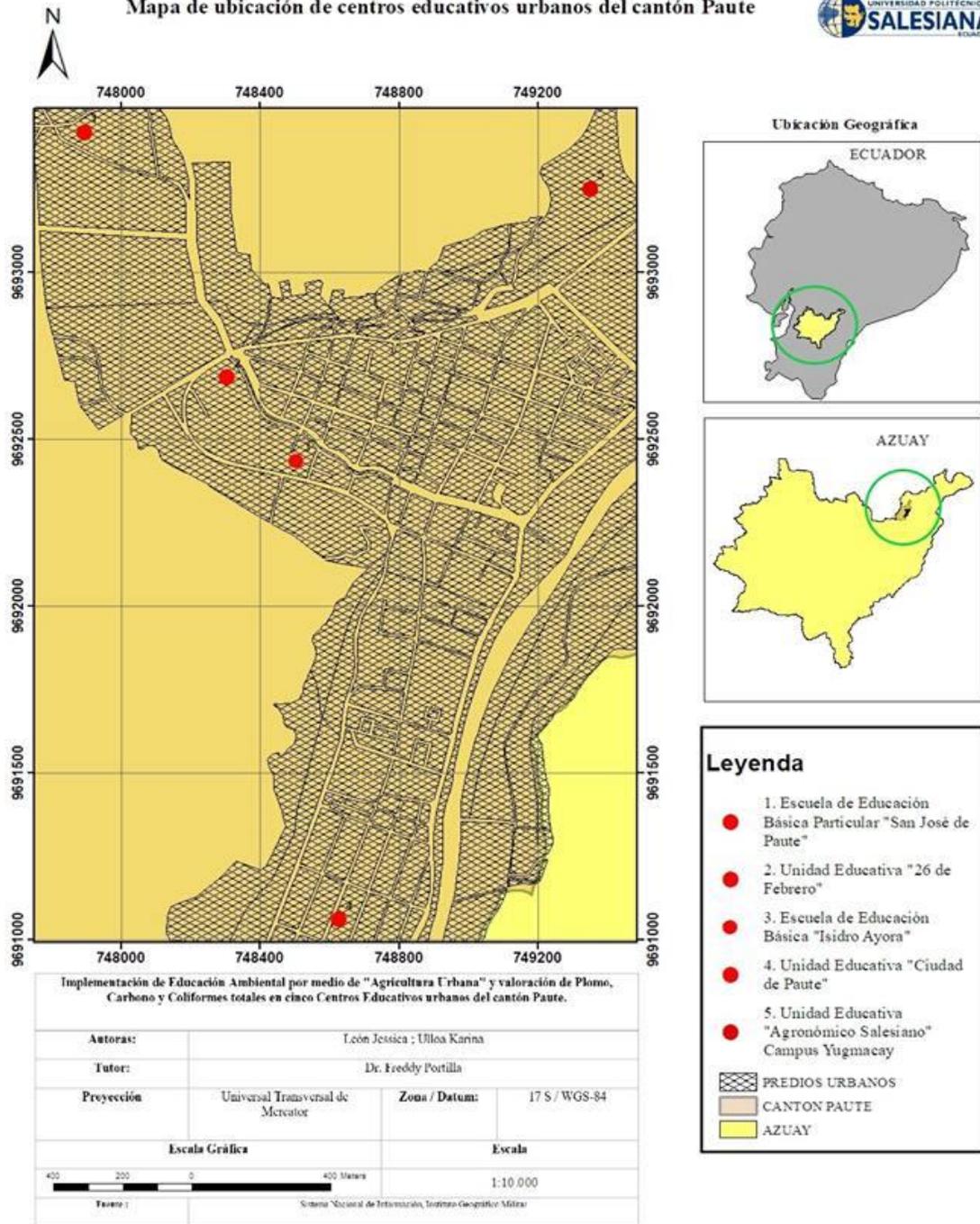


Ilustración 1 Mapa de ubicación de las cinco Instituciones Educativas

Fuente: Autor(es)

Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”, es una institución que, bajo las directrices de Sor Angélica Ligia Solórzano Mena, es pionero en innovaciones pastorales y pedagógicas, con sentido de liderazgo, conciencia ética y pensamiento crítica que busca desarrollar en las niñas, niños y adolescentes, facultades afectivas, intelectuales y creativas, para lograr los más altos niveles de calidad.

Datos generales:

Dirección: Av. Antonio Mancilla 8-70

Teléfono: (593) 07-2250-800

Email: escsanjose.sanjose@gmail.com

Unidad Educativa “26 de Febrero”, es una institución que, bajo las directrices del Doctor Segundo Víctor Toledo Calle, está inspirada en ser una institución educativa de calidad educativa, formando alumnos competitivos, emprendedores, capaces de continuar con sus estudios superiores e insertarse en el mundo laboral interpretando nuestros valores ancestrales.

Datos generales:

Dirección: Vía Interoceánica e India Pau 1043 ruta a Bulán

Teléfono: (593) 07-2250-200

Email: col26febrero1964@hotmail.com

Unidad Educativa “Agronómico Salesiano”, es una institución que, bajo las directrices del Ingeniero Saúl Leandro Guamán Álvarez, se orienta en ser una Institución Educativa Salesiana al servicio de la niñez y juventud, que educa evangelizando y evangeliza educando, con las nuevas tendencias educativas, la pedagogía de Don Bosco y los avances científico-tecnológicos, para formar buenos cristianos y honrados ciudadanos.

Datos generales:

Avenida: Campus Yumagcay

Teléfono: 2125-109

Email: agronicosalesiano@gmail.com/

Unidad Educativa “Ciudad de Paute”, es una institución que, bajo las directrices del Mgs. César Xavier Barrera Garnica, se enfoca en formar ciudadanos reflexivos y comprometidos con la transformación social ecuatoriana, a través del fortalecimiento de las capacidades humanas, la interiorización y ejercicio continuo de principios, valores y prácticas democráticas está inmersa dentro de las escuelas del buen vivir, siendo referente del cantón Paute en la aplicación de estos proyectos de acuerdo a los componentes y lineamientos del buen vivir en el ámbito educativo.

Datos generales:

Avenida: Luntur sn Gonzalo Cobos y Alejandro Ordoñez

Teléfono: (593) 07-2509106 / 2509036

Email: colcepaute@yahoo.es

Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”, es una institución que, bajo las directrices del Mgs. Wilson Oswaldo Vélez Andrade, es una comunidad educativa distinguida, educadora de la niñez y juventud de todos los sectores; brindando una educación de calidad y calidez, desarrollando sus capacidades, fomentando sus habilidades y valores con docentes competentes e innovadores; a través de capacitación y la actualización, implementando estrategias metodológicas activas cumpliendo los estándares de calidad educativa que responda a los desafíos del mundo actual, se defiendan solos en el futuro y sean capaces de desenvolver ser ante la sociedad.

Datos generales:

Avenida: Av. 3 de noviembre 1-29 Julio María Matovelle – India Pau – Av.

Interoceánica

Teléfono: (593) 07-2250-188

Email: isidroayorapaute@hotmail.com

CAPITULO 2: OBJETIVOS

2.1. Objetivo general:

Implementar la Agricultura Urbana en cinco centros educativos (Unidad Educativa Ciudad de Paute, Unidad Educativa 26 de Febrero, Escuela de Educación Básica Isidro Ayora, Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”, Unidad Educativa Agronómico Salesiano (Campus Yugmacay) del Cantón Paute a través de la educación ambiental y la determinación de la concentración de contaminantes y captura de Carbono por medio de los huertos hortícolas conformados por: Brócoli (*Brassica oleracea var. italica*), coliflor (*Brassica oleracea var. brotytis*), lechuga simpson (*Lactuca sativa var. black seed*), col (*Brassica oleracea var. capitata*).

2.2. Objetivos específicos

- Fomentar la educación ambiental para los niños y jóvenes a través, de capacitaciones didácticas para mejorar la toma de futuras decisiones acerca del cuidado del planeta.
- Implementar el proyecto de Agricultura Urbana en los centros educativos por medio, de huertos hortícolas y trabajo cooperativo, para retomar las prácticas agrícolas en la zona urbana.
- Cuantificar los niveles de Plomo y captura de Carbono, en función a cada especie de hortaliza sembrada y a la vez, los niveles de Plomo presentes en el suelo.
- Analizar estadísticamente los niveles de Plomo y captura de Carbono.
- Realizar análisis microbiológico de *coliformes totales* presentes en las hortalizas sembradas.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

3.1. Agricultura Urbana

La agricultura urbana es una forma de producción agrícola que se desarrolla en las zonas urbanas y periurbanas de las ciudades, y se hace el uso de materiales y técnicas diferentes a las convencionales; la agricultura urbana presenta beneficios ambientales al mismo tiempo que incorporan espacios verdes en las urbes. Se considera agricultura urbana a toda producción de alimentos en una ciudad que se realice en terrazas, patios y lugares al aire libre a escala pequeña. La AU forma una herramienta complementaria que propone generar ingresos en el núcleo familiar y el cultivo de alimentos saludables (Hernández L. , 2006; Rodriguez & Proaño, 2016).

En Latinoamérica muchos municipios reconocen la Agricultura Urbana como una estrategia que permite una gestión en la urbe de forma sostenible y equitativa. La agricultura urbana difiere de la que se desarrolla en el ámbito rural por la forma en que se desarrolla, el espacio que se usa para la actividad y la parte económica de la misma. El ambiente urbano es complejo y con mucha diversidad, la Agricultura Urbana representa una forma como se mejora la calidad de vida y se crea una huella ecológica en las ciudades (Cruz M. , 2016).

Los riesgos de la AU son una potencial contaminación, problemas a la salud por prácticas agrícolas inadecuadas en el manejo del cultivo entre otros problemas que se pueden presentar (Lara, 2008).

3.1.1. Beneficios del huerto urbano según Ecoagricultor (2013)

- Conocer la calidad de los productos que consumimos diariamente, sin el peligro de que estos tengan productos químicos o sean regados con aguas negras.

- Aporte de nutrientes al ser cultivos manejados de manera orgánica.
- Forman un espacio de esparcimiento y trabajo que se puede compartir con el núcleo familiar y los allegados.

La agricultura urbana facilita el acceso a la población a los alimentos, disminuyendo la inseguridad alimentaria de la población, se generan ingresos en el hogar por la reducción de gastos en compra de alimentos que con esta práctica se producen dentro del hogar (Rodríguez & Proaño, 2016).

3.1.2. Impacto de la Agricultura Urbana

La agricultura en la ciudad puede mitigar impactos negativos sobre la biodiversidad circundante y la distante; presenta mucha más biodiversidad que la agricultura rural moderna, por lo tanto, es más sostenible, depende menos de agroquímicos y es menos nociva desde el punto de vista biológico. La AU es realizada en sitios pequeños y por lo general tiene una mezcla de cultivos que representan una gran diversidad, además de cerrar el ciclo de nutrientes y energía de forma adecuada (Urbana, 2001).

3.1.3. Agricultura Urbana y sus beneficios ambientales

La agricultura urbana promueve la diversidad biológica y mantiene los ecosistemas saludables, y garantiza los elementos necesarios para mantener una fauna, flora y microorganismos en este sistema. Además juega un papel importante en la calidad del aire a través de la captación de dióxido de carbono que se producen en las ciudades por la contaminación de los gases de tubos de escape puesto que las hojas de las plantas actúan como filtros naturales del polvo (Amorim, 2012).

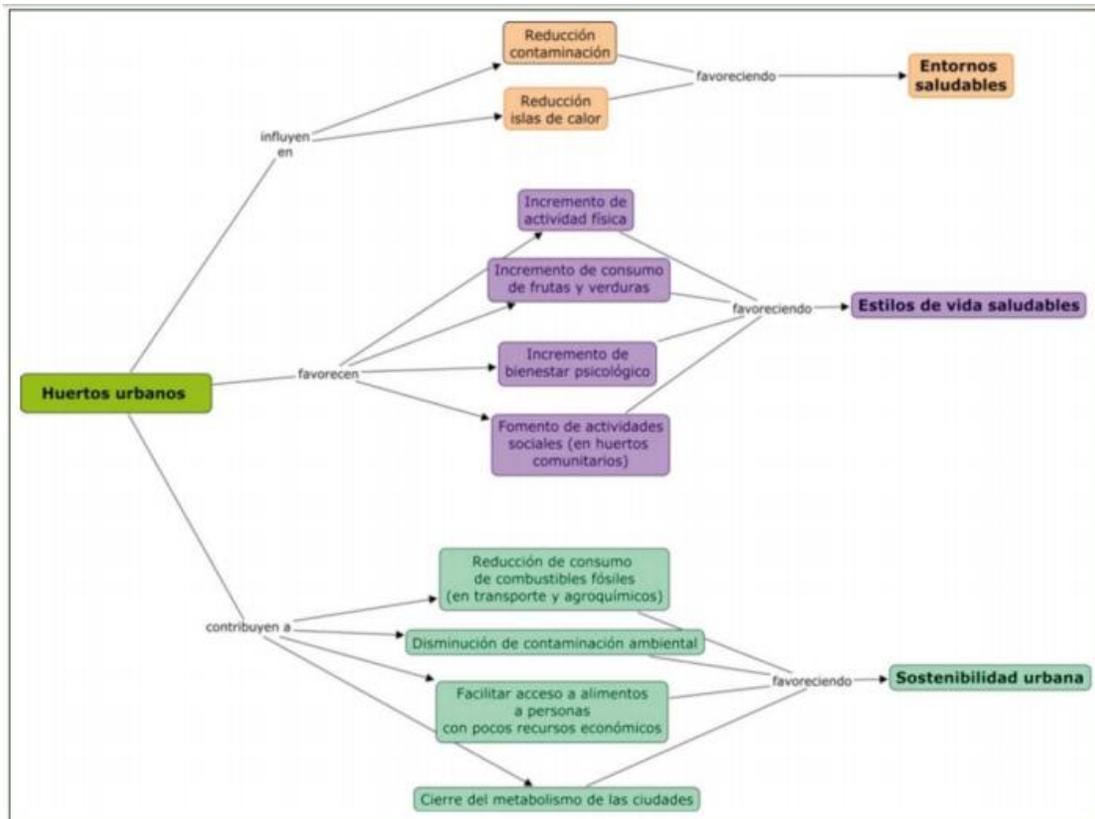


Ilustración 2 Huertos urbanos y su problemática en la salud

Fuente: (Mejías, 2014)

3.1.4. Ecología Urbana

Hace un análisis de las teorías de diseño de como las ciudades deben ser construidas de una forma responsable para que convivan el entorno artificial y el natural en armonía, y que la forma en como las ciudades tratan de combatir el deterioro ambiental que han provocado las ciudades (Cruz M. , 2016).

3.1.4.1. Retos ecológicos de las ciudades Segura (2016)

1. Sostenibilidad y Democracia: proponer crear obras arquitectónicas que absorban y guarden energía que se consume a su alrededor
2. Agricultura y el consumo de la tierra: se debe crear un modelo que evite la expansión de las ciudades de forma horizontal.

3. Naturaleza y control: hay que establecer la relación existente entre la naturaleza y la ciudad, dándole un valor igualitario y fomentando su autonomía.

3.1.5. Contaminación del huerto urbano

La contaminación por metales pesados en el suelo tiene relación con las diferentes formas químicas que se asocian con la solubilidad que se manifiestan en su movilidad y disponibilidad biológica del metal peso. Los sistemas hortícolas de forma extensiva en las zonas urbanas se ven amenazado por la toxicidad en el suelo por oligoelementos como el Pb, Cu, Zn y As. Las hortalizas como la lechuga y la espinaca pueden ser cubiertas de polvo que contiene plomo. Los efectos nocivos del plomo se presentan cuando se excede la dosis en 10 a 15 veces, la ingestión en grandes cantidades produce calambres en el estómago, náusea y vomito (Calderon & Calderon).

Presenta una relación con la absorción de las plantas, los vegetales pueden absorber metales pesados del suelo, así también como algunas de sus partes pueden estar en contacto con el contaminante al tener contacto al aire contaminado. Los metales pesados pueden afectar de manera directa en la fisiología de las plantas, su crecimiento y toxicidad. La combustión de materiales de origen fósil que contienen metales pesados, como la gasolina en forma de tetraetilo de plomo compuesto agregado a la misma como antidetonante, estos pueden llegar a los vegetales por medio del transporte atmosférico del contaminante (Yeshiwas & Tadele, 2017).

3.2. Educación ambiental

Se define al medio ambiente como el conjunto de realidades culturales, económicas y sociales en el que está una persona. De acuerdo a la Teoría General de Sistemas, el ambiente es aquel sistema sobre el cual actúan factores externos que determinan su forma de vida; los factores externos son el ambiente físico en el que se incluyen al clima, la geología, la geografía

física, la contaminación, también está el ambiente biológico que incluye al hombre, la flora y la fauna; y finalmente está el ambiente socioeconómico que hace referencia a la parte laboral, el desarrollo económico y catástrofes. A partir de estas definiciones se llega a la conclusión que el medio ambiente comprende tanto la parte social, económica, cultural y natural (Jiménez, Yebra, & Guerrero, 2015). Por lo tanto, todos estos criterios han hecho que la sociedad provoque inestabilidades en el ecosistema ya que el crecimiento poblacional genera mayor demanda de los recursos para cubrir las necesidades e intereses del hombre en función de sus costumbres o cultura (Martínez, 2010).

La presencia de estos desequilibrios en el ambiente ha dado la apertura al desarrollo de la Educación Ambiental, la misma que fue incorporada en las escuelas de América Latina y el Caribe en los noventas, dado que se requería un cambio en la parte pedagógica debido a que en sus programas educativos no incorporaban la parte referente a ciertas problemáticas que ha traído consigo el excesivo consumo de recursos, la globalización pudiendo mencionar entre estos problemas el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y por otro lado, incluir las posibles alternativas para minimizar estos impactos como la práctica de una agricultura sustentable (Ortega J. , 2006).

Por otro lado, a lo largo de la historia se dice que la Educación Ambiental es un vínculo entre la escuela y la sociedad en la cual se relaciona ciertos nexos entre el hombre, la naturaleza y el territorio (Quintana, 2017). Por lo que se ha impulsado desde los setentas en congresos o reuniones que abarcaban temas referentes al cuidado del medio ambiente; esta innovación en la parte educativa propone a la sociedad modelos de sostenibilidad que permiten disminuir el deterioro ambiental. Es por ello que la metodología planteada para ello dependía del periodo en la que se la aplicaba como en el caso de la década de los 70's en la cual se identifica al ambiente

como el medio natural por lo que a los estudiantes se los instruía para la preservación del medio natural; en la década de los 80's, se integra el medio social que incluye los aspectos socioeconómicos, políticos y culturales, en la que se expone criterios que permitan la concienciación a cerca de los problemas ambientales. A inicios de los 90 se empieza a observar que el desgaste ambiental se debe al progreso económico desmedido lo que implicó abordar todas las posibles soluciones para reducir el daño ambiental con la participación a nivel global, dado que en ese entonces la Educación Ambiental solamente aportaba conocimientos con el fin se cambiar las actitudes, acciones de las personas con el fin de promover el desarrollo sostenible. En la actual década el propósito de la Educación Ambiental, es continuar con las prácticas que buscan el desarrollo sostenible, enfatizándose en los criterios de las personas, de la comunidad y no tanto en la parte natural ya que las personas al conocer, interpretar y conocer las problemáticas ambientales éstos serán capaces de tomar decisiones sociales, económicas, culturales y políticas que favorezcan al cuidado y conservación de la naturaleza. Es por ello que la Organización de las Naciones Unidas expresó que el periodo 2005-2014 se la considerará como la “Década de la Educación para un Desarrollo Sostenible” (Álvarez & Vega, 2009). Motivo por el cual se considera al aprendizaje como algo importante dado que permite obtener métodos con cualidades ecológicas y de igual manera, aporta con el trabajo en comunidad (Martínez, 2010).

Desde el enfoque pluridisciplinario la educación ambiental debe basarse en que todas las cátedras deben incluir contenidos a cerca del medio ambiente de tal manera que los estudiantes desarrollen su parte introspectiva y participativa; impulsar el trabajo en equipo tanto en las escuelas como en los hogares, impulsando así el respeto por todos los seres vivos generando así un cambio en la sociedad (Rengifo, Quitiaquez, & Mora, 2012).

En 1992 durante la conferencia mundial dictada por las Naciones Unidas de Río de Janeiro alega que la Educación Ambiental:

“es un asunto de aprendizaje constante, cimentado en el respeto hacia todas las formas de vida; dicha educación asevera aquellos valores y acciones que favorecen a la evolución humana y social y la conservación ecológica. Promoviendo así la formación de sociedades socialmente justas y ecológicamente equilibradas, que mantengan entre si una relación de interdependencia y diversidad” (González, 1996).

La unificación de los valores ambientales con los educativos se considera un reto para la parte instructiva (Mayer, 1998). Razón por la cual Paz, Avendaño, & Parada-Trujillo (2014), cita a Nóvoa (2019) que menciona que la Educación Ambiental es una alternativa para el “replanteamiento de nuestras relaciones con la biosfera, a la vez que un instrumento de transformación social y empoderamiento de los más débiles, todo ello con la meta final de conseguir sociedades más armónicas y equitativas”; dándole así la importancia a la meditación con respecto al lazo entre el hombre y el medio ambiente, y a la vez buscar iniciativas o técnicas que favorezcan con la mejora de la calidad de vida de las personas en general.

3.2.1. Antecedentes

La concepción de la Educación Ambiental se potencializa en Estocolmo en 1972 en la “Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente”; en dicha reunión se menciona la importancia que tiene en la reforma del patrón de desarrollo de ese entonces; también, plantea una educación que se enfoque en el trabajo con los jóvenes y adultos.

Después, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) dan

lugar al Programa Internacional de Educación Ambiental (PIEA), mismo que le da una dirección interdisciplinaria, cuyo objetivo es obtener un punto de vista complejo a cerca del medio ambiente (conceptos y guías técnicas) y a la vez, fomentar la educación ambiental tanto en los centros educativos como en la parte externa a ellos.

La importancia y los propósitos de la Educación Ambiental fueron instaurados en Belgrado en el año de 1975 en la “Carta de Belgrado”. En la cual se establecía orientar la educación ambiental hacia la concienciación a nivel mundial a cerca del medio ambiente y las problemáticas presentes en el mismo para lo cual propuso trabajar individualmente y en conjunto con el fin de buscar todas las posibles alternativas que permitan dar una solución aquellos problemas y así reducir y prevenir los mismos.

Ciertos países Latinoamericanos en Chosica en 1975 durante el “Taller Subregional de Educación Ambiental”, definieron a la Educación Ambiental, como un trabajo tanto escolar como comunitario en el cual se van a estrechar la conexión entre el hombre y la naturaleza, para desarrollar prácticas y acciones que ayuden a combatir los problemas ambientales transformando de esta manera la parte natural y social.

Luego, en Bogotá en 1976 en una reunión se sintetizó la “Carta de Belgrado” desde un enfoque regional con el objetivo de intervenir en la problemática ambiental ya que busca un satisfacer las necesidades de las personas por medio de un progreso económico y social continuado y a la vez armónico con el medio ambiente a través del uso apropiado de los recursos; por lo que se trata de proporcionar a las personas y colectividades receptoras, los fundamentos éticos y técnicos que facilitarán la percepción, comprensión y la solución de los inconvenientes provocados a partir de la interacción entre la naturaleza y la sociedad.

Después, la Educación Ambiental toma un salto importante en Tbilisi en 1977, en la “Conferencia Intergubernamental de Educación Ambiental”, se especificó su objetivo que trata a cerca de “transmitir conocimientos, formar valores, desarrollar competencias y comportamientos que puedan favorecer a la comprensión y solución de los problemas ambientales” (González, 1996; Macedo & Salgado, 2007; Paz, Avendaño, & Parada-Trujillo, 2014).

En el año 1987, en la propuesta planteada en el Congreso de Moscú define a la educación ambiental como “un proceso permanente en el cual los individuos y las comunidades adquieren conciencia de su ambiente, aprenden los conocimientos, los valores, las destrezas, la experiencia y, también, la determinación que les capacite para actuar, individual y colectivamente, en la resolución de los problemas ambientales presentes y futuros”. Cuya importancia está en que las personas y la sociedad comprenda la complejidad estructural del entorno natural, el cual se ha originado a partir de la interacción hombre-naturaleza es por ello que se plantea la necesidad de que todos adquieran nuevas culturas, responsabilidades y prácticas que permiten la prevención y solución a problemas ambientales mejorando a la vez la calidad ambiental (Martínez, 2010).

El Ecuador, incorpora a la educación ambiental en el nivel educativo en los 80’s de acuerdo al Ministerio de Educación y Cultura (MEC), de igual manera los proyectos de reforestación realizados por el ME y el MAG. En el año de 1983, se introduce la idea de incluirla en la malla escolar por medio del “Programa denominado Educación para la Naturaleza (EDUNAT)”; el cual duró 10 años y fue dictado a todos los niveles de educación por parte de la Fundación Natura (Fundación Ecuatoriana para la Conservación de la Naturaleza, 1979). Durante la segunda y tercera fase de este proyecto, se pudo incluir temáticas ambientales dirigidos hacia los docentes y estudiantes; todo esto fue posible con ayuda del MEC y del USAID (Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos). En 1985, se crea el

“Proyecto Atención a la Marginalidad Educativa Rural” (AMER), cuyo fin fue fortalecer los conocimientos de las instituciones formales presentes en las zonas urbanas.

En el periodo de 1986, se creó el “Programa de Manejo de Recursos Costeros” (PMRC), el cual promovía el manejo razonable de los recursos que son sustraídos a gran escala generando así destrezas formativas conservacionistas de las áreas marinas y costeras protegidas del sudeste del Pacífico; de la misma manera se formó el “Consejo Ecuatoriano para la Conservación e Investigación de las Aves” (CECIA), el cual busca conservar las aves, su entorno y la biodiversidad. A partir de la modificación del reglamento general de la ley de educación en 1988, se origina la “Dirección Nacional de Educación Indígena Intercultural Bilingüe”, la cual busca integrar perspectivas referentes a la salvaguardia, cuidado y conservación de la naturaleza y a la vez, incluyó la forma de ver la vida por parte de los indígenas con respecto al medio ambiente; cuyo primer beneficio se obtuvo por medio del proyecto denominado “Primera Campaña Nacional de Alfabetización en Lenguas Nativas”. De igual manera, durante ese año se crea el “Proyecto de Manejo y Uso Sostenible de Tierras Andinas” (PROMUSTA) cuyo fin es aportar medidas que favorezcan al uso armónico de los recursos naturales. A pesar de no formar parte del programa de educación ambiental, el proceso educativo se dio con la participación de la comunidad, mismo que contenía charlas acerca de los problemas medio ambientales.

En el año de 1989 se elabora una nueva corporación privada llamada “EcoCiencia”, la cual innova en la parte tecnológica para lograr la preservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible; también, estos nuevos procedimientos ayudarán a la obtención de información a partir de la cual se elaborarán alternativas que conlleven a la solución de la problemática social y ambiental para lo cual se trabajó en las temáticas referentes al cambio climático, la biodiversidad, los recursos naturales, el bio comercio.

En 1991, el ME y la UNESCO efectuó un seminario-taller a cerca “Estrategias para el Desarrollo de la Educación Ambiental en el Ecuador” que será aplicado en la educación formal como en la no formal para la elaboración de políticas ante los problemas ambientales. En el cual se enunciaron criterios o bases para un “Plan de Acción Nacional de Educación Ambiental para el Sector de la Educación Formal”. A partir de 1992, el MEC crea el “Departamento de Educación Ambiental” para fomentar la educación ambiental en el sistema escolar. Por otro lado, en 1994 la Comisión Asesora Ambiental (CAAM) prescribió algunas políticas básicas ambientales, en la cual una de ellas hace referencia a que el estado autorizará aquellas actividades cuyo objetivo sea la educación y capacitación de manera general con respecto al ámbito ambiental.

En el mismo año la elaboración de la “Agenda Ecuatoriana de Educación Ambiental”, la cual proporcionó un progreso representativo en la parte reflexiva en la parte ambiental por parte del sistema escolar. Al siguiente año, el MEC remitió el “Reglamento de Educación, Capacitación y Comunicación Ambientales”, el cual se basa en alcanzar el desarrollo sostenible en el país. Después, en el año de 1996 el Ministerio de Educación y Cultura creó el Ministerio del Ambiente y también, se dispone la validez de la “Reforma Curricular Consensuada para la Educación Básica Ecuatoriana (pre-primaria, primaria y ciclo básico), e incorporó a la educación ambiental en todos los niveles educativos”; por otro lado, en el mismo año el MEC hace una reforma reglamentaria en el que al departamento de educación ambiental se le otorga el grado de “División Nacional de Educación Ambiental y Vial, cuyo trabajo abarca la áreas de Ecología-Biosfera, Recursos Naturales, Ecoturismo, Calidad Ambiental y de Vida y Educación Vial”, en el que se incluye temas referentes a la “comprensión de las relaciones entre el hombre y la

naturaleza; cuidado, conservación y preservación de la naturaleza; uso racional de los recursos naturales”.

En 1996, se crea el Ministerio de Medio Ambiente (MAE) y luego, en 1999 se decreta la Ley de Gestión Ambiental, mismos que participaron en la “institucionalización de la educación ambiental en el Sistema Educativo Ecuatoriano”. En el 2000 el MAE, firmó el “Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional”, con el fin de asociar propuestas que busquen la implementación de “Programas de Educación, Concientización, Capacitación y Comunicación Ambiental”.

En el 2001, en la Reunión Binacional a partir del vínculo entre el MEC y el MAE, el grupo interinstitucional elaboró una opción inicial a cerca del “Plan Nacional de Educación Ambiental para la Educación Básica y el Bachillerato”; el cual busca el desarrollo sustentable motivo por el cual se lo ha formulado con una serie de políticas, estrategias y acciones que permitirán promover la EA en los niveles anteriormente indicados. A finales del 2002, se tuvo la primera documentación a cerca del “Plan Nacional de Educación Ambiental” que debía ser validada posteriormente. Sin embargo, en el 2005 el MAE y el MEC, firmaron otro acuerdo cuyo objetivo era “Asegurar la incorporación curricular y posterior desarrollo de las políticas, estrategias, programas, talleres y proyectos prioritarios del Plan Nacional de Educación Ambiental para la Educación Básica y el Bachillerato”, dicho proyecto se desarrolló para ser aplicado durante el lapso del 2006 y el 2016. Cabe mencionar que solo hasta el año 2009 las dos entidades estaban a cargo, dejando como entidad reguladora en el año 2010 al Ministerio de Educación con soporte técnico del Ministerio del Ambiente. Uno de los aportes por parte del MAE fue la “Conferencia Juvenil Nacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible”, la cual abarcó la temática a cerca del cambio climático.

En el mismo año 2010, el Ministerio del Ambiente constituye ciertos aspectos que impulsan el consumo sostenible de todos los recursos disponibles para el uso del hombre; como por ejemplo la importancia de la aplicación de las buenas prácticas ambientales que por medio de la educación ambiental se da a conocer a la sociedad en general. Sin embargo, entre el 2012 y el 2014 se da lugar el “Proyecto de Educación Ambiental Ciudadana Somos parte de la Solución”, con el fin de mejorar la calidad de vida de la sociedad y el trabajo participativo se crea en varias provincias grupos estudiantiles denominados como la “Red de Guardianes del Planeta”. Mientras que, en el 2015 el MAE presenta al MINEDUC un plan para la ejecución del “Diagnóstico sobre enfoque y desarrollo de la dimensión ambiental en los niveles de educación Inicial, General Básica y Bachillerato”, el cual busca orientar a la educación ambiental hacia el desarrollo sostenible; este análisis se dio lugar en el periodo 2015-2016 donde los resultados encontrados fueron la base para la implementación del “del Plan Nacional de Educación Ambiental Tierra de Todos” (TINI), el cual se halla en curso (MAE&MEC, 2006; MAE, 2018) .

3.2.2. Los objetivos de la educación ambiental

En el año de 1975 en la Conferencia de Belgrado, promovida por la UNESCO en el “Seminario Internacional de Educación Ambiental” se aprueba la Carta de Belgrado en la cual se indica que el objetivo de la educación con respecto al medio ambiente debe ser a nivel mundial de tal manera, que se forme una población consciente e interesada por el medio ambiente y sus problemas, ya que con la participación y compromiso por parte de las personas se contribuirá en la resolución de los problemas actuales a la vez que reduce el desarrollo de otros en el futuro (Alonso, 2010).

Es por ello que Alonso (2010) especifica los siguientes objetivos para la EA:

1. Toma de conciencia: ayudar a las personas y grupos sociales a que adquieran mayor conciencia acerca del medio ambiente en general y de los problemas relacionados al mismo.
2. Conocimientos: ayudar a las personas y grupos sociales a adquirir una comprensión básica del medio ambiente en su totalidad, de sus problemas y de la presencia y función de la humanidad en él.
3. Actitudes: ayudar a las personas y grupos sociales a adquirir valores colectivos, a través de actitudes que impulsen a participar activamente en su protección y mejoramiento.
4. Aptitudes: ayudar a las personas y grupos sociales a adquirir las técnicas o habilidades necesarias para resolver los problemas ambientales.
5. Capacidad de evaluación: ayudar a las personas y grupos sociales a evaluar las medidas y los programas de Educación Ambiental en función de los factores ecológicos, políticos económicos, sociales, estéticos y educacionales.
6. Participación: ayudar a los individuos y grupos sociales a que desarrollen su sentido de responsabilidad y a que tomen conciencia de la urgente necesidad de prestar atención a los problemas del medio ambiente y así pueden tomar medidas correctivas.

Martínez (2010) menciona que los objetivos a ser planteados en un programa de educación se deben basar en los siguientes propósitos:

- Considerar al ambiente, en forma integral, o sea, no sólo los aspectos naturales, sino los tecnológicos, sociales, económicos, políticos, morales, culturales, históricos y estéticos.
- Asumir un enfoque transdisciplinario para el tratamiento ambiental, inspirado en cada disciplina, para posibilitar una perspectiva equilibrada.

- Tratar la temática ambiental desde lo particular a lo general tiene como finalidad que los estudiantes se formen una idea de las condiciones ambientales de otras áreas, que identifiquen las condiciones que prevalecen en las distintas regiones geográficas y políticas, además de que reflexionen sobre las dimensiones mundiales del problema ambiental para que los sujetos sociales se involucren en los diferentes niveles de participación y responsabilidad.
- Promover el conocimiento, la habilidad para solucionar problemas, la clasificación de valores, la investigación y la evaluación de situaciones, para aprender sobre la propia comunidad.
- Capacitar a los estudiantes para que desempeñen un papel en la planificación de sus experiencias de aprendizaje y dejarles tomar decisiones y aceptar sus consecuencias.

3.2.3. La educación y el ambiente

El crecimiento poblacional desmesurado ha ocasionado varios problemas como el incremento de la contaminación, la desigualdad social, alternaciones paisajísticas, etc.; motivo por el cual se crea conveniente dar a conocer a la población por medio de la educación ambiental que ha sido introducida en la malla de los sistemas educativos para así dar a conocer las causas y las posibles soluciones a realizar para así reducir estos impactos mundiales y llegar a un estado de equilibrio entre el uso de los recursos naturales y su capacidad para regenerarse dando lugar al desarrollo sustentable. Por lo tanto, se llega a retomar ese vínculo hombre-naturaleza dado que la sociedad encamina su cultura hacia la conservación de los recursos al emplear tecnología amigable con el ambiente (Jiménez, Yebra, & Guerrero, 2015).

3.2.4. La educación y la sociedad

Todos los acuerdos que se han realizado a nivel mundial con respecto a incluir en los centros educativos las temáticas ambientales tienen como meta transformar la cultura consumista de las personas para que así cambien su perspectiva hacia un enfoque conservacionista y a la vez contribuir a la protección de la naturaleza y al mejoramiento de la calidad de vida de las personas al vivir en un ambiente sano. Razones por la que se reconoce a la educación como un paso para la regeneración cultural debido a la retoma de nuevos estilos y calidades de vida de las personas generando así armonía en su entorno (Paz, Avendaño, & Parada-Trujillo, 2014). Por otro lado, se dice que la educación aporta al crear personas críticas con respecto a la situación medio ambiental del planeta para así desarrollar cambios en los aspectos socioculturales y económicos generando así una huella ecológica (Martínez, 2010).

3.2.5. La educación ambiental y su relación con la pedagogía

A la pedagogía ambiental se la conoce como Educación Ambiental, dado que, se le da un enfoque didáctico a la práctica de técnicas ambientalistas naturaleza-sociedad, que son dirigidas a los niños, estudiantes, adultos, entre otros para así desarrollar un nuevo modelo económico y a la vez sostenible. Éstas dos se encuentran enlazadas ya que la una plantea los fundamentos pedagógicos en ciertas disciplinas, es decir, los contenidos teóricos, metodológicos y didácticos para tomar una conciencia reflexiva teórica (Moreno E. A., 2017) ; mientras que la otra busca que las personas entiendan el manejo integral del medio ambiente desde el punto de vista sociocultural y ecológico (Flores, 2013) y así en un futuro todos serán capaces de dar respuestas correctivas a los problemas ambientales que a lo largo del paso del tiempo han deteriorado el planeta ya sea de forma individual como colectiva (González, 1996).

Se dice que la Educación Ambiental debe abordar la parte histórica en la que se relacionen varios parámetros tales como el entorno natural, la parte cultural, la estructura social, la fuente de la economía de cada periodo generando información que permitirá la comprensión de la visión de las personas que tenían en su momento (Quintana, 2017) y que conforme se ha ido desarrollando la sociedad se ha ido sensibilizado con respecto al mecanismo de consumo generando compromisos para mantener el equilibrio (Ortega J. , 2006).

3.2.6. La educación ambiental y el desarrollo sostenible

Se usa el concepto de educación ambiental en desarrollo sostenible para relacionar al proceso de aprendizaje a partir de una síntesis en el tema del medio ambiente y sus problemas que afectan a la calidad ambiental, ecológica, social, económica y política. Cuyo objetivo consiste en “desarrollar en los individuos la capacidad para la acción, es decir, la utilización como marco general de la democracia así como del diálogo, la negociación y el consenso para resolver los conflictos, incidiendo especialmente en la participación de los individuos en estos procedimientos como parte esencial de su capacitación” (Moré, 2013), dado que de esta manera se busca preservar los recursos naturales, de igual manera se instauro el requerimiento de valores con el fin de mantenerlos durante generaciones dando fin al individualismo (Piñuela, 2012).

Por otro lado, la educación ambiental y el desarrollo sostenible se relacionan en que la educación

“debe asumirse como un proceso educativo permanente y contextual encaminado a despertar la necesidad de universalizar la ética humana e inducir a los individuos a adoptar actitudes y comportamientos responsables en relación con el medio ambiente, que aseguren su protección y mejoramiento de la calidad de vida de la humanidad en el presente y el futuro, lo que implica adquirir conciencia y actuar, para ir a la resolución de problemas” (Perdomo & Violeta, 2011).

En el 2002 en la “Cumbre Mundial Sobre Desarrollo Sostenible” se fortifica la enseñanza con respecto a la sostenibilidad en la cual se potencializa lo compromisos de todos los lugares para asumir ciertas acciones para mantener el equilibrio de los ciclos naturales de la naturaleza a lo largo del tiempo. Teniendo en consideración lo anterior en el 2005 se da inicio a la “Década de la educación para el desarrollo sostenible” en la cual se incluye a la educación ambiental como un medio para este fin por medio de una “Educación de Calidad para Todos y Educación a lo largo de Toda la vida” en todos los grados de educación con la cual se va a considerar las problemáticas del mundo y así generar cambios culturales que generen a futuro una sociedad, una economía y un ambiente sostenible ya que las personas se sensibilizan ambientalmente (González, 1996; Macedo & Salgado, 2007) y toman acciones positivas a cerca del uso y distribución justa de lo recursos (Novo, 2009).

3.2.7. Corrientes y modelos pedagógicos de la Educación Ambiental

La elaboración de ciertas corrientes y modelos aplicables en la educación ambiental se ha definido en función a la interrelación existente entre el hombre y su entorno. Por lo que el uso de un modelo va a depender de las situaciones que presenten las personas en ese instante de tiempo tanto a nivel personal como social a partir del cual los educadores van a desarrollar sus contenidos a socializar posteriormente (Paz, Avendaño, & Parada-Trujillo, 2014).

De acuerdo a los modelos educativos o formativos se dice que los educadores para explicar la existencia de una situación social, primero la ponen en un estado de suposición para su explicación; es por ello que el modelo instructivo plantea las siguientes interrogantes para explicar cierta circunstancia ¿el para qué?, ¿cuándo? y ¿con qué? desarrollar la dinámica educativa tomando en consideración la parte social, antropológica y psicológica del entorno en el que se desarrolla. Por otro lado, las corrientes pedagógicas consideran la relación entre el hombre

y el medio ambiente, y a la vez como el hombre influye en él (Avendaño C, 2013); por lo cual se las ha clasificado en función al tiempo o época en la que se desarrolló y cuyo modelo pedagógico estará en relación a dicha realidad (Sauvé, 2005).

Período	Corriente	Propiedades
Década de los setenta y ochenta	Naturalista	<p>Relaciona al hombre con la naturaleza y la influencia que tiene el uno sobre el otro en todos los aspectos.</p> <p>La naturaleza a más de los recursos que proporciona al hombre se la considera muy importante ya que de ella se adquiere conocimientos.</p> <p>Indica que la EA se puede desarrollar al aire libre, con el fin de adquirir una perspectiva de su entorno.</p>
	Conservacionista/recursista	<p>De acuerdo al concepto de ambiente indica que la naturaleza es considerada como un recurso.</p> <p>Promueve conservar los recursos naturales de aquellos lugares donde han sido afectados hasta casi provocar su escasez, por medio de alternativas pedagógicas tales como el reciclaje, la reutilización y la reducción de desechos.</p> <p>Se toman ciertas medidas de acción para mantener la igualdad social.</p>

Resolutiva	<p>Conceptualiza al ambiente como una problemática social.</p> <p>Considera a la EA como una alternativa que las personas deben optar ante los problemas ambientales, con el objetivo de cambiar acciones que le son perjudiciales a la naturaleza y así plantear proyectos que busquen el bien común.</p>
Sistémica	<p>Conceptualiza al ambiente como un sistema complejo por interrelacionarse con los aspectos biológicos, ecológicos y sociales.</p> <p>Plantea que la EA es necesaria por lo que requiere un cambio en el ámbito educativo para así incluir la parte ambiental que permitirá reconocer y establecer la relación con el aspecto social. El vínculo entre el hombre y la naturaleza proporciona la búsqueda de medidas para reducir los daños ocasionados por la mano del hombre.</p>
Científica	<p>Menciona que el ambiente es un fenómeno problemático.</p> <p>La EA aborda los problemas ambientales desde un enfoque causa-efecto, para así tener una mejor comprensión de la relación hombre-naturaleza a partir de</p>

		planteamientos de hipótesis.
	Humanista	La EA hace énfasis en el vínculo que tiene la naturaleza con la parte cultural, económica, política e histórica de un lugar. El modelo pedagógico se basa en considerar al ambiente como un medio didáctico del cual vamos a adquirir información a través del trabajo colectivo.
	Moral/ética	La EA menciona que es necesario tener el conocimiento del vínculo hombre-naturaleza para fomentar actitudes amigables con el medio ambiente que a futuro permitirán tomar mejores decisiones.
Nueva década	Holística	Se consideras al ambiente como el conjunto de situaciones sociales y ambientales; es decir, el pape que cumplen las personas dentro de su entorno. La EA tiene como objetivo formar personas que sean capaces de comprender la relación que tienen con las diferentes realidades a las que se afrontan día a día.
	Bio regionalista	La EA hace hincapié en que las personas deben retomar las

	prácticas agropecuarias ancestrales y así reducir los daños ambientales ocasionados por la parte industrial y el manejo no ecológico que se da en el campo, fortaleciendo así el trabajo mancomunado.
Práctica	Establece que el ambiente va a atravesar cambios debido a las nuevas acciones del hombre, ya que por medio de la EA las personas a lo largo del tiempo han adquirido nuevos conocimientos que ha generado un ámbito reflexivo ante una determinada situación.
Crítica social	Considera la influencia que tiene cada clase social dentro de la naturaleza, por lo cual la EA plantea una metodología pedagógica que permite analizar aquellas situaciones que han generados problemas ambientales a través de la crítica y de la socialización.
Etnográfica	Se enfoca en la relación que tiene el ambiente con la cultura de cada comunidad, por lo que la EA tiene como finalidad retomar las prácticas culturales ancestrales de esa localidad.
Eco educación	A partir de la EA las personas podrán conocer todos los acontecimientos históricos que han

	<p>marcado en la problemática ambiental y de aquellas acciones que se tomaron frente a cada evento.</p>
Sostenibilidad/sustentabilidad	<p>Conecta al ambiente con la economía, debido a que ésta depende de la disponibilidad de los recursos. Razón por la cual, la EA se preocupa a cerca del cuidado de la naturaleza ya que la cantidad y calidad dependerán de las nuevas acciones que tenga el hombre y así no perjudicarán a las nuevas generaciones.</p>

Tabla 1. Corrientes y modelos pedagógicos de la Educación Ambiental.

Elaborado por: Autor(es)

Fuente: (Avendaño C., 2013; Paz, Luisa S., Avedaño, Willian R., Parada-Trujillo, Abad E., 2014)

3.3. Contaminación

3.3.1. Metales Pesados

Un metal pesado es aquel cuyo peso específico es superior a 5g.cm^{-3} y un número atómico superior a 20, pero a pesar de que muchos de estos presenten estas características muchos de estos no originan una actividad análoga en el suelo estos al encontrarse en “elementos traza”, como el aluminio, hierro estos en lugar de ser tóxicos juegan un papel importante en el metabolismo normal de las plantas. Otros metales como el Cadmio, Plomo, Mercurio, Arsénico, Berilo y Bario son tóxicos así su concentración sea en cantidades ínfimas; estos por lo general se presenta en forma elemental que la que representa la mayor toxicidad y en forma iónica (sales) (Núñez, Martínez, Moreno, & Cárdenas, 2008).

Los autores Intawongse & Dean (2006) y Margenat (2018) indican que los metales pesados se producen por medio de procesos naturales o geológicos y también se originan por las actividades antropogénicas, además son nutrientes esenciales en concentraciones pequeñas y en su gran mayoría son tóxicos en concentraciones altas. El tiempo que permanecen en el suelo es prolongado, existen fuentes naturales de la presencia de metales pesados en el suelo algunas de estas son: erupciones volcánicas, incendios forestales. Por otro lado, las actividades humanas que originan metales pesados son la actividad agrícola originada del uso de agroquímicos, minería y fundición y las emisiones de las centrales termoeléctricas. La presencia de metales en el suelo es preocupante puesto que estos son absorbidos por las plantas algunas de estas de consumo humano y animal y de este modo ingresan en la cadena trófica, la mitad de la cantidad promedio de plomo que ingresa a los seres humanos es a través de las plantas (hortalizas que son consumidas en la dieta diaria).

3.3.2. Contaminación por Metales Pesados

La contaminación por metales pesados es un problema que con el pasar del tiempo ha ido en aumento debido a las actividades antrópicas, las principales fuentes de contaminación con la minería, la metalúrgica, la agricultura (por la aplicación de agroquímicos) y los vehículos (Covarrubias & Peña, 2016).

Estos al ingresar al ambiente son persistentes y se movilizan por las tres matrices aire, suelo y agua se distribuyen y no pueden ser degradados (Ortolo, 2017). Los metales pesados no se pueden degradar por procesos biológicos ni antrópicos, al ingresar a un ecosistema, se transforman por medio de procesos biogeoquímicos y son distribuidos en diferentes especies (Reyes, Vergara, Torres, Díaz-Lagos, & González, 2016). Los metales pesados en el suelo

pueden residir por miles de años, presentan un riesgo para la salud de organismos superiores, y afectan a la microflora del suelo (Yeshiwas & Tadele, 2017).

3.3.3. Plomo

El plomo es uno de los elementos de mayor toxicidad es un metal pesado muy antiguo de color azulado, que adquiere un color gris mate por lo general. Resiste al ataque del ácido sulfúrico y clorhídrico, pero se disuelve de manera lenta en el ácido nítrico. Es un elemento anfótero; es decir, que reacciona con un ácido o una base para formar sales de plomo, sales metálicas del ácido plúmbico. También, es un elemento ubicuo, que en su estado natural en el suelo puede tener una concentración de 16 ppm, es uno de los metales más antiguos que se conoce por la humanidad (Beraud, y otros, 1986).

Se caracteriza por su alta resistencia a la corrosión, ductilidad, maleabilidad y facilidad para formar aleaciones; puede ser absorbido por inhalación, ingestión y a través de la piel. (Reyes, Vergara, Torres, Díaz-Lagos, & González, 2016). Existe en distintas fuentes naturales alrededor del mundo, y en la actualidad se ha convertido en uno de los metales pesados más importantes debido a su gran uso en la industria y como antidetonante en la gasolina; por otro lado, se lo considera como un metal traza que se pueden distribuir ampliamente y de forma uniforme por el suelo y las plantas, las fuentes de contaminación por plomo pueden provenir de los escapes de vehículos, polvo y gases de distintos procesos industriales. El Pb^{+2} es tóxico para la salud humana y es un metal que al ingresar en el suelo no es biodegradable (Yeshiwas & Tadele, 2017).

El plomo y el cadmio son los elementos de mayor preocupación por su toxicidad potencial, de acuerdo con la EPA (Environmental Protection Agency of United States) citado por (Intawongse & Dean, 2006); el plomo es el contaminante más común en el ambiente y es tóxico

para los organismos inclusive si este se absorbe en pequeñas cantidad. El plomo es un contaminante ambiental, toxico para el ser humano, su presencia en el medio se debe especialmente a las actividades antrópicas como la industria, la minería, fundición, y el uso como detonante en la gasolina en forma de Tetraetilplomo (Rodríguez, Rodríguez, & Lira, 2006)

Las partículas grandes de este metal se precipitan en el suelo o en el agua, y las partículas pequeñas recorrerán distancias largas por medio del aire y permanecerán en la atmósfera y caerán a la superficie terrestre a través de las precipitaciones. La mayor parte de las concentraciones de plomo que se encuentran en el ambiente son el producto de las actividades humanas. En la atmósfera el plomo forma parte del material particulado y por lo general como óxidos y carbonatos (García N. , 2006).

3.3.4. Contaminación por Plomo en Hortalizas

Las hortalizas al ser uno de los principales alimentos puesto son una fuente rica de minerales, vitaminas, fibra y tienen un poder antioxidante; sin embargo, al ingresar los contaminantes a estas plantas representan un riesgo para la salud humana. Las emisiones de los vehículos pueden depositarse en las superficies de los vegetales durante la producción, transporte o comercialización (Ali & Al-Qahtani, 2012).

Los cultivos como la lechuga, zanahoria, espinaca, rábano y el calabacín acumulan metales pesados en sus tejidos, la captación de estos se incrementa en zonas donde existe contaminación del suelo, el plomo se absorbe fuertemente en el suelo, las fracciones de este metal suelen ser movilizados fácilmente en el mismo y son absorbidos por las raíces de las plantas. La biodisponibilidad es la medida con un producto químico es absorbido por un organismo vivo la misma que está determinada por una serie de factores físicos y químicos del suelo que incluyen

el pH, contenido de materia orgánica, potencial redox, capacidad de intercambio catiónico, textura del suelo y sulfatos y carbonatos (Intawongse & Dean, 2006).

Alimento	Unidad	Plomo
Agua de consumo Humano	mg/l	0,05
Agua de Uso Agrícola		0,05
Hortalizas de Bulbo		0,1
Hortalizas de Fruto (Cucurbitáceas)		0,1
Hortalizas de Hoja		0,3
Legumbres		0,2
Raíces y Túberculos	mg/kg	0,1
Cereales en grano (excepto el trigo)		0,2
Leche		0,02
Carne de Aves		0,1
Carne de Vacunos, Porcinos y Ovinos		0,1

Tabla 2 Límites máximos permisibles de concentración de Plomo en agua, y alimentos para el consumo humano

Obtenido: (CODEX ALIMENTARIUS, 2015)

Fuente: (Reyes, Vergara, Torres, Díaz-Lagos, & González, 2016)

3.3.5. Captación y translocación del Plomo en hortalizas

El principal problema de este contaminante es que puede ser absorbido por la planta al haber presencia en el suelo del mismo, esto puede no solo encontrarse en las raíces si no en las partes comestibles de la planta por lo que de esta forma ingresan a la cadena alimenticia y es una forma de exposición para los seres humanos. Las vías de ingreso del plomo a las plantas son por deposición seca o húmeda de las partículas del contaminante, deposición gaseosos por medio de la hoja a través de la cutícula y estomas y por la absorción de las raíces (Margenat, 2018).

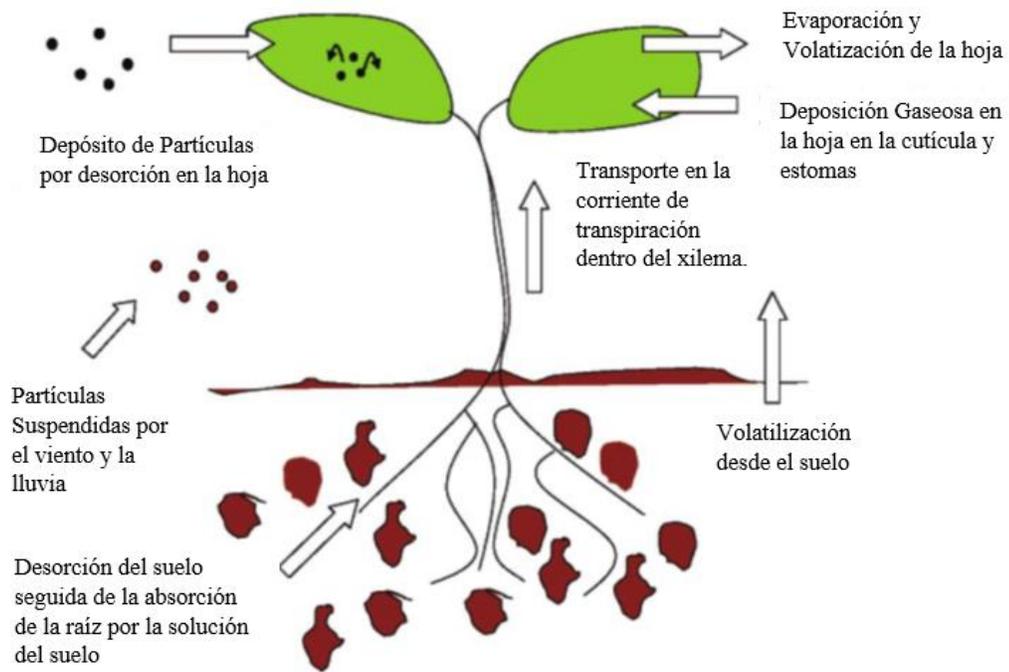


Ilustración 3 Principales vías de captación de metales pesados por las plantas

Fuente: (Margenat, 2018)

3.3.5.1. Absorción del plomo a través de la raíz tomado del autor Margenat (2018)

Aunque el proceso de captación sea similar, el mecanismo que las plantas para captarlas difieren. Existen tres categorías de plantas con respecto a su capacidad de captación de los metales pesados:

- Exclusores:** plantas que restringen la cantidad de metal pesado que se transfiere a la superficie.
- Acumuladores:** son plantas que toleran una presencia elevada de metales pesados que esta entre un 0,1 a 1 % se su peso en seco.
- Indicadores:** plantas que la concentración presente en el vegetal es proporcional a la que se encuentra en el suelo.

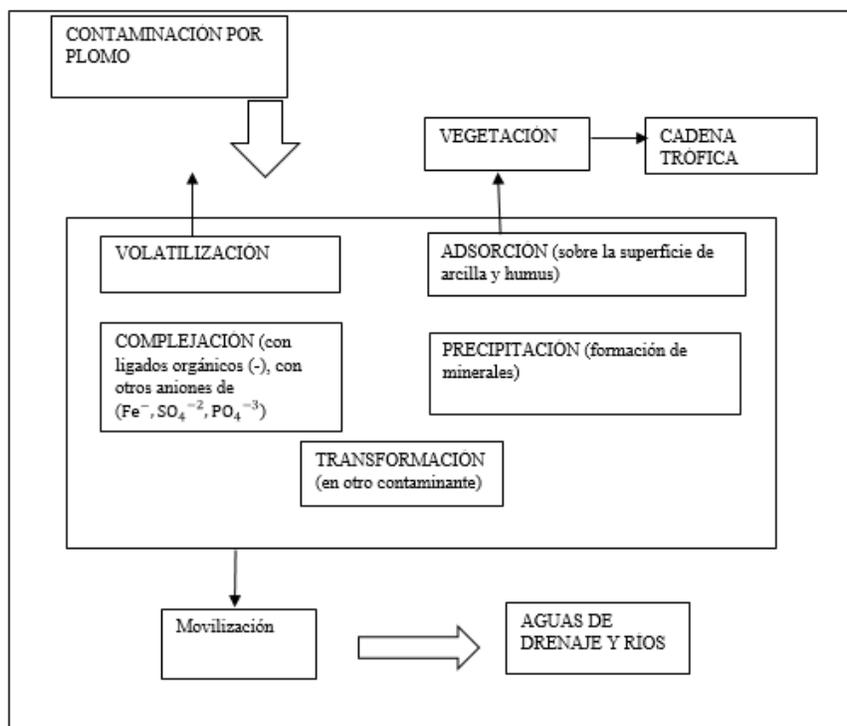


Ilustración 4 Dinámica de los Metales Pesados

Fuente: (García, Moreno, Hernández, & Polo, 2002)

3.3.6. Contaminación del suelo por plomo

Los suelos en áreas urbanas tienen un alto poder de encontrarse contaminados dado que se encuentran ligados a otras actividades humanas diferentes a las que se encuentran en el campo, debido a estas. suelo se ve sujeto a una contaminación por metales pesados procedentes de actividades industriales y del tráfico vehicular. Al mezclarse el metal pesado con el suelo afecta sus propiedades, físicas, químicas y biológicas (Ortolo, 2017) . En el suelo el plomo es retenido por procesos de adsorción, complejación y precipitación tal como lo indica el **Ilustración 4**. El plomo es incorporado a la cadena trófica, a través de las tres matrices agua, suelo y aire (Hoyos & Guerrero, 2013).

El plomo que se encuentra en el suelo se encuentra ligado a diferentes formas químicas que se encuentran relacionadas con la solubilidad y que inciden de manera directa en su

movilidad y la disponibilidad biológica. Cuando se encuentra en forma soluble es absorbido por las plantas, especialmente las hortalizas que presentan la capacidad de absorber metales presentes en el suelo, otra forma de que estas se contaminen es por partes aéreas de la planta expuestas a ambientes con contaminación, esta toxicidad ocasiona en las plantas una afectación en su fisiología, crecimiento originada por el contaminante (plomo) al que ha sido expuesta. (Bvenura & Afolayan, 2011).

El suelo presenta contaminación por el depósito de partículas de aire y por agua contaminada procedente de actividades industriales, otros posibles contaminantes son los plaguicidas que contienen plomo (arseniato de plomo) que contaminan los suelos para uso agrícola. Las concentraciones normales de plomo deben estar entre 5 y 25 mg/kg, en áreas donde existe contaminación se puede encontrar hasta 8 g/kg; a distancias de entre uno y veinticinco metros de las vías, se puede encontrar una concentración del contaminante de hasta 2000 mg/kg. En suelos urbanos el plomo se encuentra como una mezcla de plomo y partículas atmosféricas que se sedimentan en el suelo, el plomo no decae ni se degrada; se deposita en el suelo y representa una fuente de exposición de largo plazo (Oriundo & Robles, 2009).

La concentración del plomo en el suelo depende de la forma como estos se mueven, las interacciones que se producen, los mecanismos para su movilidad, forma química del plomo (De la Peña, 2014). Según la Agencia de Protección Ambiental EPA por sus siglas en inglés muestra al plomo en su lista de contaminantes del suelo de carácter prioritario (Delgado, Rivera, Torres, Corral, & Flores, 2017).

3.3.6.1. Actividad de depuración de metales pesados en el suelo de García, Moreno, Hernández, & Polo (2002)

El suelo presenta una capacidad de autodepuración, especialmente en los horizontes que están más a la superficie, esto permite absorber una determinada cantidad del contaminante esta actividad se basa en:

- La actividad biológica que posibilita la descomposición parcial o total de la materia orgánica.
- La actividad química que origina una serie de reacciones químicas de hidrolisis, oxidación, reducción, entre otras.
- Capacidad de filtración por medio de procesos de adsorción e intercambio iónico.



Ilustración 5 Fuentes de Contaminación por Metales Pesados en Aire, Suelo y Agua

Fuente: (Reyes, Vergara, Torres, Díaz-Lagos, & González, 2016)

3.3.7. Plomo y el uso de plaguicidas

El aplicación de plaguicidas comenzó en el siglo XIX, la primera generación de plaguicidas estuvo formada por compuestos altamente tóxicos, tales como el arseniato de calcio, arseniato de plomo, cianuro de hidrógeno, caldo bordeles y azufre, para el control de insectos y bacterias. Por su alta toxicidad se dejaron de aplicar y se reemplazaron por compuestos de menor toxicidad a partir de compuestos orgánicos sintéticos (Van den Bosch & Mendoza, 2017).

3.3.7.1. Procesos químicos, físicos y biológicos de los plaguicidas en el ambiente según Aparicio, y otros (2015)

El destino del plaguicida es el ambiente edáfico, el cual está regido por procesos de retención, transporte, degradación y su interacción. Todos estos procesos son responsables de la disminución de la cantidad inicial del plaguicida.

Una vez el plaguicida ingresa al suelo presenta tres fases que son descritas a continuación:

- I. Fase líquida: esta disponible para ser transformado de manera química, física o biológica; o ser transportado a los horizontes más profundos y llegar al acuífero.
- II. Fase sólida: es retenido por la diferente fuerza de los enlaces de la materia orgánica e inorgánica del suelo, bajo esta circunstancia el plaguicida puede migrar y ser transportado por el agua en el proceso denominado como erosión hídrica, o llevados a la atmósfera por la erosión eólica.
- III. Fase gaseosa: el plaguicida se incorpora a la atmósfera cuando este se volatiliza desde el suelo o el agua.

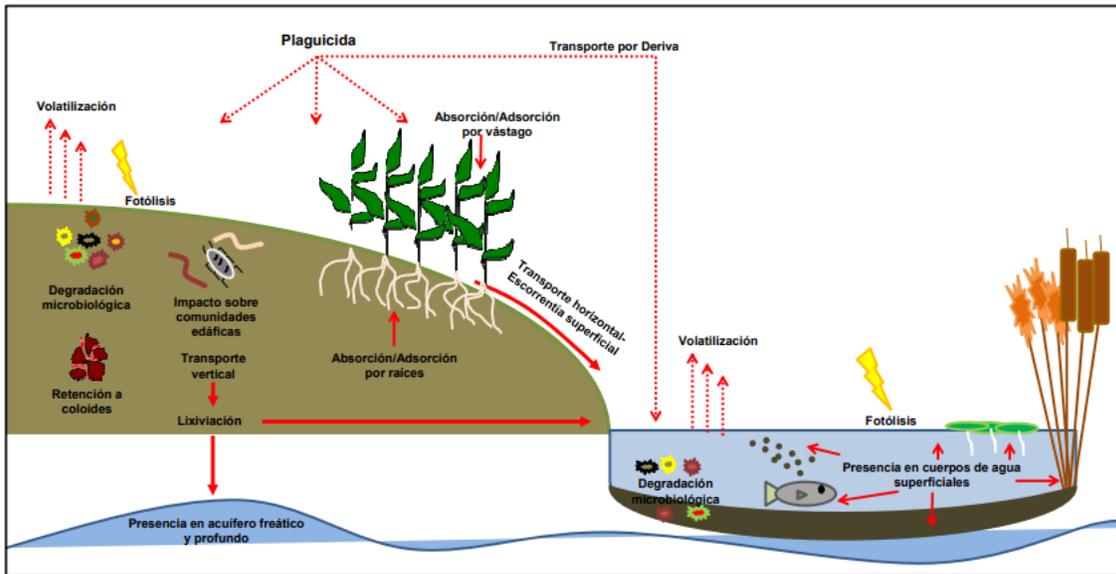


Ilustración 6 Esquema que demuestra la dinámica del plaguicida en el ambiente

Fuente: (Aparicio, y otros, 2015)

Persistencia	Vida Media	Ejemplos
No persistente	De días hasta 12 semanas	Malatión, diazinón, carbarilo
Moderadamente persistente	De 1 a 18 meses	Paratión, lannate
Persistente	De varios meses hasta 20 años	DDT, aldrín, dieldrín
Permanentes	Indefinidamente	Productos hechos a base de plomo, arsénico o mercurio.

Tabla 3 Clasificación de los plaguicidas según su vida media y persistencia en el ambiente

Fuente: (Ramírez & Lacasaña, 2001)

3.3.8. Contaminación microbológica en el huerto urbano

Los productos frescos de origen agrícola contribuyen a la salud humana y al bienestar debido a las características nutricionales que presentan, además el comercio de hortalizas representa un beneficio económico (Camacho, Giles, Ortigón, Palao, & Serrano, 2009).

Los alimentos frescos se pueden contaminar con productos químicos y microorganismos que representan un riesgo para la salud de las personas que lo consumen y pueden contraer ETA (Enfermedades Transmitidas por Alimentos); por lo que existe la necesidad de controlar estos contaminantes que están presentes en los alimentos para mantener la seguridad al momento de

consumirlos. La contaminación al azar es mucho más difícil de detectar por lo que se requiere una mayor cantidad de muestra para que se puede hacer los análisis, esta se produce cuando los vegetales están en contacto con residuos puntuales de excrementos de animales; lo que ocasiona que los mismos se encuentren contaminados con heces animales y se produzca una contaminación fecal del cultivo (Winckler, 2011).

El control higiénico de los alimentos se determina por medio de las bacterias indicadoras de contaminación, que son los organismos *coliformes* de origen fecal como el *Escherichia coli*, que es un indicador de que el producto se encuentra contaminado y puede provocar enfermedades intestinales como cólera, fiebre tifoidea, amebiasis y hepatitis (Rivera, Rodríguez, & López, 2009). Las fuentes más importantes de contaminación son las heces humanas y animales que llegan a las hortalizas por medio del suelo o del agua (Durán, González, Mora, & Vargas, 2016).

3.3.8.1. Coliformes Totales

Los *coliformes* son una familia de bacterias que pertenecen a la familia Enterobacteriaceae que se encuentran de forma común en el tracto digestivo de los animales, en plantas, suelo. La presencia de estas es un indicio que el agua está contaminada por aguas residuales, estas bacterias se encuentran en mayor cantidad en la capa superficial del agua y también en los sedimentos. La contaminación fecal es el principal problema sanitario del agua porque se incorpora a la misma microorganismos patógenos que provocan enfermedades al ser humana por medio del consumo de hortalizas contaminadas con estas bacterias (Ramos, Vidal, Vilaridy, & Saavedra, 2007)

Son bacterias Gram negativas, con una forma bacilar viven a una temperatura de 35 a 37 ° C producen ácido y dióxido de carbono en un periodo de 24 horas y presentan una actividad

enzimática β – galactosidasa. En este grupo de bacterias se encuentran la *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella* (Larrea, Rojas, Rojas, & Pérez, 2012).

3.4. Cambio Climático y Efecto Invernadero

3.4.1. Cambio climático

El termino cambio climático es una denotación de una variación en el clima; es decir, la variación de la temperatura media del planeta. El cambio climático conlleva variaciones o degradación en los ecosistema naturales (Cuadros, 2016).

El clima ha estado ligado en el despegue de la agricultura en el neolítico y el paso del ser humano de nómada a sedentario. La sinergia que ha ocurrido en las altas temperaturas y las precipitaciones adecuadas logro estos avances, como algunos lo califican como la primera revolución verde. La historia cuenta las variaciones en el clima que han ocurrido en periodos cortos medidos en años o largos que cubrían milenios. En la actualidad hay evidencias científicas que registran una alteración climática a nivel mundial puesto que se observa incrementos en el promedio de la temperatura en el aire, mares y océanos, el deshielo creciente de los glaciares y por lo tanto un ascenso en la altura de mares y océanos. Este conjunto de fenómenos se denomina cambio climático que según el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en ingles), estaría ligada a las actividades antrópicas y se ha llegado al punto de afirmar que se está suscitando una nueva geológica que la ha denominado el “antropoceno”. El cambio climático es el principal problema ambiental que enfrenta la sociedad actual que trae consigo el incremento de la temperatura media del planeta. La principal razón por la que se genere este problema son los GEI originados de manera antrópica de manera especial el dióxido de carbono, metano y óxido nitroso .La información de los últimos 1000 años indica que la concentración de CO₂ paso de 280 a 360 mgkg⁻¹ en 200 años y más del 50 % de este cambio se

produjo a partir del año 1950, con una tasa de crecimiento de $0,8 \text{ mgkg}^{-1}$ por año. La presencia de dióxido de carbono en los últimos 20 a 25 años tuvo su origen en la quema de combustibles fósiles en un 75 % y el porcentaje restante representa el cambio de uso de suelo de manera especial el aumento de la deforestación (Burbano, 2018).

La función de los océanos es imprescindible en el Cambio Climático puesto que estos absorben de la atmosfera el exceso de los Gases de Efecto Invernadero, y parte del calor provocado por dicho efecto (K, Fowler, & Scott, sf). Se debe aclarar que el calentamiento global y sus consecuencias fueron tomadas de una evidencia científica basada en la observación sistemática de la temperatura media del aire cerca de la superficie y océanos. Los resultados de los últimos 100 años indican que la temperatura media se ha incrementado en $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ en una década (Power, 2009).

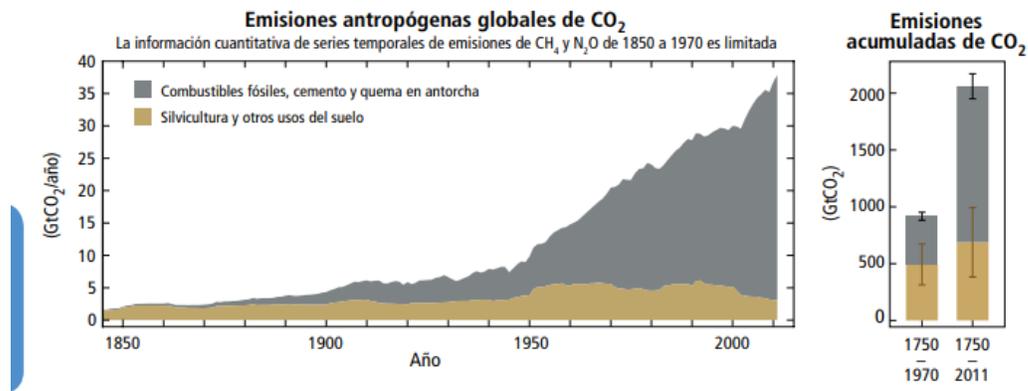


Ilustración 7 Emisiones Antropogénicas anuales de carbono CO₂, (giga tonelada de CO₂ equivalente al año GtCO₂ producidos por la quema de combustibles fósiles, producción de cemento, silvicultura y la deforestación.

Fuente: (IPCC, 2014)

Las emisiones de CO₂ que se originan de la combustión de combustibles fósiles y los procesos industriales contribuyen en un 78 % en el aumento de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero entre los años 1970 al 2010 según nos indica la Ilustración 8. Un porcentaje parecido se tuvo en el intervalo del año 2000 al 2010, el porcentaje restante corresponde el 16 % a metano, 6,2 % a óxido nitroso y el 2 % restante a los Clorofluorocarbonos (IPCC, 2014).

3.4.2. Tendencias de cambio climático

La tendencia principal es que la temperatura aumentara, este incremento en la temperatura hará que aumente la evapotranspiración en los ecosistemas forestales, una mayor concentración de dióxido de carbono en la atmósfera acrecentara la actividad fotosintética y seguido de esto se espera un déficit de agua disponible para el crecimiento de la vegetación. Las plantas debido a esta disminución responderán cerrando sus estomas, resultando benéficas las altas concentraciones de dióxido de carbono en zonas donde el agua es un factor limitante para el crecimiento y la supervivencia. Se podrá originar un crecimiento en el tallo y floración todo esto alterado por variaciones en el clima (Bravo, Del Río, Bravo, Del Peso, & Montero, 2008).

3.4.3. La actividad humana y el clima

El desequilibrio que ocurre en la atmósfera por la presencia de los gases de efecto invernadero está ligada a la actividad humana, aunque existen causas naturales como las erupciones volcánicas o la vegetación estas representan un pequeño porcentaje comparado con las de acciones antrópicas. La atmósfera es un cuerpo gaseoso que envuelve la Tierra, está compuesta por gases y aerosoles que absorben y reflejan la radiación solar emitida hacia el planeta, esta tiene una acción “protectora” puesto que mantiene la temperatura constante, algunos gases en ella presentes “transmiten”(no dejan pasar) la radiaciones de onda corta que provienen del sol, por otro lado se absorben alguna de las radiaciones de onda larga y actúan como un invernadero lo que hace que la atmósfera mantenga la temperatura de la Tierra. Estos gases se denominan los GEI los cuales son dióxido de carbono, metano y óxido nitroso que se encuentran de manera natural en la atmósfera, el problema se origina cuando las concentraciones de estos gases se incrementan más allá del porcentaje de equilibrio, lo que ocasiona que el efecto

“protector” de la atmósfera se desequilibra y la temperatura del sistema terrestre aumente (Bravo, y otros, 2007).

3.4.4. Mitigación al Cambio Climático

La mitigación y la adaptación son los pilares fundamentales para el cambio climático, la mitigación engloba las acciones que se deben tomar para reducir las emisiones de GEI. En la actualidad la atmósfera presenta una concentración de 390 ppm de dióxido de carbono, sin medidas para la disminución de estos gases estas pueden duplicarse o triplicarse hasta el 2040. El incremento de esta proporción se refleja en un aumento de 3 a 4 ° C en la temperatura media del planeta, lo cual traerá consecuencias en la salud humana, la agricultura, pérdida de ecosistemas y la disponibilidad de los recursos (Oltra & Marín, 2012).

La captura y el secuestro de carbono son temas trascendentales en la agenda ambiental global, se encuentran inmersas en la agenda de cambio climático, un fenómeno que es provocado por el aumento gases de efecto invernadero, haciendo énfasis en el dióxido de carbono presente en la atmósfera. Los sistemas vegetales disponen de la capacidad de capturar carbono de la atmósfera y convertirlo en moléculas pequeñas por medio de la fotosíntesis; pero al mismo tiempo que el carbono es capturado también se libera por procesos de respiración y muerte (Figueroa, Etchevers, Velásquez, & Acosta, 2005).

3.4.4.1. Medidas de Mitigación al Cambio Climático

El aumento de la población en el planeta que en el año 2100 va a alcanzar los 9500 millones de personas que habitan la Tierra, sumado a un proceso de urbanización de la sociedad, ocasionan un impacto en el ambiente y agravan el cambio climático. Por este motivo se ha planteado en el Acuerdo de París en el año 2015 la disminución de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) esta propuesta se lo realiza con el fin de mitigar el cambio climático con la

reducción de emisiones de dióxido de carbono, metano y óxidos de nitrógeno por parte de los países industrializados (Figueroa, y otros, 2017).

3.4.5. Carbono

El carbono en su medio natural es intercambiado en los ecosistemas terrestres y la atmósfera por medio del proceso de la fotosíntesis. El carbono se almacena en la biosfera en la vegetación y como carbono orgánico en el suelo. Los bosques representan el principal sumidero de carbono, el secuestro de dióxido de carbono que se produce en los ecosistemas vegetales terrestres es un componente trascendental en el balance global de carbono (García A. , 2008).

3.4.6. Dióxido de Carbono

El carbono se intercambia de forma natural en los ecosistemas terrestres y la atmósfera por medio de la fotosíntesis, la respiración, la descomposición y la combustión. Esto constituye el ciclo del carbono, la Producción Primaria Bruta (PBB) es el carbono que proviene de la atmósfera y es absorbido por las plantas en el proceso de la fotosíntesis y las pérdidas que se producen por la respiración de las plantas es de 60 GtCaño^{-1} y por pérdidas en la descomposición de la materia orgánica 50 GtCaño^{-1} y la producción Neta Primaria del Ecosistema en un aproximado de 10 GtCaño^{-1} . Y otras pérdidas son ocasionadas por incendios, erosión, plagas y la principal causa la actividad humana (García, y otros, 2008).

Para el año 2016 la concentración de dióxido de carbono a nivel global a superado los 405 ppm y se registra un aumento de la temperatura de $0,83 \text{ }^\circ\text{C}$ (Hu, Teng, Zhang, & Zhu, 2018).

3.4.7. Ciclo del carbono

El carbono es un elemento químico imprescindible en la formación de todos los compuestos orgánicos, circula en los océanos, atmósfera, suelo y subsuelo. El ciclo del carbono inicia con la fijación del dióxido de carbono atmosférico por medio de la fotosíntesis realizada por las plantas

y algunos microorganismos, en el proceso de fotosíntesis el agua en conjunto con el dióxido de carbono forman hidratos de carbono y liberan oxígeno que va de forma directa a la atmósfera. El fin del ciclo de carbono es la inmovilización del C en forma de materia orgánica en los suelos que permanecen ahí por miles de años (Shalisko & Vásquez, 2013). Las plantas y animales muertos se descomponen por medio de los microorganismos presentes en el suelo y de este modo oxidan el carbono, formando dióxido de carbono que retorna a la atmósfera. El carbono en el suelo está relacionada con la descomposición de la biomasa por acción microbiana (Burbano, 2018). El ciclo de carbono es aquel que recoge el flujo de los procesos físicos, químicos y biológicos que se encuentran en los diferentes reservorios de este compuesto en el planeta Tierra. Estos reservorios se encuentran en la atmósfera, biosfera, rizosfera y litosfera. Su capacidad de almacenamiento es variable oscila entre 6250×10^{18} moles de carbono en las rocas sedimentarias y en la biosfera continental en un $0,05 \times 10^{18}$ moles de carbono (Martín-Chilvet, 2010).

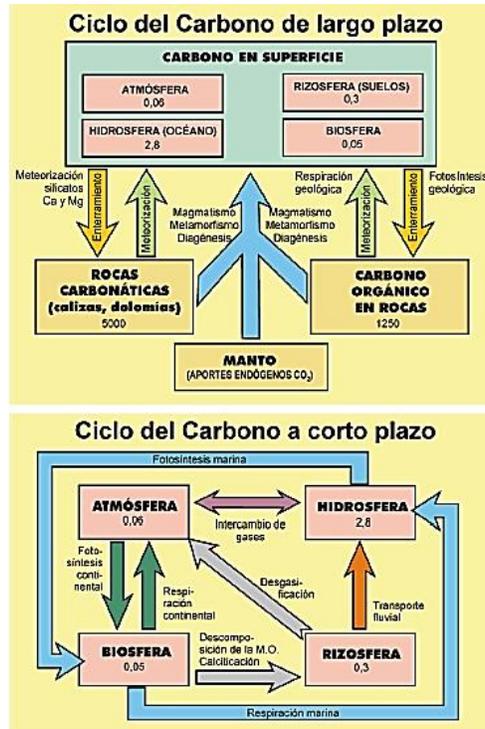


Ilustración 6 “Ciclo de Carbono a corto y largo plazo, representados en forma de diagrama de flujo

Interpretación: según el autor Martín-Chilevet (2010) “En la **Ilustración 6** las flechas indican los flujos de carbono entre los diferentes almacenes que se ilustran en cajas. Se estima la cantidad de carbono almacenada $\times 10^{18}$ mol, el ciclo de carbono de largo plazo enfatiza los flujos entre la litosfera y el sistema superficial, en cambio el ciclo de carbono a corto plazo es fundamental los flujos entre los subsistemas, atmosfera, hidrosfera, biosfera y rizosfera. En el ciclo corto se incluye las actividades antrópicas que son las que generan una gran perturbación al introducir una gran cantidad factores del ciclo de largo plazo.”

Fuente: (Martín-Chilevet, 2010)

3.4.7.1. Ciclo lento y rápido del Carbono tomado del autor Milian (2015)

Ciclo lento: El CO₂ atmosférico es disuelto por el agua lluvia y forma ácido carbónico que reacciona con los minerales que se encuentran expuestos en la superficie de la tierra. Los ríos arrastran los productos disueltos para luego desembocar en el océano, en el que forman carbonato de calcio que es depositado como sedimentos marinos y por procesos de subducción ingresan en la corteza baja terrestre. En el proceso también son reincorporados los minerales primarios de las rocas y el carbono vuelve a la atmosfera como dióxido de carbono por las emisiones volcánicas e hidrotermales. Este proceso ha logrado mantener la concentración de CO₂ atmosférico por debajo del 1 % durante los últimos 100 millones de años.

Período rápido: en este ciclo se encuentran dos transferencias anuales importantes de Carbono: el flujo de CO₂ procedente de la atmósfera y que llega a las plantas por el proceso de la fotosíntesis y el regreso del CO₂ a la atmósfera como resultado de la descomposición de la materia orgánica y la respiración de las plantas.

3.4.8. Sumideros de Carbono

Un sumidero de carbono es el flujo neto de carbono que ingresa desde la atmósfera a un ecosistema. En la biosfera el carbono es almacenado en árboles, vegetación y suelo y se expresa en giga toneladas por hectárea y por otro lado el flujo de carbono que es una corriente de carbono que fluye desde un ecosistema hacia la atmósfera (Pardos, 2010).

El carbono que es almacenado en los ecosistemas terrestres proviene de la biomasa viva que corresponde a todas las partes de la planta tanto áreas como radicales, detritus de plantas que corresponde a ramas de árboles caídos y hojarasca y suelo con el humus mineral orgánico. Una parte de dióxido de carbono es usado para crear biomasa y el resto se usa en la respiración; cuando las plantas mueren o caen sus hojas o ramas estas se descomponen dando como resultado una pequeña cantidad de carbono por medio de la respiración heterotrófica (Bravo, Del Río, Bravo, Del Peso, & Montero, 2008).

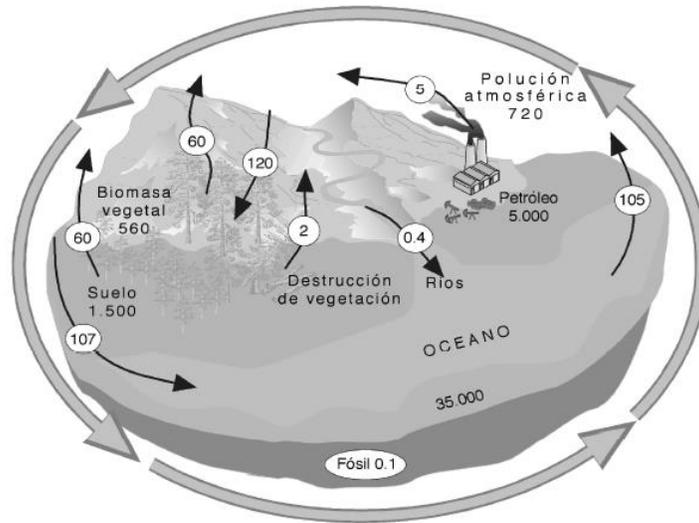


Ilustración 9 Ciclo Global del Carbono con sus flujo y sumideros en $GtC \times 10^9$

Fuente: (Macías, 2004)

3.4.9. Secuestro de Carbono

Las plantas participan de forma activa en el ciclo global del carbono, cuando la tasa de captura de carbono de las plantas, es mayor que su liberación este elemento es acumulado de manera temporal en el agua o en el suelo. Si este proceso se da por periodos prolongados el proceso es denominado secuestro de carbono. La capacidad de secuestrar carbono tiene una variación en función del ecosistema y los componentes del mismo. Se estima que la biosfera contiene alrededor de $560 \text{ Pg (Petagramos)} \times 10^{15}$ en biomasa y mantillo y $1100 \text{ a } 1400 \text{ Pg de C}$ en su sistema radicular y en el suelo (Figuerola, Etchevers, Velásquez, & Acosta, 2005).

3.4.10. Captura de carbono

Para el autor Verhulst & Francois (2015) el carbono es asimilado por los cultivos por medio del proceso de fotosíntesis e ingresa en el suelo como un residuo de la biomasa aérea y de la raíz. El material orgánico muerto es colonizado por los microorganismos del suelo, los cuales extraen la energía para el crecimiento de la descomposición oxidativa de las moléculas complejas.

Durante este proceso la mitad de carbono es mineralizado y liberado como dióxido de carbono.

En un sistema agrícola existen tres fuentes para las emisiones de CO₂ las cuales son:

- Respiración de las plantas
- Oxidación del carbono presente en los suelos y residuos de la cosecha.
- Uso de combustibles fósiles y por la maquinaria utilizada en la agricultura y para la producción de insumos.

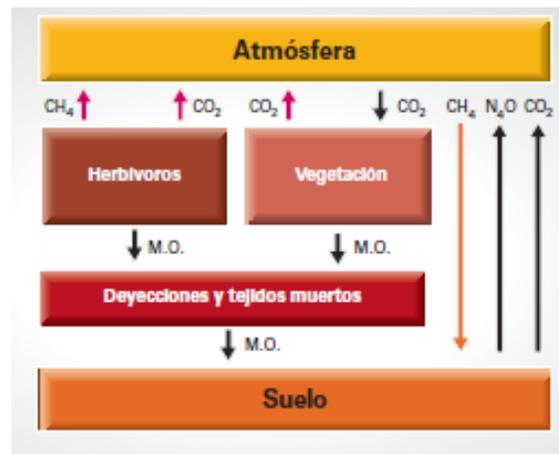


Ilustración 10 Flujos de Materia Orgánica y Gases de Efecto Invernadero en la Tierra

Fuente: (Gallardo & Merino, 2007)

3.4.11. Agricultura y Cambio Climático

La mayor proporción en el uso de tierra lo representa la agricultura, y se convierte en una fuente importante de emisiones de GEI, los diferentes ecosistemas terrestres actúan como fuentes de emisión y sumideros de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso. La agricultura intensiva, el uso de fertilizantes inorgánicos hace que el metano emitido aumente en un 50 %, por otra parte el uso de agroquímicos contribuye a las emisiones de óxido nitroso en un 6 % (García, y otros, 2008).

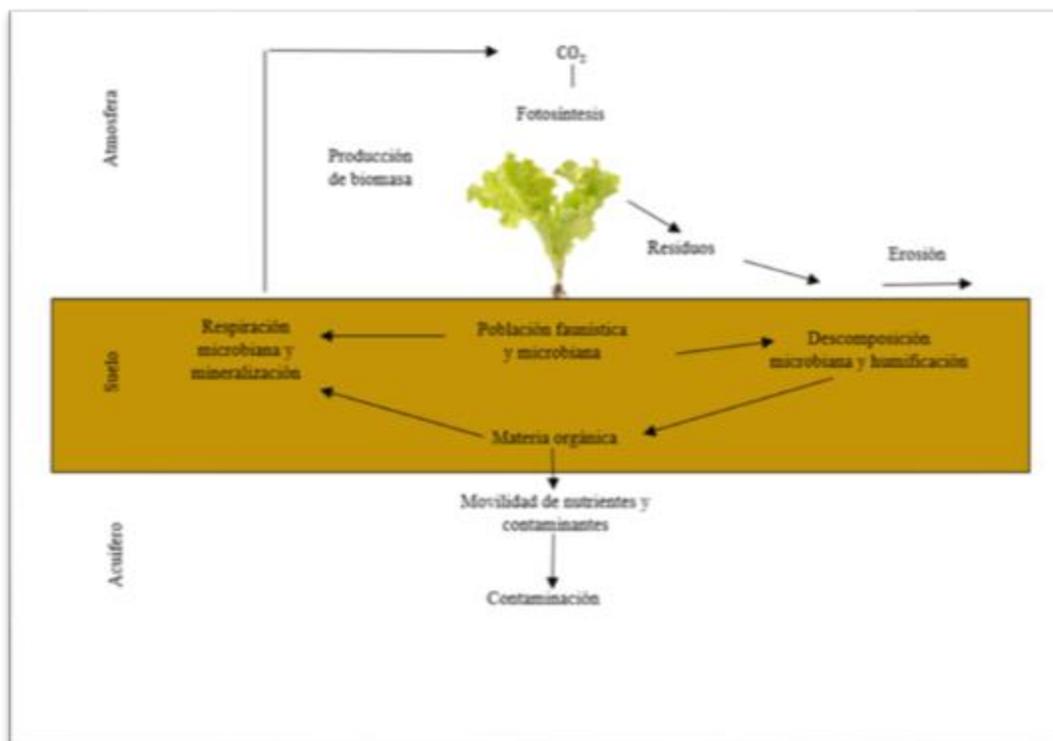


Ilustración 11 Diagrama de un ecosistema agrícola indicando los aspectos más relevantes

Basado en: (Milian, 2015)

Fuente: Elaboración propia

	Toneladas de CO ₂ /ha		
	Ecológica	Comercial	Diferencia
Cultivo Comercial			
Biomasa vegetative	3,76	4,95	-1,18
Biomasa radicular	1,44	0,89	0,55
Cultivos de captación			
Biomasa vegetativa	0,55	0,22	0,33
Biomasa radicular	0,22	0,09	0,13
Flora Adventicia			
Biomasa vegetativa	0,22	0,04	0,17
Biomasa radicular	0,04	0,01	0,03
Rendimiento bruto (secuestro)	6,23	6,19	0,04
Salida de Energía	0,15	0,29	-0,14
Rendimiento neto (secuestro)	6,08	5,91	0,18
Eficiencia de captación de carbono	41,5	21,3	

Tabla 4 Captación de Carbono en el sistema agrícola ecológico y convencional

Fuente: (García, y otros, 2008)

3.4.12. Efecto Invernadero

El efecto invernadero juega un papel fundamental en el cambio climático debido al incremento de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera es principalmente por la quema de combustibles fósiles iniciados a partir de la era industrial y esto ha puesto ha tenido su efecto en la termodinámica del planeta. El incremento de la temperatura media anual se encuentra entre 1 a 2 ° C respecto a las de los últimos 3000 años, la captura del dióxido de carbono atmosférico es una medida para la mitigación del efecto invernadero, el mismo que forma parte del ciclo del carbono, que es el más importante del planeta Tierra. El dióxido de carbono que ingresa a la biosfera por medio de la fotosíntesis es transformado en biomasa que se secuestra de forma persistente en el ecosistema (Shalisko & Vàsquez, 2013), este efecto es la acumulación de la energía radiante que proporciona el sol en un medio cerrado, de este modo ingresa la radiación con pocas pérdidas hacia el exterior. De esta manera la temperatura en el interior del “invernadero” aumenta, la atmósfera es un capa que se encuentra formada de gases di-atómicos como el oxígeno, nitrógeno y argón lo que son transparentes a la radiación térmica infrarroja, por lo tanto permiten el ingreso y la salida de la radiación térmica infrarroja , los otros gases presentes son poli atómicos como el metano, dióxido de carbono y el óxido nitroso y el vapor de agua presente en cantidades variables como humedad de aire, estos gases pueden absorber y remitir radiación infrarroja produciendo lo que se denomina efecto invernadero puesto que estos retienen parte de la energía que proviene del sol (Power, 2009).

La mitad de la radiación solar que llega a nuestra atmósfera penetra la superficie de la Tierra, y el resto es reflejado por la misma y retorna al espacio y es absorbida por gases de la atmósfera y partículas de polvo. La energía solar que llega a la superficie terrestre calienta el suelo y los océanos y la liberan en forma de radiación infrarroja. Los GEI que se encuentran en la atmósfera,

en especial el dióxido de carbono, absorben la radiación infrarroja generada por la Tierra y la envían en distintas direcciones, el efecto neto de esto es el calentamiento de la superficie terrestre originando los cambios en la temperatura media que se está presentando en la actualidad. Los GEI existieron desde hace millones de años por los procesos de formación de la Tierra cuando la presencia de gases es superior se origina mayor captura de calor, las concentraciones de dióxido de carbono y óxido nitroso han aumentado desde el siglo XVIII de manera considerable en la época de la revolución industrial, como efecto de la actividad humana. El Dióxido de carbono es el principal gas que contribuye al efecto invernadero, este se origina en la quema de combustible fósiles, las actividades industriales y la deforestación son las causas predominantes de la formación de este gas. El metano es un gas con mayor potencia CO_2 , este se origina en la agricultura (por procesos de descomposición) y ganadería (por el proceso digestivo y heces de los animales). El óxido nitroso por su parte se deriva del uso de agroquímicos en la agricultura (Rodríguez & Mance, 2009).

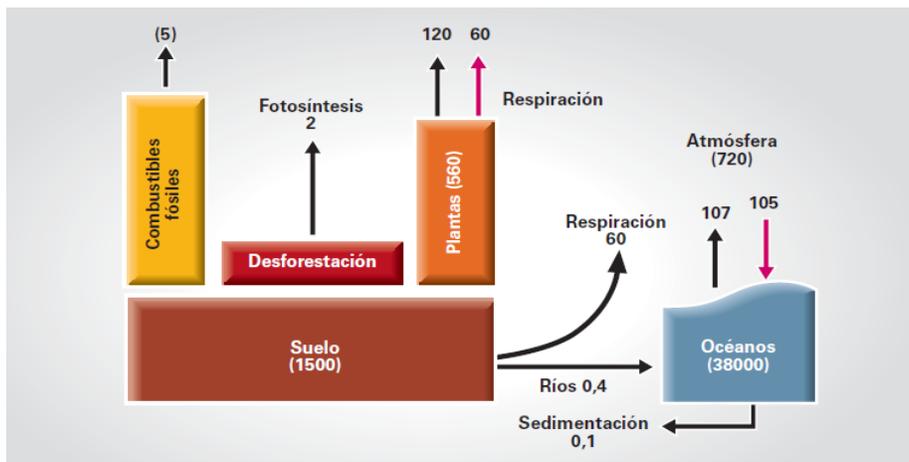


Ilustración 12 Comportamiento y flujos globales del Carbono en Petagramos

Fuente: (Gallardo & Merino, 2007)

3.5. Especies Vegetales

3.5.1. Brócoli

Es una planta anual, muy similar a la coliflor su principal diferencia reside en el intenso color de la inflorescencia. Las hojas son de un verde más oscuro, rizadas con pequeñas espinas y con la superficie hendida que se disponen en una roseta. Estas plantas presentan una raíz pivotante de la que parte una cabellera ramificada y superficial de raíces (Baixauli Soria & Maroto, 2002).

Las cabezas son de color verde en distintas tonalidades, su parte comestible es la inflorescencia en estado maduro. La cabeza central tiene su formación en la parte central y se encuentra asentada en el tallo, y al momento de la cosecha se observan otras cabezas menores colocadas de forma lateral con un diámetro inferior a la cabeza grande. Tiene una altura de unos 60 centímetros de ancho por un metro de altura (Zamora, 2016).

Lugar y Tipo de Suelo	El lugar debe tener una buena insolación, un suelo alcalino de drenaje rápido pero debe conservar la humedad.
Clima	El clima propicio para este cultivo es las zonas templadas, soporta las bajas temperaturas, pero no un calor extensivo. Es sensible a la carencia de boro, molibdeno y magnesio.
Siembra	Se debe trasplantar las plántulas cuando la planta cuando tengan 7,5 centímetros de altura y la tierra se encuentre húmeda.
Distancia entre cada planta	Debe existir una distancia entre planta y planta de 30 a 40 centímetros
Rendimiento	Cada planta pesa alrededor de 750 gramos.

Tabla 5 Condiciones Para el Desarrollo de la *Brassica oleracea var.italica*

Fuente: (Alonso de la Paz & Virginia, 1997 & Greenwood, 2000)

3.5.2. Coliflor

Es una herbácea anual o bianual, sus hojas son ligeramente ovaladas que se reúnen alrededor del tallo central y forman una roseta de color verde claro son los nervios de color blanco. Pertenecen a la familia de las crucíferas cuyo nombre viene dado por la forma de su flor que presenta cuatro pétalos y forma un cruz (Pinzón, 2012).

Para el autor (Baixauli Soria & Maroto, 2002) la coliflor presenta hojas que son enteras con pequeñas hendiduras, pueden ser oblongadas o elípticas, en ocasiones con rizaduras en los bordes. Los tallos terminan en una masa voluminosa de yemas preflorales, hiperflorales, muy prietas unas con otra.

Lugar y Tipo de Suelo	Debe existir sol y sombra parcial. Los suelos deben ser profundos para que retengan la humedad y además que favorezcan en el drenaje.
Clima	El clima indicado para este cultivo es el templado húmedo.
Siembra	El tamaño de las plántulas debe ser de 15 a 20 centímetros de altura para llevar a cabo el trasplante.
Distancia entre cada planta	Entre planta y planta debe haber una distancia de 60 a 70 centímetros.
Rendimiento	Cada cabeza pesa alrededor de 500 gramos.

Tabla 6 Condiciones Para el Desarrollo de la *Brassica oleracea var. brotytis*

Fuente: (Alonso de la Paz & Virginia, 1997 & Greenwood, 2000)

3.5.3. Col de repollo

La col es una planta de origen indígena de Europa y del Occidente de Asia, se remonta sus cultivos a la época de la antigüedad. Su altura oscila entre ochenta a noventa centímetros. (Alsina, 1972). Posee hojas ovales, abrazadoras en la yema principal de forma lisa y ligeramente

aserrada con un color verde claro. La acumulación de sus hojas forma unos cogollos apretados (Alonso de la Paz & Virginia, 1997).

La col pertenece a la familia de las crucíferas al igual que el brócoli, la coliflor, col de Bruselas, nabo y el rábano, pertenece al género *Brassica* es una especie de gran valor para uso alimentario. Necesita muy poca agua y almacenan agua para poder adaptarse en un déficit de esta (Ortiz L. F., 2010).

Lugar y Tipo de Suelo	Debe ser un suelo profundo, suelto con gran cantidad de materia orgánica que tengan un buen drenaje y capacidad de retención de agua.
Siembra	Las plántulas deben medir entre 10 a 12 centímetros y deben tener 4 hojas verdaderas. Si se siembra de manera directa se debe usar la técnica del voleo.
Distancia entre cada planta	La distancia entre cada planta debe ser de 45 centímetros.
pH del suelo	El desarrollo adecuado está establecido en suelo con un pH de 6 a 7.
Abono Requerido	El abonado se debe realizar en base a las necesidades que requiere la col el cual le debe aportar potasio, calcio y nitrógeno. Es muy sensible a los abonos frescos como el estiércol, por lo que es recomendable usar el compost madurado y cenizas.
Riego	Se debe tener riego con regularidad asegurando una continua disposición de la misma, puesto que esto facilita su crecimiento.

Tabla 7 Condiciones Para el Desarrollo de la *Brassica oleraceae var. capitata*

Fuente: (Alonso de la Paz & Virginia, 1997; Ortiz, 2010; Pinzón, 2012)

Reino	Plantae
Phylum	Magnoliophyta
Clase	Magnoliosida
Orden	Brasicales
Familia	Brassicaceae
Género	Brassica
Especie	<i>Brassica oleracea var. capitata</i> <i>Brassica oleracea var. itálica</i> <i>Brassica oleracea var. botrytis</i>

Tabla 8 Taxonomía de la Crucíferas

Fuente: (Pinzón, 2012)

3.5.4. Lechuga

Es una planta anual de origen asiático, que se encuentra constituida por una roseta de hojas grandes, alargadas, con bordes dentados y en el centro se eleva un tallo ramificado al tercio de su altura; en su etapa de inflorescencia estas son de color amarillo (Alsina, 1972). Para el autor (Ortiz L. F., 2010) es una verdura que contiene una gran cantidad de agua, se estima que existen alrededor de 250 variedades de esta especie vegetativa.

Durante su crecimiento vegetativo, la planta produce hojas sueltas en los primeros días de desarrollo, y crecen de forma suelta sin agruparse, formando un cogollo pequeño en el centro de la misma. Es un vegetal que resiste a las temperaturas bajas, se desarrollan de forma correcta en temperaturas que oscilan entre 10 a 25 ° C (Pinzón, 2012).

Lugar y Tipo de Suelo	Se requiere un suelo que conserve la humedad.
Siembra	Se debe trasplantar cuando las plántulas midan unos 7 centímetros de altura.
Distancia entre cada planta	Entre planta y planta debe haber una distancia de 25 a 30 centímetros.
Rendimiento	Cada repollo pesa alrededor de 800 gramos.
Abono requerido	El estiércol descompuesto es el ideal para esta especie se lo debe incorporar en abundancia en el terreno con una cantidad estimada de 8 a 10 kilogramos por metro cuadrado.

Tabla 9 Condiciones Para el Desarrollo de la *Lactuca Sativa*

Fuente: (Alsina, 1972 ;Greenwood, 2000)

3.5.5. Plantas Auxiliares

3.5.5.1.Cilantro

El *Coriandrum sativum* más conocido como cilantro, culantro o coriandro es una planta anual oriunda del sur de Europa, su tamaño es alrededor de setenta centímetros, con un tallo ramificado de donde nacen unas pequeñas flores blanquecinas; que luego forman granos hemisféricos amarillo oscuros con una duración germinativa de cinco a seis años. El suelo que óptimo para este cultivo es el arcilloso, se puede sembrar en cualquier época del año y la siembra se lo realiza de manera directa en el terreno de forma lineal (Alsina, 1972).

3.5.5.2.Albahaca

Es una planta aromática que pertenece a la familia de la liliáceas, posee un ciclo anual representa un gran valor en el cultivo puesto que repele a muchos organismos plagas; la albahaca crece en lugares con gran cantidad de sol y clima cálido, es sensible a las heladas y necesita abundante agua. Requiere suelos con una buena fertilidad y que tengan un buen drenaje (Vanoli, sf).

Existen unas 50 especies de albahaca, la especie usada fue la *O. basilicum L.*, es anual con los tallos erectos y ramificados de forma frondosa alcanzan una altura de entre 30 a 40 centímetros (Moncayo, Álvarez, González, & Salas, 2015).

3.5.6. Hierbas malas presentes en el cultivo según Greenwood (2000)

3.5.6.1.Espiguilla

Es una hierba anual que es fácil de retirar de forma manual, es conveniente retirarlas antes de que produzcan semillas y se multipliquen rápidamente por el cultivo.

3.5.6.2.Gramilla

Es una hierba perenne que se desarrolla formando una red de brotes subterráneos y a su vez semillas; se debe retirar todos los brotes para evitar que estos queden y se vuelvan a crecer.

3.5.6.3.Diente de León

Hierba perenne cuyas raíces primarias se deben retirar por completo para evitar que los brotes vuelvan a crecer.

3.5.6.4.Sauco Rastro

Hierba mala perenne y perjudicial que debe ser extirpada en la zona de cultivo, es complicado romper con la red de brotes subterráneos que esta hierba presenta por lo que vuelve más complicado su control

3.6. Plagas encontradas en los cultivos

3.6.1. Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*)

La plaga denominada “mosca blanca” es una plaga que afecta a más de 600 especies de vegetales, se encuentran en los cultivos hortícolas de forma común comunes, su potencial de reproducción es alto en condiciones favorables (Ortiz, y otros, 2010). Es un insecto polífago con

un amplio rango de huéspedes, provoca daño en la hoja reduciendo la capacidad nutritiva de la planta. Perteneció al orden homóptera familia Aleyrodidae, los insectos adultos miden de 1 a 3 milímetros, están cubiertos por una sustancia serosa a manera de un polvillo. La hembra pone en un promedio de 110 huevos colocados en el envés de las hojas, quedando fijos en el pedicelo corto (Corpoica Regional 3, 1999). En el periodo comprendido entre los años 1926 al 1981 se la consideró como una plaga esporádica y secundaria; sin embargo, en los últimos años se ha convertido en una plaga y vector de virus y hongos importantes. Las posibles razones para que se haya convertido en plaga podrían ser las modificaciones agrícolas, la expansión del monocultivo, el uso excesivo de agroquímicos y el intercambio mundial de plantas (Valarezo, Cañarte, Navarrete, Guerrero, & Arias, 2008).

3.6.1.1. Origen y distribución

Es una especie que se distribuye de manera amplia en las regiones tropicales y subtropicales alrededor del mundo. Los daños directos ocasionados por este insecto es la alimentación a expensas de los nutrientes de la planta lo que ocasiona desórdenes fisiológicos en la misma. En un comienzo la mosca blanca fue vista en Grecia en plantaciones de tabaco, en el nuevo mundo fue recolectada por primera vez en el año de 1897 sobre batatas (Cuellar & Morales, 2006).

3.6.1.2. Rango de hospederos

Se alimentan de unas 600 especies entre plantas que han sido cultivadas y otras silvestres, alcanzan unas 74 familias que incluyen hortalizas, plantas ornamentales y cultivos industriales en los cuales estos organismos ocasionan daño (Cuellar & Morales, 2006).

3.6.1.3.Causas del brote de la mosca blanca tomado del autor Corpoica Regional 3 (1999)

- Periodos secos prolongados y luego seguidos por muy calientes y húmedos.
- Monocultivo por lo que ellos han estrechado su ciclo biológico en el ecosistema.
- Excesivo uso de nitrógeno y una alta densidad en la siembra.
- Aplicación de insecticidas de espectro elevado.

3.6.1.4.Estadios de la Mosca Blanca Cardona, Rodríguez, Bueno, & Tapia, (2005)

- I. **Huevo:** el huevo de la mosca se fija en el envés de la hoja a través de un pedicelo, el huevo es liso, alargado, la parte superior termina en punta y la inferior es redonda. El huevo mide 0,23 milímetros de longitud y 0,1 milímetros, en un inicio los huevos son blancos luego se tornan de un color amarillo y finalmente toman un color café oscuro. La mosca puede colocar el huevo de forma individual o grupal.
- II. **Primer instar:** la ninfa emerge del huevo y se desplaza para localizar un sitio donde alimentarse; es el único estadio inmaduro en el que se realiza este movimiento. Luego la ninfa es sésil con una forma oval con la parte distal ligeramente más angosta, es translúcida y presenta manchas amarillas con una longitud de 0,27 milímetros de largo y 0,15 milímetros de anchura. Este periodo dura un promedio de tres días.
- III. **Segundo instar:** esta ninfa es translúcida con una forma oval y con los bordes ondulados miden 0,30 milímetros de longitud y 0,23 milímetros de ancho. La duración promedio de esta etapa es de tres días.
- IV. **Tercer instar:** la ninfa en este periodo es oval, aplanada y translúcida, el tamaño es el doble del primer instar mide 0,54 milímetros de longitud y 0,33 milímetros de ancho,

es fácil identificarlo en el envés de la hoja con la ayuda de una lupa. La duración de este periodo es tres días.

- V. Cuarto instar (pupa):** la ninfa de este periodo es oval, plana y casi transparente, a medida que avanza se torna opaca y en ese momento recibe el nombre de pupa. Tienen unos hilos de cera largos y erectos que son una característica de estos. En las pupas más desarrolladas ya llegando a la edad adulta se observan los ojos con facilidad, la pupa mide 0,73 milímetros de longitud por 0,45 milímetros de ancho. El tiempo de este periodo es ocho días.

VI. Hábitos de adulto

La mayoría de los adultos emergen en el día y se desplazan mucho en la noche, su actividad aumenta en las primeras horas del día y se mantiene constante durante el mismo. Al comienzo realizan vuelos muy cortos, luego de nueve días es este estadio el movimiento es mayor con distancia de hasta dos metros al día.

3.6.1.5. Daños indirectos

El daño indirecto que ocasiona esta plaga es la excreción de una sustancia azucarada que recubre las hojas y sirve de alimento para que crezca un hongo negro conocido como “fumagina”, cuando este cubre la parte superior de la hoja interfiere en la fotosíntesis lo que afecta al rendimiento del cultivo cuando se presentan tasas de infestación alta (Cardona, Rodríguez, Bueno, & Tapia, 2005).

Cabe acotar que son insectos hemimetábolos es decir tienen una metamorfosis incompleta, presentan el siguiente desarrollo en su ciclo de vida: huevo, cuatro instares ninfales y adulto, todo esto se observa en el envés de las hojas. La duración del ciclo es de 23 a 28 días dependiendo de los factores ambientales y biológicos (Morales, 2006)

3.6.2. Chochinilla de la Humedad o bicho bolita (*Armadillidium Vulgare*)

Es común encontrarlos en los jardines de las casas al igual que en huerta comerciales, este crustáceo se reconoce de forma fácil por la particularidad de enrollarse, de manera especial cuando este es perturbado. Son considerados plagas emergentes en la siembra directa puesto que este ambiente les garantiza la humedad y protección a través del rastrojo que se genera en este tipo de cultivo (Saluso, 2016).

“Las cochinillas de la humedad se han adaptado a la vida terrestre puesto sus otras familias con marinas, presentan un cuerpo deprimido, con los ojos sésiles y una ausencia de caparazón, el pereion consta de 8 segmentos el primero se encuentra unido al céfalon. El pleon está conformado por 6 segmentos, el último soldado al telson, sus apéndices son filopodiales, birrámeos y con una función respiratoria, y el último par es urópodo (filiformes o laminares)” (Moreno, y otros, 2012)(p.23).La orden isópoda es la mayor orden los Crustácea, con una cantidad de 10000 especies descritas. Los isópodos terrestres, habitan en distintos hábitats como bosques, cordilleras, agroecosistemas, montañas, entre otros. Estos individuos consumen rices tiernas en hortalizas causando debilitamiento de la planta causa daño en plántulas y producen daños en el segmento inferior del tallo (Matínez, Pérez, & Espíndola, 2014).

Es un artrópodo cosmopolita que pertenece a la rama de los crustáceos superiores y al orden de los isópodos, son los únicos de la orden en habitar en el ambiente terrestre. Es una especie omnívora, que se alimenta de hojas muertas, hongos y animales muertos, su principal alimento son los detritos vegetales por lo que participa de manera indirecta en la descomposición de los residuos vegetales (Gabellone, Larsen, & Marrochi, sf).

3.6.2.1.Ubicación taxonómica

Phyllum Arthropoda

Subphylum Crustacea

Orden Isopoda

Familia Armadillidae – *Armadillidium vulgare*

3.6.2.2. Características Morfológicas

Según el autor Saluso (2016) “el *Armadillidium vulgare* morfológicamente está conformado tres partes: cefalotórax (se encuentra la cabeza y el primer segmento del tórax), tórax (es la parte que se encuentra más desarrollada en esta orden) y abdomen o pleon presenta siete pares de patas caminadoras o pereópodos similares entre ellas de ahí el nombre de isópodos (iso: igual), en las hembras se distingue una bolsa marsupial en la faz ventral donde son depositados los huevos” (p.2).

3.6.2.3. Fases del *Armadillidium vulgare* de Saluso (2016)

- I. **Huevo:** esta fase dura de 3 a 7 semanas, los huevos miden alrededor de 0,7 milímetros de diámetro y son de color blanco. Los huevos son incubados en la bolsa marsupial las hembras pueden ovopositar de 7 a 200 huevos.
- II. **Manca marsupial:** esta fase tiene un periodo de 6 a 8 semanas, luego de que los huevos eclosionan las mareas permanecen en el marsupio y son de color blanco y los ojos negros y saltones.
- III. **Manca juvenil:** desde que salen del marsupio hasta la segunda muda, en esta etapa es cuando se puede autoabastecer, las mareas juveniles tienen un milímetro de longitud son blancas y su principal característica es enrollarse. Luego de la tercera semana de emergencia tienen una longitud de 2 a 3 milímetros.

- IV. **Juvenil:** luego de la segunda muda se asemejan a un adulto por su morfología, pero difieren en el tamaño.
- V. **Adulto:** luego de pasado 25 meses alcanzan la edad adulta y están listo para la reproducción.

3.6.3. Polilla de la col (*Plutella xylostella*)

Es también conocida como la oruga verde del repollo, polilla diamante o polilla de las crucíferas. Es un insecto que ataca a las crucíferas cultivadas y salvajes principalmente col, brócoli, coliflor y col de Bruselas en ocasiones también se alimenta del rábano y la planta de mostaza. El adulto mide unos 14 milímetros de longitud, con las alas estrechas y alargadas, es activa al atardecer y en la noche, en el día se ubican debajo de las hojas. Las larvas u orugas son de color blanco en un inicio y luego toman un color verde y alcanzan un centímetro de longitud. Al emerger el huevo penetran en el envés de la hoja y forman pequeños agujeros formando galerías. La pupa se encuentra dentro de un capullo de seda de color blanco en la cual se observa la crisálida (Perera & Trujillo, 2013).

Es un lepidóptero pequeño sus alas en la adulta miden 15 milímetros, tiene la cabeza color rojo las alas anteriores son estrechas redondeadas en la extremidad de color amarillo pálido las posteriores son más cortas puntiagudas con terminación en flecos. Los huevos miden de 0,5 a 0,25 milímetros, las orugas miden lo mismo que en la fase adulta, la cabeza es pardo negro, la pupa es fusiforme con una medida de 8 milímetros. Invernan en estado adulto o como crisálidas, colocan hasta seis huevos en el envés de las hojas, una hembra puede poner hasta 100 huevos (Agrointegra, 2017).

3.6.3.1.Sintomatología de la polilla de la col tomada de Agrountegra (2017)

Producen daños en las crucíferas, las orugas se alimentan de las hojas haciendo unos agujeros pequeños.

3.6.3.1.1. Medidas Preventivas

- Mantener el cultivo libre de maleza.
- Eliminar los restos de la cosecha.
- Sembrar plantas auxiliares: bandas floridas como por ejemplo la lavanda.

3.6.3.2.Estadios de la polilla de la col de Montero, Vignaroli, & Lietti (2007)

Tienen cuatro estadios la larva, con una duración promedio de 17 días a 15 ° C, la longitud de la larva depende del estadio en el que se encuentre llegando a medir hasta 11 milímetros. En el cuarto estadio larvar es cuando ingresa a las hojas y provocan los agujeros en la misma (Olivares, Morán, & Gúzman, 2017).

- I. Huevo:** son de forma ovalada, con un diámetro de unos milímetros de color amarillo cuando están recién depositados tendiendo a tornarse de un color más oscuro al llegar a la eclosión.
- II. Larva:** son de color blanco- amarillo, la cabeza de color marrón y con una mancha más clara, en el segundo estadio la larva se torna de un color verde oscuro con un cuerpo bien marcado, notándose unos pelos oscuros y largos.
- III. Pupa:** antes de este estadio la lava teje un capullo con una trama abierta de color blanco adherida a la hoja, la pupa mide 6 milímetros y es de color verde brillante hasta una coloración castaño oscuro.

IV. Adulto: con mariposas pequeñas de 10 a 11 milímetros con una envergadura alar, el par anterior de un color pardo grisáceo con puntos oscuros y una banda ondulante y las alas posteriores de color gris brillante con unas terminaciones en flecos.

Presentan las alas anteriores de color amarillo-café con bandas blancas y un punto negro en forma de riñón, las alas posteriores son blancas grisáceas con un margen oscuro. Los huevos presentan una forma aplanada y de color amarillo verdoso y luego si hacen de un color rosáceo, presentan cinco estadios larvales. La larva madura es de color amarillo-grisáceo con cinco bandas de color café-purpura, la cabeza es negra y el cuerpo se encuentra cubierto de pelos (Webb, Niño, & Smith, 2017).

3.6.3.3. Bioecología

Son una especie cosmopolita con hábitos migratorios, su ciclo de vida disminuye cuando hay un aumento de temperatura. Esta especie posee cuatro generaciones por año, se depositan en un promedio de 120 huevos. En el primer estadio larvar se comporta como minadora, se observa una pequeña región clorótica alargada, en el segundo estadio sale al exterior y se ubica en la cara inferior de la hoja y se observa una lámina de orificios pequeños y la dermis superior intacta, en el cuarto estadio se alimentan de la hoja completa (Montero, Vignaroli, & Lietti, 2007).

3.6.3.4. Biología y Daño

Los huevos de la polilla de la col perforan las coles que se ovopositan de forma individual o en pequeñas masas terminales, apenas emergen las larvas penetran las hojas y se alimentan del envés, produciendo pequeños agujeros. Cuando alcanzan el tercer estadio las larvas construyen una telaraña y doblan el follaje, estas larvas grandes son capaces de penetrar brotes, tallos y hojas (Webb, Niño, & Smith, 2017).

3.6.4. *Agrotis Ipsilon*

Su nombre común es el gusano cortador, es una plaga polífaga que afecta a diferentes cultivos alrededor del mundo, los hábitos de su alimentación varía en los seis estadios que presenta (Mohammed & Grafoor, 2011). Es una especie cosmopolita que daña una extensa variedad de especies cultivadas, el adulto es una polilla de color oscuro, que coloca sus huevillos aislados o en grupos pequeños en las hojas y tallos de las plantas. La larva en su parte superior es gris con unas rayas claras poco visibles. La piel posee unos gránulos convexos, redondeados grandes y pequeños (Corona, 2005).

Los huevos de este insecto son de forma esférica con una superficie estriada; la hembra deposita los huevos en grupos en el suelo, en las hojas o en residuos de cosecha pueden llegar a poner hasta los mil. Las larvas miden de 30 a 45 milímetros de longitud, de forma cilíndrica con una apariencia terrosa, este periodo dura de 24 a 30 días. La pupa es de color marrón brillante y dura 15 a 20 días. Los adultos son polillas de color gris con las alas posteriores transparentes y con flecos (Bustillo, sf).

3.6.4.1. Ubicación Taxonómica

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Noctuidae

Género: *Agrotis*

Especie: *A. ípsilon*

3.6.4.2. Estadio del *Agrotis ipsilon* de Corona (2005) y Chango (2018)

- I. **Huevo:** son blancos, con un tamaño de 0,5 a 0,6 milímetros de diametro de forma esferica y estan recubiertos de una sustancia viscosa. Los huevos son colocados en lugares con mucha humedad en el suelo y en el aire, en ocasiones lo hacen en terrenos inundados. Las hembras ponen de 1500 a 2500 huevos en grietas en el suelo.
- II. **Larva:** miden de 30 a 45 milímetros de longitud y 7 milímetros de ancho, su cabeza es color castaño rojizo con la cuticula gris. En la linea dorsal lleva una franja un poco mas clara, poseen cinco pares de falsas patas con unos ganchos dispuestos de manera circular en la parte inferior de las mismas.
- III. **Pupa:** es una fase sin movimiento durante los veinte primeros días hasta que llega al estadio adulto.
- IV. **Adulto:** de tamaño mediano, cuerpo de color gris, con el abdomen un poco mas claro que el torax, las alas anteriores de color castaño oscuro en los dos primeros tercios basales. Los adultos tienen la capacidad de recorrer grandes distancias inclusive pueden volar desiertos.

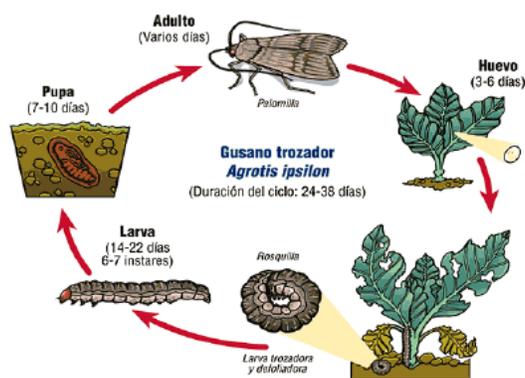


Ilustración 13 Ciclo de Vida del *Agrotis Ipsilon*

Fuente: (Chango, 2018)

3.6.4.3. Daños

Las larvas muerden los tallos y destruyen las plantas en secciones de surco, consumen las raíces, cortan el cuello de la planta y se alimentan de las hojas tiernas de la planta razón por la que son perjudiciales en la etapa joven de la misma. Sus hábitos alimenticios son nocturnos, en el día se entierran en el suelo cerca de las plantas es una plaga solitaria, se alimentan de plantas que provienen de almácigos y le cortan el tallo. Sus larvas en muchas ocasiones se alimentan de las raíces, esta plaga ocasiona daños en cultivos recién sembrados (Chango, 2018). Las larvas atacan al cultivo después del trasplante, se alimentan en un inicio de las raíces y los tejidos jóvenes, cuando el tallo está lignificado están se alimentan de las hojas y las ramas laterales (Bustillo, sf).

CAPÍTULO 4: MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto fue realizado en cinco instituciones educativas del cantón Paute, en los mismos que se estableció un grupo de estudiantes para ejecutar el proyecto de Educación Ambiental y un área determinada para realizar el huerto urbano.

4.1.Gestión

Los trámites para realizar los convenios interinstitucionales comenzaron el 04 de diciembre del año 2018 y finalizaron el 20 de diciembre del 2018 con la aprobación de los mismos. Para las instituciones Unidad Educativa “Ciudad de Paute”, Unidad Educativa “26 de Febrero” y la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora” además se realizó el trámite con la dirección del distrito Zona 01D06 correspondiente a la zona de El Pan- Guachapala- Paute- Sevilla de Oro, para que se permita el ingreso en las instituciones antes mencionadas. En la Escuela de Educación Básica “San José de Paute” y en la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yugmacay se efectuó la firma con los representantes de cada institución y además se nos otorgó el horario para realizar Educación Ambiental y el área de trabajo para realizar el huerto urbano.

En las tres instituciones fiscales luego de aprobado el ingreso se procedió a firmar los convenios con cada una de las autoridades de las mismas y posterior a esto nos destinaron las horas en las que íbamos a trabajar en Educación Ambiental y el área de trabajo que se para la ejecución del huerto urbano.

4.2.Ejecución de la Educación Ambiental

4.2.1. Temas Tratados en las Capacitaciones de Educación Ambiental

Actividades	Temática a tratar	Metodología Aplicada
Capacitación sobre conceptos de Agricultura Urbana, Huerto Urbano, hortalizas a sembrar y preparación del terreno	<ul style="list-style-type: none"> - Concepto de Agricultura urbana - Concepto de Huerto Urbano - ¿Por qué se debe hacer un Huerto Urbano? - Características del diseño de un Huerto - Beneficios del Huerto Urbano - Tipos de Huertos Urbanos - Buenas Prácticas Agrícolas - Instalación del huerto. - Distribución del huerto - Selección de especies a cultivar. - Preparación de la huerta - ¿Cuándo el suelo está listo para la siembra? - Elaboración de las camas de cultivo 	Se dictaron charlas sobre los temas citados para brindar información en temas de Agricultura Urbana, Huerto Urbano, hortalizas a sembrar y preparación del terreno y además se desarrollarán preguntas con los estudiantes sobre sus dudas y también lo que ellos conocían respecto al tema.
Capacitación sobre los temas Técnicas de cultivo Urbano,Trasplante, Labores culturales, Abonos orgánicos, Cuidado del Huerto, Control de Plagas y Enfermedades, Cosecha	<ul style="list-style-type: none"> - Técnicas de cultivo urbano - Trasplante - Labores culturales - Cuidado del huerto - Medidas Preventivas para el control de plagas desde el punto de vista ecológico - ¿Por qué los organismos se han convertido en plagas? - Control de plagas y enfermedades - Cosecha 	<ul style="list-style-type: none"> - Se dictaron charlas informativas sobre los temas Técnicas de cultivo Urbano, Trasplante, Labores culturales, Cuidado del Huerto, Control de Plagas y Enfermedades, Cosecha, realizando preguntas a los estudiantes sobre el tema permitiendo de este modo una retroalimentación con ellos. - Se proyectaron videos sobre el control biológico de plagas.

Capacitación sobre Gestión Integral de Residuos Sólidos sobre los temas de concepto de Residuo sólido, concepto de basura, diferencia entre Residuo y basura, caracterización de los Residuos Sólidos y la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Todos estos temas correlacionados con el concepto de ambiente y contaminación ambiental que generan los residuos.	<ul style="list-style-type: none"> - Concepto de Residuos Sólidos - Concepto de basura - Diferencia entre Residuos Sólido y basura - Caracterización de los Residuos Sólidos - Gestión integral de los Residuos Sólidos - Contaminación por Residuos Sólidos 	Charlas sobre los temas Gestión Integral de Residuos Sólidos sobre los temas de concepto de Residuo sólido, concepto de basura, diferencia entre Residuo y basura, caracterización de los Residuos Sólidos y la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Se hicieron preguntas a los alumnos sobre el tema y se fomentó las capacitaciones participativas.
--	--	---

Tabla 10 Temas Tratados en las Instituciones Educativas en Educación Ambiental

Fuente: Autor(es)

4.2.2. Estudiantes participantes del proyecto

Institución Educativa	Número de Estudiantes	Año de Educación al que corresponden los estudiantes
Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”	34 estudiantes	Octavo de básica Noveno de básica Decimo de básica
Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”	29 estudiantes	Noveno de básica “B”
Unidad Educativa “26 de Febrero”	19 estudiantes	Pre Bachillerato Internacional “A”
Unidad Educativa “Ciudad de Paute”	37 estudiantes	Octavo de básica “A”

Unidad Educativa	35 estudiantes	Quinto de básica Séptimo de básica
“Agronómico Salesiano”		
campus Yugmacay		

Tabla 11 Estudiantes Participantes en el proyecto de Educación Ambiental

Fuente: Autor(es)

4.2.3. Actividades realizadas en el proyecto Educación Ambiental en las Instituciones Educativas

Institución	Actividad	Fotografía
Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”	Capacitación sobre Concepto de Agricultura Urbana, Beneficios de la Agricultura Urbana, Concepto de Huerto y Tipos de huerto y Manejo de Huertos Urbanos.	
	Se realizó actividades en el campo en la cual se efectuaron las siguientes actividades: delimitación y limpieza del área que se va a implementar el huerto urbano	
	Se desarrolló un taller grupal que consistió en la elaboración de un mapa temático sobre los temas tratados el día 07 de enero del 2019.	
	Se llevó a cabo la evaluación sobre Agricultura Urbana y Manejo de Huertos.	

	<p>En conjunto con los estudiantes se desarrolló la labranza mínima del terreno, retiro de piedras y raíces y desmenuzado de la tierra.</p>	
	<p>Segunda Capacitación que abarco los siguientes temas: Siembra (tipos de siembra y trasplante), labores culturales, cuidado del huerto (riego y abonamiento), tipos de abonos orgánicos.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> - Taller sobre Abonos Orgánicos tales como: Compost, Humus de Lombriz y Biol. - En el campo se elaboró las camas de cultivo y se dejó listo el terreno para la siembra. 	
	<p>Socialización de los temas desarrollados en el taller del día 21 de enero</p>	

	<p>Retroalimentación del tema de abonos orgánicos: Humus de Lombriz, Biol y Compost</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> - Siembra de las plántulas de las 4 especies propuestas en el diseño del huerto. Las cuales se sembraron en un diseño de bloques al azar con una distancia entre planta de 40 centímetros. - Tercera capacitación sobre manejo de plagas desde el punto de vista ecológico, rotación de cultivos, control de plagas y enfermedades y productos orgánicos para combatir plagas y enfermedades. 	

	<p>Cuarta capacitación sobre: Manejo Integral de Residuos Sólidos: Concepto de Residuo, Basura, Diferencia entre los términos Residuos y Basura, Gestión de Residuos Sólidos y Peligrosidad de los Residuos.</p>	
<p>Unidad Educativa “26 de Febrero”</p>	<p>Primera capacitación sobre Agricultura Urbana y Manejo del Huerto: Concepto de Agricultura Urbana, Beneficios de la Agricultura Urbana, Concepto de Huerto, Tipos de Huertos y Manejo de huerto urbano.</p>	
	<p>Trabajo en campo con las siguientes actividades: limpieza del terreno, remoción del suelo y elaboración de camas de cultivo.</p>	

	<p>Se sembró las cuatro especies de hortalizas con los estudiantes en las camas de cultivo elaboradas anteriormente.</p>	
	<p>Segunda capacitación sobre los temas: Buenas prácticas agrícolas, los parámetros a considerar para la instalación del huerto, las áreas de distribución de huerto, la selección de especies a cultivar en un huerto urbano, las fases para la preparación del huerto, las técnicas de cultivo y se finalizó con las labores culturales</p>	
	<p>Tercera capacitación que abordó los temas: Riego, Abonamiento y Tipos de Abonos Orgánicos.</p>	

	<p>Cuarta capacitación sobre Manejo Integral de Residuos Sólidos con los siguientes temas: Concepto de Residuo, Concepto de Basura, Diferencia entre Residuo y Basura, Gestión de Residuos y Peligrosidad de los residuos.</p>	
<p>Unidad Educativa “Ciudad de Paute”</p>	<p>Primera Capacitación sobre Agricultura Urbana y Manejo de Huertos Urbanos que abarco los temas: Concepto de Agricultura Urbana, Beneficios de la Agricultura Urbana, Concepto de Huerto, Tipos de Huertos y Manejo de Huertos Urbanos.</p>	
	<p>Segunda capacitación acerca de: Las técnicas de cultivo urbano, tipos de labores culturales, los cuidados del huerto, los tipos de abonos orgánicos, medidas preventivas para el manejo de plagas desde el punto de vista ecológico (asociación y rotación de cultivos), control de plagas y enfermedades, tipos de control de plagas y enfermedades, productos orgánicos para combatir plagas y enfermedades.</p>	

	<p>Evaluación a los estudiantes sobre las dos capacitaciones efectuadas el 21 y 28 de enero.</p>	
	<p>Tercera Capacitación sobre Manejo Integral de Residuos Sólidos que abarco los siguientes temas: Concepto de Residuo Solido y Basura, Diferencia entre los dos conceptos, Caracterización de los Residuos, Ley de las 4Rs y Gestión de los Residuos.</p>	
<p>Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yugmacay</p>	<p>Primera Capacitación sobre Agricultura Urbana: Concepto de Agricultura Urbana, Beneficios de la Agricultura Urbana, Concepto de Huerto, Tipos de Huerto, Manejo de Huertos urbanos, Instalación del huerto, tipos de hortalizas que se siembran en un huerto urbano y buenas prácticas agrícolas.</p>	
	<p>Trabajo en campo con los estudiantes se realizaron las siguientes actividades: limpieza del terreno y elaboración de parcelas.</p>	

	<p>Trabajo en campo con los estudiantes para la limpieza del terreno y elaboración de camas de cultivo.</p>	
	<p>Segunda Capacitación sobre los Abonos Orgánicos que abordo los temas: Abonamiento, Tipos de abonos orgánicos y Elaboración de abonos orgánicos.</p>	
<p>Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”</p>	<p>Primera capacitación sobre Agricultura Urbana y Manejo del Huerto con los temas: Concepto de Agricultura Urbana, Beneficios de la Agricultura Urbana, Concepto de huerto, tipos de huertos y Buenas Prácticas Agrícolas.</p>	
	<p>Segunda Capacitación sobre Agricultura Urbana y Manejo del Huerto con los temas: Instalación del huerto, Distintos tipos de especies de hortalizas a cultivar, Pasos para la preparación del huerto, Elaboración y distribución de las camas de cultivo, técnicas de cultivo, labores culturales y el cuidado del huerto.</p>	

	<p>Tercera Capacitación sobre Abonos Orgánicos y Manejo de Plagas y Enfermedades que abordo los siguientes temas: Abonamiento, Tipos de Abonos Orgánicos, Elaboración de Abonos Orgánicos, Control de plagas y enfermedades y Rotación de cultivos.</p>	
	<p>Cuarta capacitación sobre Manejo Integral de Residuos Sólidos sobre los temas: Concepto de Residuo Solido y Basura, Diferencia entre los dos conceptos, Caracterización de los Residuos, Ley de las 4Rs y Gestión de los Residuos y Peligrosidad de los Residuos Sólidos.</p>	

Tabla 12 Actividades realizadas con los estudiantes en el proyecto de Educación Ambiental

Fuente: Autor(es)

4.2.4. Ejecución del Huerto urbano

Para el desarrollo del proyecto se contó con la ayuda de los estudiantes de tres de las cinco instituciones educativas, puesto que en la Unidad Educativa “Ciudad de Paute” y en la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora” el horario limitado y solo se planteó desde la dirección distrital que se realice capacitaciones a los estudiantes. En el caso de la Unidad Educativa “26 de febrero” si se pudo contar con la ayuda de los estudiantes porque en la institución los jóvenes realizan el Proyecto Estudiantil en el cual la institución nos hizo parte del mismo y en este espacio desarrollamos el proyecto.

En las dos instituciones restantes Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute” y la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yugmacay se realizó la huerta urbana con ayuda de los estudiantes de los planteles educativos.

El área donde se implementó el huerto urbano fue de 4 metros de ancho por 4 metros de largo dando un área de 16 metros cuadrados.

4.2.4.1. Limpieza del terreno, elaboración de camas de cultivo y elaboración de cajoneras

4.2.4.1.1. Construcción de cajoneras en Unidad Educativa “Ciudad de Paute” y Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”

En las dos instituciones educativas se implementó las camas de cultivo en cajoneras puesto que el espacio que se disponía era pequeño.

Las tres cajoneras se construyeron el día 21 de enero en la Unidad Educativa “Ciudad de Paute” y de igual manera el 1 de febrero se construyó en la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora” que corresponde cada una a los tres tratamientos del Huerto Urbano. Para la elaboración de las cajoneras se utilizaron los siguientes materiales:

- Tablones de madera
- Tiras de madera
- Clavos

Luego de construidas las cajoneras se procedió a colocar 8 sacos de tierra de 100 libras de peso en cada una de las ellas, con el fin de obtener una altura de cinco centímetros de altura de tierra para realizar la siembra en las mismas. Las dimensiones de las cajoneras fueron de 3 metros de largo por 0,80 metros de ancho.

En la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora” además se elaboró una cerca para proteger el Huerto urbano del ingreso de los estudiantes.



Ilustración 14 Elaboración de las cajoneras en la Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora"

Fuente: Autor(es)



Ilustración 15 Elaboración de las cajoneras en la Unidad Educativa "Ciudad de Paute"

Fuente: Autor(es)

4.2.4.1.2. Limpieza del terreno en la Unidad Educativa “26 de Febrero”, Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay y Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”

El día 08 de enero del 2019 se procedió, a la limpieza del terreno en la Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute” con la ayuda de los treinta y cuatro estudiantes de la institución que formaron parte del proyecto. Los estudiantes se dividieron en tres áreas de trabajo en el espacio en el que se desarrolló el huerto, cada grupo tenía como materiales de trabajo un saco para colocar el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*); además, de una hoz o segadera para cortar el mismo.

El día 18 de enero del 2019 se efectuó la limpieza del terreno en el Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yumagay la actividad contó con la ayuda de los estudiantes que formaron parte del proyecto. La limpieza consistió en la remoción de raíces de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*); con la ayuda de un pico. Además de esto luego de la limpieza de procedió a realizar la labranza mínima del terreno.



Ilustración 16 Limpieza del terreno en la Escuela de Educacion Básica Particular "San José"

Fuente: Autor(es)



Ilustración 17 Limpieza del terreno en la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yumagay

Fuente: Autor(es)

4.2.4.1.3. Labranza mínima y Elaboración de Camas de Cultivo en la Unidad Educativa “26 de Febrero” y Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yumagay

El día 22 de enero del 2019 en la Unidad Educativa “26 de Febrero” se realizó la limpieza del terreno, la labranza mínima del terreno con la ayuda de los 19 estudiantes que participaron en el proyecto, los cuales usaron pico y pala para la labranza y posteriormente la elaboración de las

tres camas de cultivo cada cama de cultivo cuya dimensión fue de 3 metros de largo por 0,80 metros de ancho con una espacio entre cama de 0,80 usado como caminera para el riego.

El 24 de enero en la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” se procedió a realizar las camas de cultivo para la posterior siembra de las especies vegetales.



Ilustración 18 Labranza mínima y elaboración de las camas de cultivo en la Unidad Educativa "26 de Febrero"

Fuente: Autor(es)



Ilustración 19 Labranza mínima del terreno y elaboración de las camas de cultivo en la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yugmacay

Fuente: Autor(es)

4.2.5. Siembra

En cada institución educativa se sembró 48 plantas, la forma de la siembra fue un diseño de bloques al azar conformado por tres tratamientos cada una con cuatro repeticiones cada uno con cuatro plantas. La distancia entre cada planta y cada repetición fue de 40 centímetros, la distancia entre cada tratamiento fue de 80 centímetros que quedo a manera de caminera para realizar el riego.

La siembra de las cuatro especies de vegetales: Lechuga Simpson (*Lactuca Sativa* var. *black seed*), Col (*Brassica oleracea* var. *capitata*), Brocoli (*Brassica oleracea* var. *itálica*), Coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) se realizó en las cinco instituciones educativas en tres instituciones algunas de las plántulas murieron motivo por el cual se tuvo que volver a sembrar.



Ilustración 20 Siembra en la institución educativa Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”

Fuente: Autor(es)



Ilustración 21 Siembra en la institución educativa Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”

Fuente: Autor(es)



Ilustración 22 Siembra en la institución educativa Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yugmacay

Fuente: Autor(es)



Ilustración 23 Siembra en la institución educativa Unidad Educativa “26 de Febrero”

Fuente: Autor(es)



Ilustración 24 Siembra en la institución educativa Unidad Educativa “Ciudad de Paute”

Fuente: Autor(es)

Institución	Fecha de Siembra	Fecha de Resiembra	Fecha de Muestreo	Fecha de Cosecha
Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”	06/Febrero/2019	No hubo resiembra		
Unidad Educativa “Agronómico Salesiano”	28/Enero/2019	15/Febrero/2019		
Unidad Educativa “Ciudad de Paute”	07/Febrero/2019	19/Febrero/2019	26/Abril/2019	17/Mayo/2019
Unidad Educativa “26 de Febrero”	29/Enero/2019	05/Febrero/2019		
Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”	29/Enero/2019	11/Febrero/2019		

Tabla 13 Fecha de la Siembra, muestreo y cosecha en cada uno de los cultivos en las cinco Instituciones Educativas

Fuente: Autor(es)

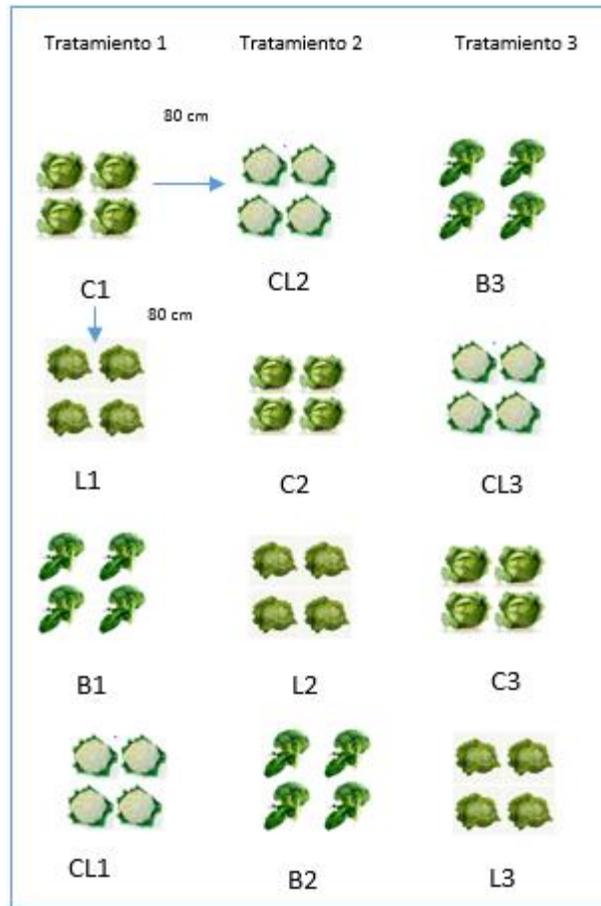


Figura. 1 Distribución del huerto urbano

Fuente: Basado en (Mora, 2017)

Elaborado por: Autor(es)

4.2.6. Riego

El riego en los cinco huertos urbanos se realizó de forma manual con la ayuda de dos cubetas de plástico con una capacidad de 7 litros cada una el agua utilizada fue el agua potable disponible en el cantón Paute. La periodicidad del riego dependió de las condiciones meteorológicas, la mayor parte del tiempo las condiciones fueron adversas puesto habían muchas horas de sol y la lluvia era escasa la mayor cantidad de días por lo que el riego fue en algunas ocasiones tres hasta cuatro veces por semana.



Ilustración 25 Riego en las instituciones educativas Unidad Educativa "26 de Febrero" y Unidad Educativa "Ciudad de Paute"

Fuente: Autor(es)

CRONOGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS																				
INSTITUCIÓN EDUCATIVA	FECHAS DE RIEGO : 11 DE FEBRERO AL 10 DE ABRIL DEL 2019																			
	FEBRERO						MARZO									ABRIL				
	11	15	18	19	22	23	1	6	11	13	15	19	20	21	25	27	29	4	5	10
ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA "SAN JOSÉ DE PAUTE"																				
UNIDAD EDUCATIVA "26 DE FEBRERO"																				
UNIDAD EDUCATIVA "CIUDAD DE PAUTE"																				
UNIDAD EDUCATIVA "AGRÓNOMICO SALESIANO"																				
ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA "ISIDRO AYORA"																				

Tabla 14 Cronograma de riego en las instituciones educativas

Fuente: Autor(es)

INSTITUCIÓN EDUCATIVA	IDENTIFICACIÓN
ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA "SAN JOSÉ DE PAUTE"	
UNIDAD EDUCATIVA "26 DE FEBRERO"	
UNIDAD EDUCATIVA "CIUDAD DE PAUTE"	
UNIDAD EDUCATIVA "AGRÓNOMICO SALESIANO"	
ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA "ISIDRO AYORA"	

Tabla 15 Identificación de cada institución educativa

Fuente: Autor(es)

4.2.7. Control Ecológico de Plagas

Se realizó el control de plagas en los cinco cultivos por medio del uso de preparados naturales para combatir a estos organismos. Las plagas identificadas en los huertos urbanos fueron: mosca blanca, cochinilla de la humedad, *Agrotis ipsilon* y polilla de la col.

4.2.7.1.Preparación del aceite blanco y extracto alcohólico de ajo por la FAO (2010)

Ingredientes

Para 10 litros de agua

- 2 tazas de aceite vegetal
- 1/2 taza de jabón líquido puro o neutro (puede ser líquido o en barra)
- Un frasco vacío de boca ancha
- Un rociador o aspersor

Preparación

Se mezcló el aceite vegetal y el jabón líquido en el frasco se agita bien hasta que la mezcla se vuelva blanca. Esta mezcla habría que diluirla cada vez que se es utilizada.

Forma de aplicar y plagas a las que combate

Para la aplicación se coloca 10 ml de este preparado por cada litro de agua, se aplica con un spray o bomba sobre y alrededor de la planta. Combate cochinillas y pulgones.

Almacenamiento del preparado

El preparado de jabón blanco tendrá una duración de tres meses desde el momento en el que se prepara. Se debe evitar que reciba la luz directa del sol y hay que mantenerlo en un lugar fresco y seco. Evita que le dé la luz directa y mantenlo en un lugar seco y fresco. Cuando lo apliques hazlo con un spray por toda la planta.

Recomendación

El uso de este preparado se hace a tempranas horas en la mañana o a última hora de la tarde, además se recomienda no utilizar sobre plantas de hojas peludas, pues podrían sufrir quemaduras.

¿Cómo funciona el aceite blanco?

El aceite blanco funciona a través de asfixia al individuo plaga, bloqueando los poros de los insectos e isópodos a los cuales se les aplica la preparación.

4.2.7.2.Preparación del extracto alcohólico de ajo

Ingredientes

Para preparar un litro se necesita:

- 1 mortero
- 50 gramos de ajo (*Allium sativum*)
- 50 gramos de ají
- 1 litro de alcohol etílico al 90 %
- 1 frasco con tapa hermética
- Un lienzo o filtro para exprimir

Preparación

Se muelen los ajos en un mortero, luego se macera con un litro de alcohol etílico al 90 % por un período de 7 días, luego de este tiempo se filtra para eliminar las partes gruesas del preparado y se almacena en un recipiente hermético.

Forma de aplicar, mecanismo de acción y plagas que combate

Se aplica según la incidencia de la plaga, se aplica 5 a 7 ml/lt en un litro de agua con una frecuencia de 5 a 7 días. Actúa como insecticida por contacto y como un fago repelente; es decir, aleja a los insectos por sus componentes desagradables. Combate moscas blancas, pulgones y minador.

Rendimiento y almacenamiento

Un litro de este preparado disuelto en 200 litros de agua permite cubrir un área de una hectárea a hectárea y media, se debe almacenar en frascos oscuros y un lugar fresco. Se puede almacenar por un periodo de 6 meses.

4.2.8. Toma de datos de los cultivos

La toma de datos se realizó los días jueves de cada semana la misma tuvo una duración de diez semanas que se efectuó este procedimiento, esto se lo hizo con la ayuda de una regla y un flexómetro para determinar de este modo el crecimiento de la planta (altura).



Ilustración 26 toma de datos en la institución educativa Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yugmacay

Fuente: Autor(es)

4.2.9. Cosecha

La cosecha de los vegetales se efectuó aproximadamente a los tres meses desde la siembra siendo el día 17 de mayo del 2019, los mismos que fueron utilizados para las muestras que se llevaron posteriormente al laboratorio para los análisis de captura de carbono y coliformes totales.



Ilustración 27 Cosecha de las hortalizas

Fuente: Autor(es)

4.3.Muestreo

El muestreo se efectuó el día 26 de abril del 2019 en los cinco cultivos ubicados en las instituciones educativas del cantón Paute.

1. Se procedió a cortar hojas con la mano de cada una de las especies sembradas: lechuga Simpson (*Lactuca Sativa var. black seed*), Col (*Brassica oleracea var. capitata*), Brócoli (*Brassica oleracea var. itálica*), Coliflor (*Brassica oleracea var. botrytis*), se las colocó en bolsas plásticas para posteriormente llevarlas al laboratorio y pesarlas.
2. Se pesó 30 gramos de muestra para el análisis de plomo, para coliformes totales y captura de carbono se tomó 20 gramos de muestra.

Espece Vegetal	Nomenclatura usada para el diseño de bloques al azar	Nombre de la Institución Educativa	Nomenclatura de la Institución Educativa
Brócoli	B1,B2,B3	Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”	SJ
Col	C1,C2,C3	Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”	IA
Lechuga	L1,L2,L3	Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yugmacay	AS
Coliflor	CL1,CL2,CL3	Unidad Educativa “26 de Febrero”	26F
		Unidad Educativa “Ciudad de Paute”	CP

Tabla 16: Especies Vegetales y su nomenclatura usada en el diseño de bloques al azar

Fuente: Autor(es)

4.4. Muestreo de Plomo en el Suelo

Para el muestreo del suelo se lo hace de acuerdo a la Guía para Muestreo de Suelos del Ministerio del Ambiente de Perú (2014) usando el muestreo de nivel de fondo que tiene como objetivo determinar la concentración de químicos en el suelo los cuales pueden encontrarse de manera natural o por alguna actividad antrópica. Según este tipo de muestreo se tomaron tres puntos de muestreo en el área del huerto urbano la que se analizó por la posible contaminación por plomo en el suelo, el muestreo fue realizado a una profundidad de 30 centímetros. Luego de tomadas las tres submuestras se reúne todas las submuestras y se procede a hacer el cuarteo de la misma tal como lo indica la **ilustración 28**, luego de eso se toma un kilogramo de submuestra y se guarda en una bolsa plástica.

Luego de tomada la submuestra se esparció en una superficie plana para desmenuzar el suelo y sacar los objetos de mayor grosor hasta dejar la muestra lo más fina posible, y se dejó secar al sol por un día, luego de este tiempo la muestra fue tamizada y se pesó la cantidad de 100 gramos para llevar al laboratorio a ser analizados.

El total de muestras fue una en cada institución educativa para el posterior análisis de plomo en el suelo.



Ilustración 28 Cuarteo de la Muestra

Fuente: (Ministerio del Ambiente de Perú, 2014)

4.5. Análisis Microbiológico

Para el análisis microbiológico nos basamos en la metodología dispuesta por Ortega & Vélez, (2013).

4.5.1. Toma de muestras

Las muestras fueron recolectadas en cada una de las instituciones educativas para su posterior análisis en laboratorio, se las dispuso en fundas herméticas y etiquetadas para luego ser llevadas al laboratorio. Cada una de las muestras tuvo un peso de 20 gramos y se tomó uno por cada especie en cada institución.

4.5.2. Preparación de la muestra

1. Se pesó 15 gramos de peptona que nos sirve para preparar un litro de agua peptonada, como fueron 20 muestras se prepararon 4 litros de la misma.



Ilustración 29: Pesado de la Peptona

Fuente: Autor(es)

2. Se colocó en un Matraz Erlenmeyer los 15 gramos de peptona con los 1000 ml de agua destilada.
3. Se llevó a la cocina el Matraz, el mismo que se agitaba con una barrilla para que toda la peptona se disuelva.



Ilustración 30 Disolución de la Peptona a través de calor

Fuente: Autor(es)

4. Se procedió a colocar los 200 ml de agua peptonada en cada uno de los envases, y en cada una de las tapas se colocó papel aluminio.



Ilustración 31 Muestras de 200 ml listas para llevar al autoclave

Fuente: Autor(es)

5. Se autoclavó los frascos hasta llegar a una temperatura de 121°C por un tiempo de media hora.



Ilustración 32 Muestras a ser autoclavadas

Fuente: Autor(es)

6. Luego de este proceso se homogenizo cada una de las muestras con el agua peptonada con ayuda de una licuadora para su posterior incubación en las placas Petrifilm.



Ilustración 33 Muestras homogenizadas para preparar la inoculación

Fuente: Autor(es)

4.5.3. Inoculación e Incubación

1. Primero se realizó la incubación en blanco, esto quiere decir que se sembró solo el agua peptonada en la placa Petrifilm.



Ilustración 34 Siembra de la Muestra en Blanco

Fuente: Autor(es)

2. Se procedió a sembrar cada una de las muestras en cada una de las placas Petrifilm, este proceso se lo realiza levantando la lámina que recubre el gel y por medio de una pipeta electrónica de 1 ml se coloca la muestra en el centro de la placa y con ayuda de la punta se ayuda a dispersar.



Ilustración 35 Siembra de las muestras en las placas Petrifilm

Fuente: Autor(es)

3. Para dispersar la muestra de manera correcta se cierra, y luego con ayuda del dispersor se coloca sobre la placa y se presiona por 20 segundos para que la misma quede dispersa correctamente por toda la placa.



Ilustración 36 Dispersión de la Muestra

Fuente: Autor(es)

4. Luego de la solidificación del gel se llevó a la estufa a una temperatura de 37 grados por 24 horas para el crecimiento de los coliformes y para realizar el conteo.



Ilustración 37 Solidificación de las placas Petrifilm

Fuente: Autor(es)

5. Pasado las 24 horas con la ayuda de un contador de colonias, se procedió al conteo en cada una de las placas Petrifilm.



Ilustración 38 Conteo de colonia con ayuda del contado de colonias

Fuente: Autor(es)

4.5.4. Determinación de Unidades Formadoras de Colonia sobre gramo (UFC/gr)

Para interpretar los resultados obtenidos en el conteo de colonias se usó la metodología propuesta por (Vélez & Ortega, 2013)

cual nos indica que debemos utilizar la formula siguiente:

$$N = \sum C \times f$$

Donde:

N = Número UFC por gramo

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

f = factor de dilución

4.6.Captura de Carbono

La metodología utilizada para obtener la cantidad de carbono secuestrada en cada muestra fue tomada de Guía para la Determinación de Carbono en pequeñas propiedades rurales de

4.6.1. Preparación de la muestra

1. Se pesó cada vegetal con sus raíces, se tomó una muestra de cada bloque tomándose por institución educativa un total de 12 muestras; este peso representa el peso fresco de la muestra.
2. Tomar una muestra de 20 gramos de cada vegetal y guardarlas en bolsas plásticas herméticas. Este valor representa el peso fresco de la submuestra.



Ilustración 39 Preparación de las muestras previo ingreso a la estufa

Fuente: Autor(es)

3. Se seca en la estufa a una temperatura de 60 ° C por un periodo de 24 horas.



Ilustración 40 Muestras colocadas en la estufa para el secado de las mismas

Fuente: Autor(es)

4. Una vez secado la muestra en la estufa se procede a pesar cada una de las submuestras, el valor obtenido luego del secado es el peso seco de la submuestra.



Ilustración 41 Muestras secadas luego de pasado las 24 horas en la estufa

Fuente: Autor(es)



Ilustración 42 Pesado de la muestra

Fuente: Autor(es)

5. Se determinó la cantidad de materia seca de cada muestra o biomasa, aplicando la ecuación que se cita a continuación:

$$M_{sm} = \frac{MF_{submuestra}}{MS_{submuestra}} \times MF_{muestra}$$

Donde:

M_{sm} : materia seca de la muestra $\left(\frac{\text{kg}}{\text{parcela}}\right)$

$MF_{submuestra}$: materia fresca (kg) de la submuestra llevada para la determinación de la cantidad de humedad

$MS_{submuestra}$: materia seca (kg) de la submuestra llevada para la determinación de la cantidad de humedad

$MF_{muestra}$: materia fresca de la muestra $\left(\frac{\text{kg}}{\text{parcela}}\right)$

4.6.2. Determinación de la cantidad de Carbono en las muestras

El coeficiente CF recomendado por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), que recomienda un valor de 0.5, según indican los autores (Jiménez & Landeta, 2009, Rüginitz, Chacón, & Porro, 2009).

Para la determinación de este valor se utiliza la siguiente ecuación:

$$\Delta C_{\text{bmuestra}} = MS_m \times CF$$

Donde:

$\Delta C_{\text{bmuestra}}$: cantidad de carbono en la biomasa de la muestra de vegetación no arbórea $\left(\frac{\text{kgC}}{\text{parcela}}\right)$

CF: es la fracción de carbono $\left(\frac{\text{kgC}}{\text{kgMS}}\right)$

4.6.3. Determinación de la cantidad de CO₂ secuestrada en las muestras

Cálculo de Stocks para captura de carbono en masas no arbóreas tomado de (Fernández, Agricultura Urbana y su aporte contra el efecto invernadero en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Tesis de Grado, 2016)

El método establece una relación entre Biomasa-C-CO₂ la cual nos indica lo siguiente:

$$1 \text{ tonelada de biomasa} = 0.5 \text{ toneladas de C}$$

$$1 \text{ tonelada de C} = 3.67 \text{ toneladas de CO}_2$$

Para determinar la cantidad de dióxido de carbono secuestrado en cada muestra se usó la metodología propuesta por Landeta (2009):

$$CO_2 = K_r \times C_c$$

Donde:

C_{O_2} : Dioxido de Carbono ($\text{tn} \frac{\text{CO}_2}{\text{m}^2}$)

Kr: Factor de conversión de 3,67

C_c : Cantidad de Carbono ($\text{tn} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$)

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

5.1. Educación Ambiental

5.1.1. Tabulación de las encuestas dirigidas al alumnado.

Información de los estudiantes.

Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”	Unidad Educativa “26 de Febrero”	Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”	Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay	Unidad Educativa “Cuidad de Paute”
Número de encuestados: 34	Número de encuestados: 19	Número de encuestados: 29	Número de encuestados: 35	Número de encuestados: 37

CUESTIONARIO APLICADO A LOS ALUMNOS.

PREGUNTA 1.

¿Cree usted que el Programa de Educación Ambiental le ha servido para su formación académica?

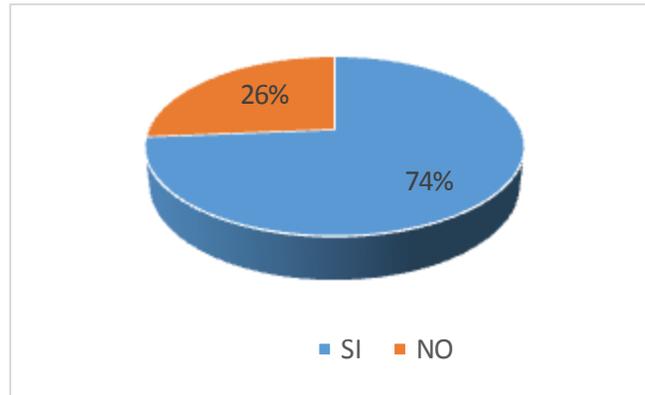
Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”

SI	NO
31	3
TOTAL	34



Unidad Educativa “26 de Febrero”

SI	NO
14	5
TOTAL	19



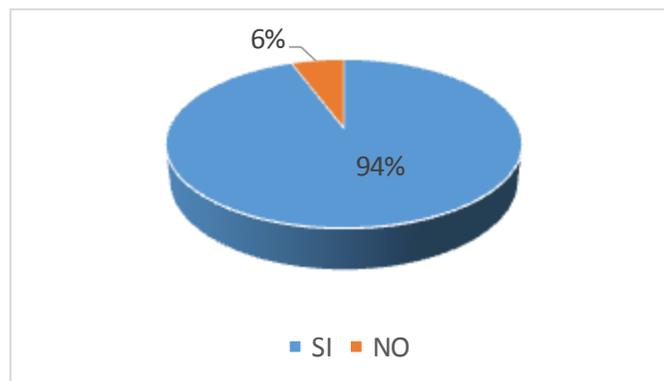
Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”

SI	NO
29	0
TOTAL	29

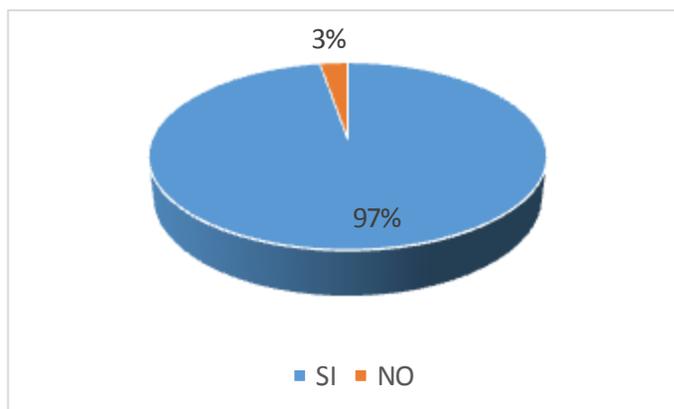


Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay

SI	NO
33	2
TOTAL	35



Unidad Educativa “Cuidad de Paute”

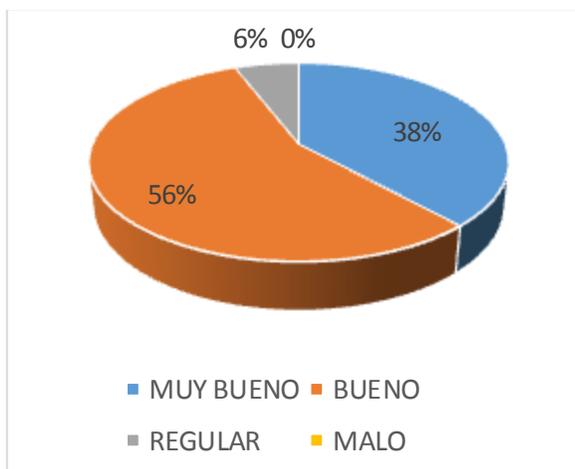


SI	NO
36	1
TOTAL	37

PREGUNTA 2.

¿Cómo ve usted el desarrollo de este tipo de proyectos investigativos dentro de la Institución?

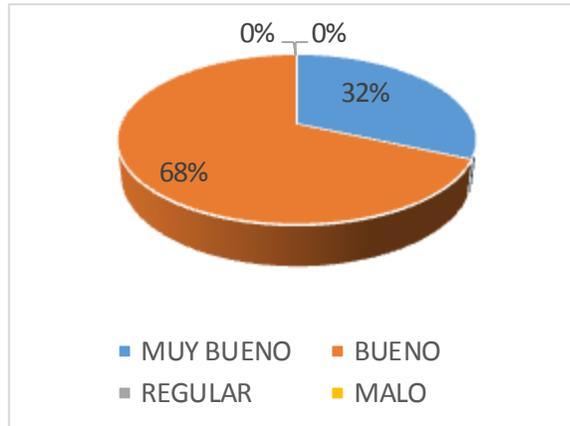
Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”



MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO
13	19	2	0
TOTAL			34

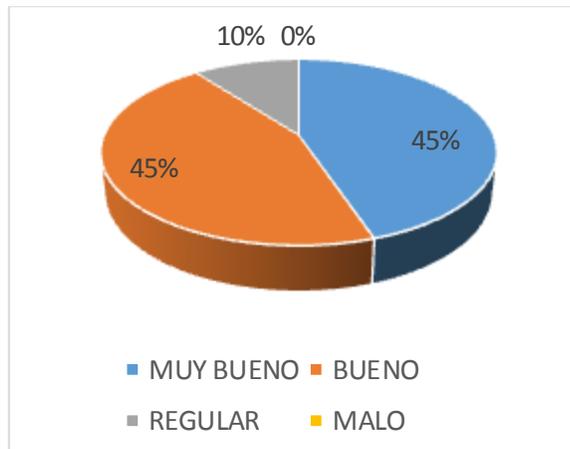
Unidad Educativa “26 de Febrero”

MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO
6	13	0	0
TOTAL			19



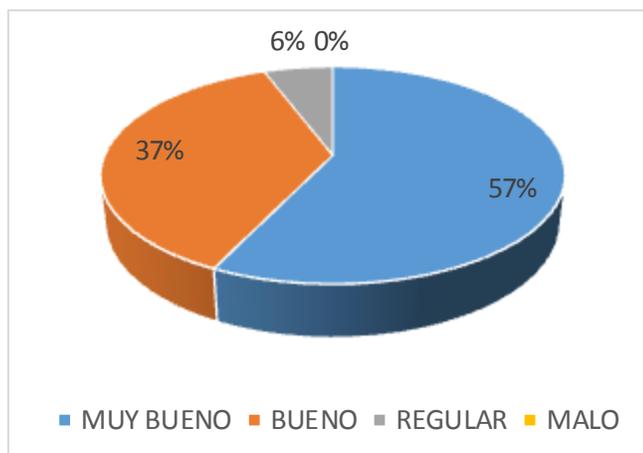
Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”

MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO
13	13	3	0
TOTAL			29



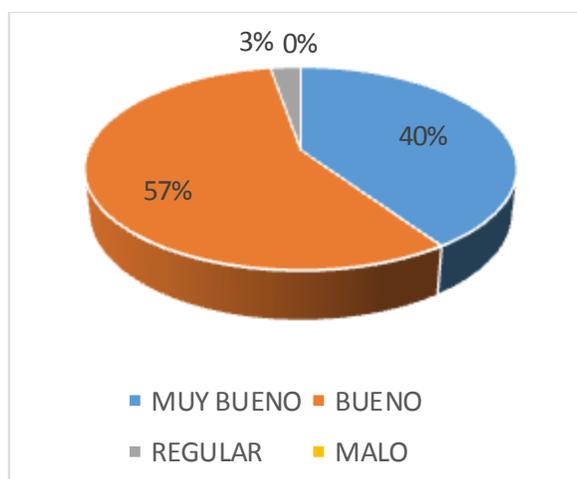
Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay

MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO
20	13	2	0
TOTAL			35



Unidad Educativa “Cuidad de Paute”

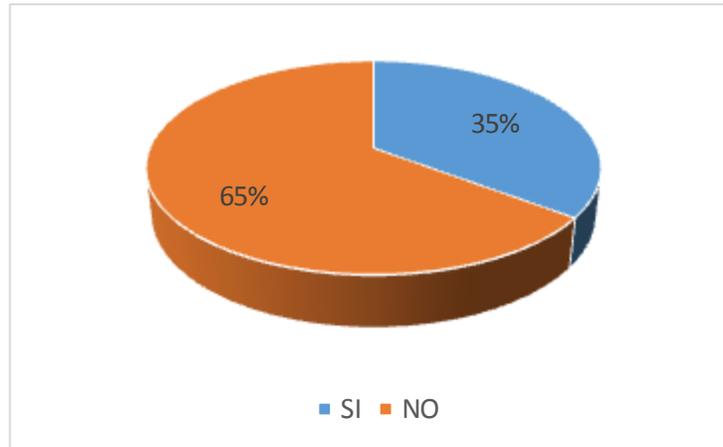
MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO
15	21	1	0
TOTAL			37



PREGUNTA 3.

¿Conocía usted alguno de los temas tratados, antes de las capacitaciones?, en caso de conocer alguno, indíquelo.

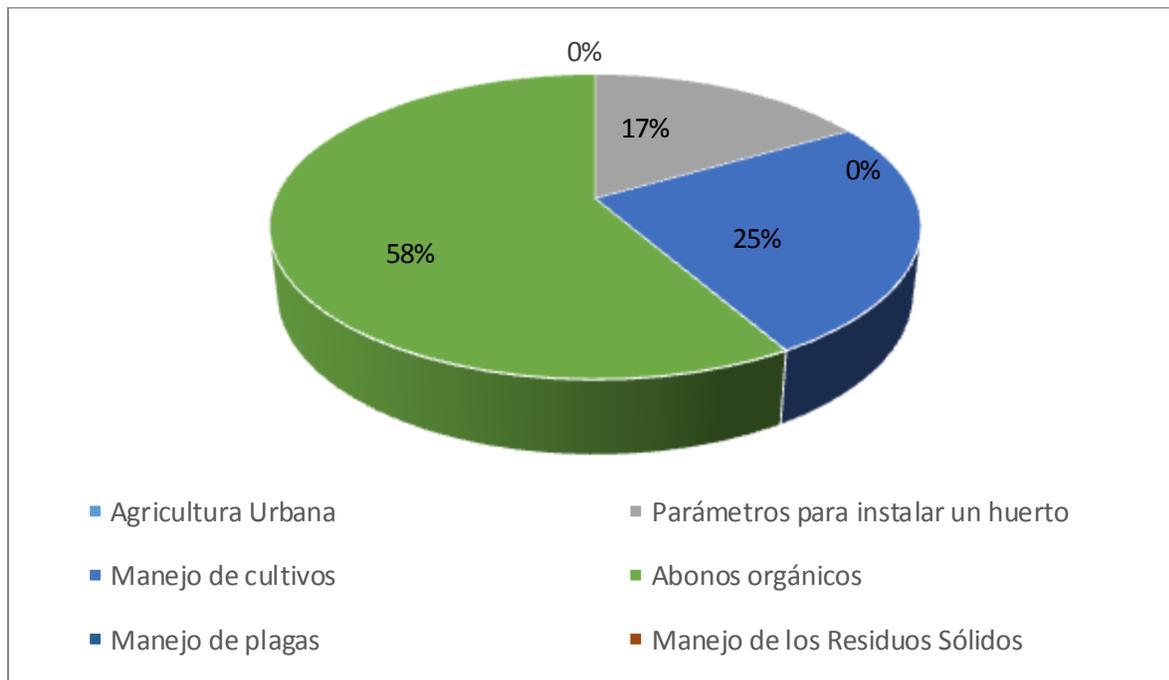
Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”



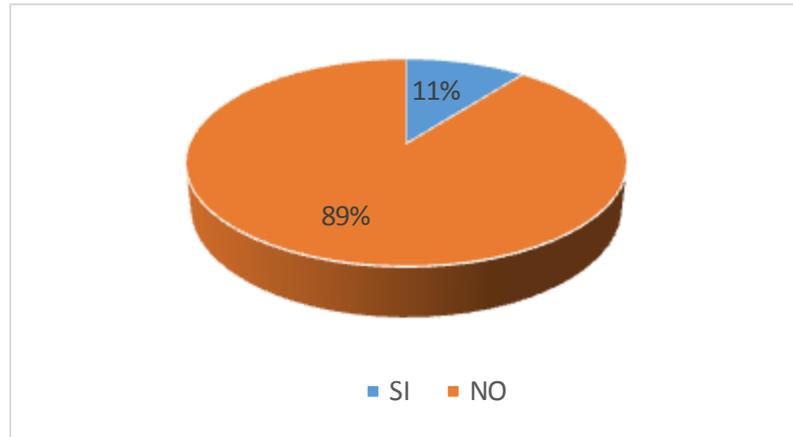
SI	NO
12	22
TOTAL	34

¿CUÁLES CONOCÍA?

Agricultura Urbana	Parámetros para instalar un huerto	Manejo de cultivos	Abonos orgánicos	Manejo de plagas	Manejo de los Residuos Sólidos	TOTAL
0	2	3	7	0	0	12



Unidad Educativa “26 de Febrero”



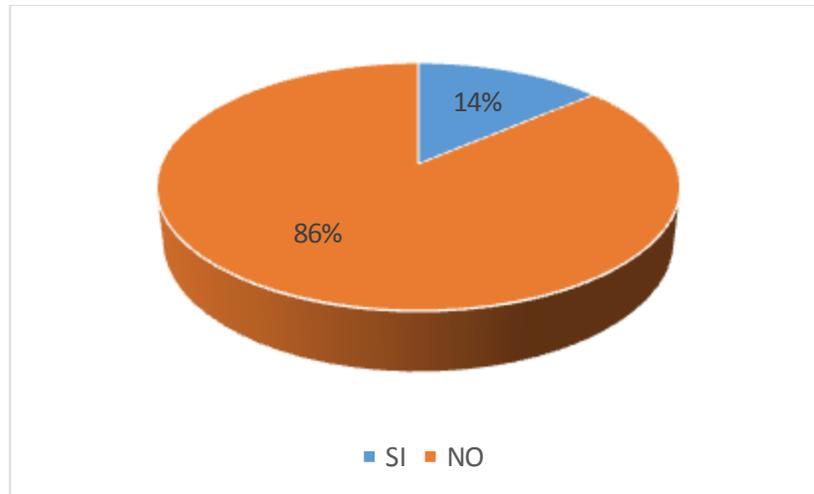
SI	NO
2	17
TOTAL	19

Agricultura Urbana	Parámetros para instalar un huerto	Manejo de cultivos	Abonos orgánicos	Manejo de plagas	Manejo de los Residuos Sólidos	TOTAL
0	0	0	2	0	0	2

¿CUÁLES CONOCÍA?



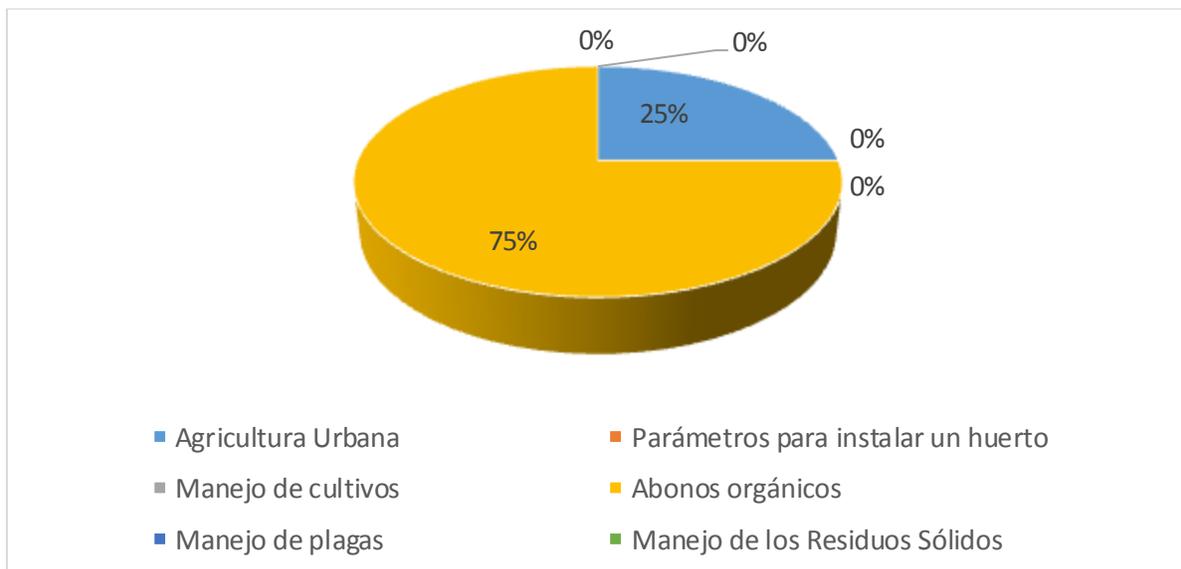
Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”



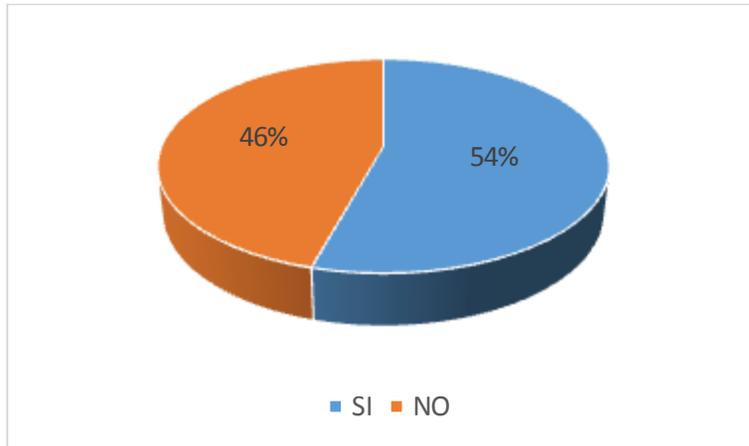
SI	NO
4	25
TOTAL	29

Agricultura Urbana	Parámetros para instalar un huerto	Manejo de cultivos	Abonos orgánicos	Manejo de plagas	Manejo de los Residuos Sólidos	TOTAL
1	0	0	3	0	0	4

¿CUÁLES CONOCÍA?



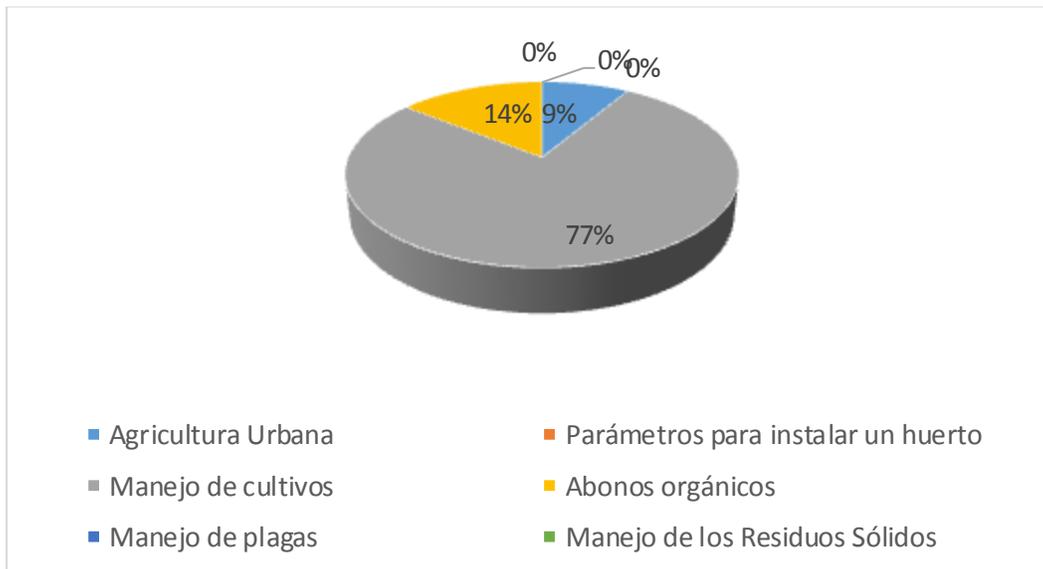
Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay



SI	NO
19	16
TOTAL	35

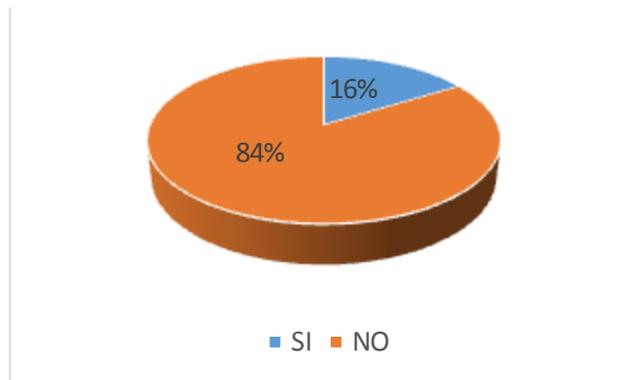
Agricultura Urbana	Parámetros para instalar un huerto	Manejo de cultivos	Abonos orgánicos	Manejo de plagas	Manejo de los Residuos Sólidos	
3	0	27	5	0	0	
					TOTAL	35

¿CUÁLES CONOCÍA?



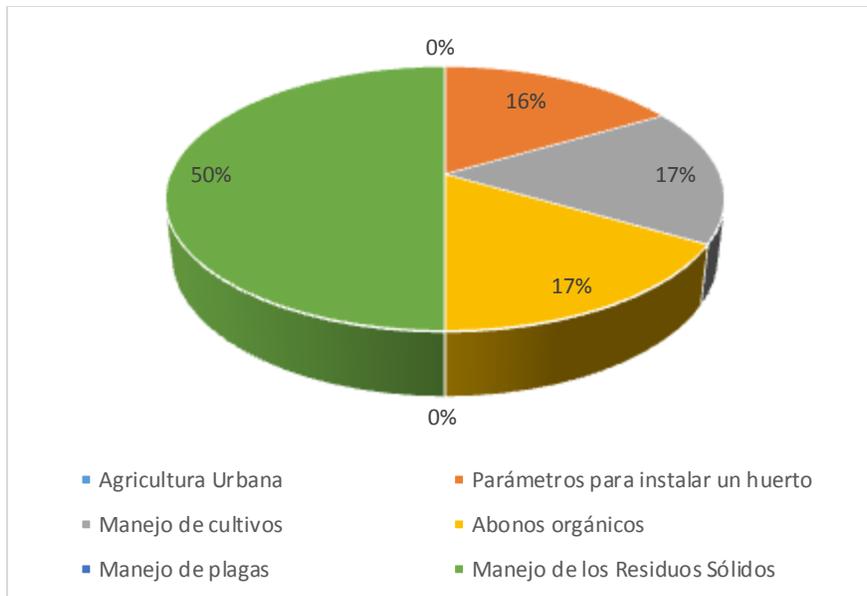
Unidad Educativa “Cuidad de Paute”

SI	NO
6	31
TOTAL	37



¿CUÁLES CONOCÍA?

Agricultura Urbana	Parámetros para instalar un huerto	Manejo de cultivos	Abonos orgánicos	Manejo de plagas	Manejo de los Residuos Sólidos
0	1	1	1	0	3
					TOTAL 6

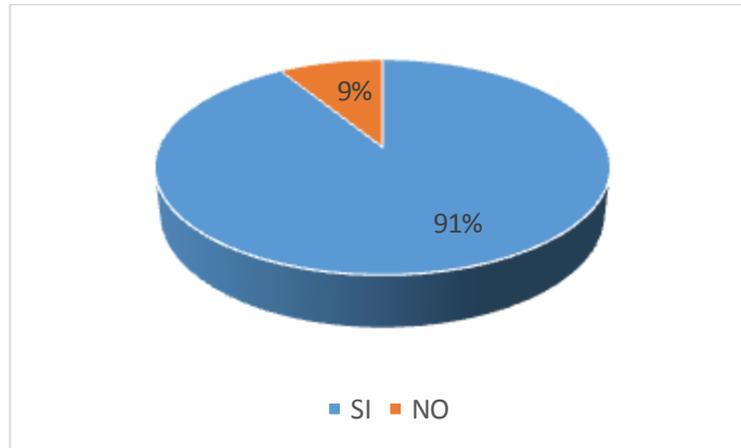


PREGUNTA 4.

¿Piensa usted que se debería mantener este tipo de aperturas por parte de la Institución para el desarrollo de proyectos investigativos?

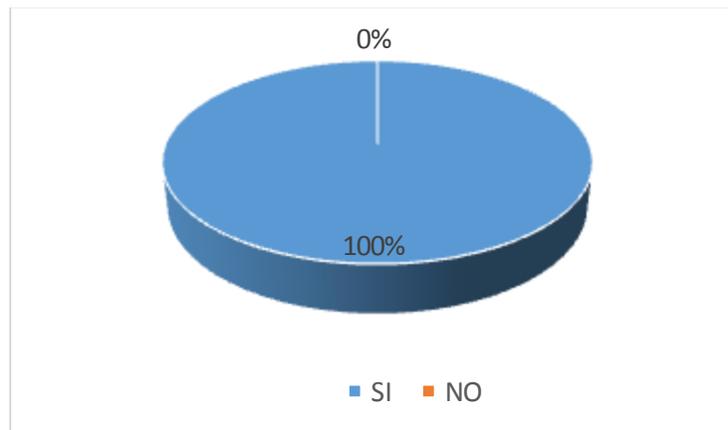
Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”

SI	NO
31	3
TOTAL	34



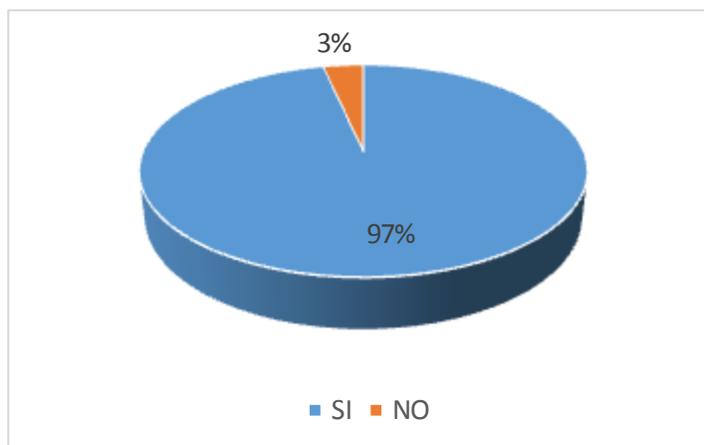
Unidad Educativa “26 de Febrero”

SI	NO
19	0
TOTAL	19



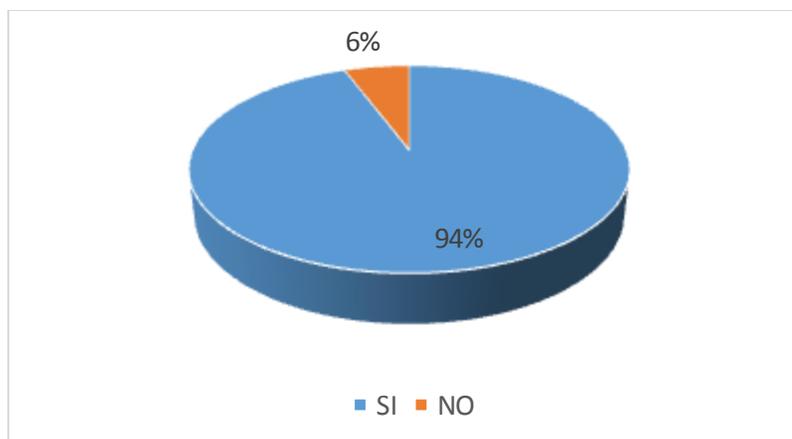
Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”

SI	NO
28	1
TOTAL	29



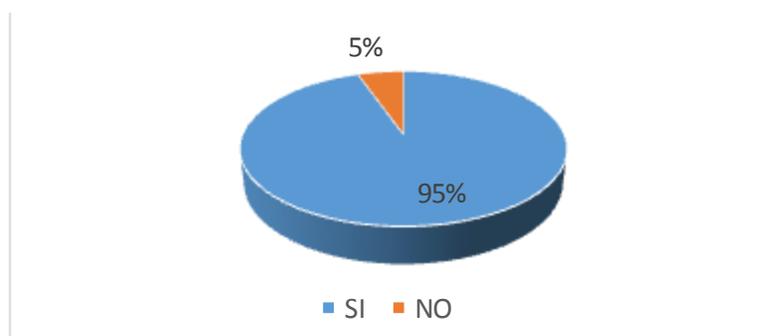
Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay

SI	NO
33	2
TOTAL	35



Unidad Educativa “Cuidad de Paute”

SI	NO
35	2
TOTAL	37

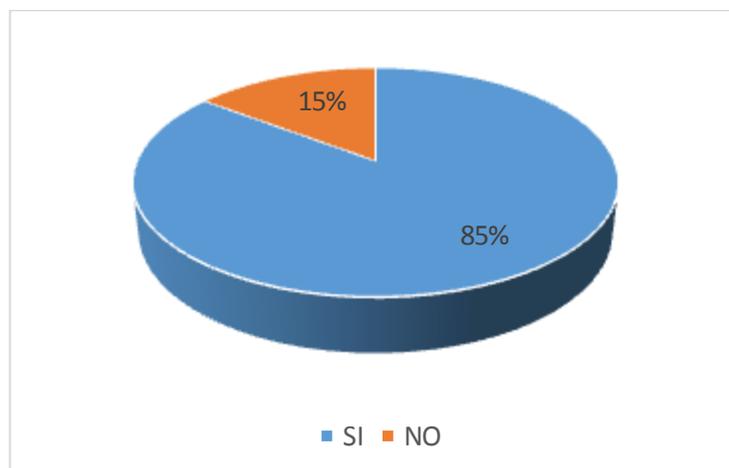


PREGUNTA 5.

¿Cree usted que a futuro se debería implementar un Programa de Educación Ambiental en el Centro Educativo, en el cual se aplique la parte investigativa?

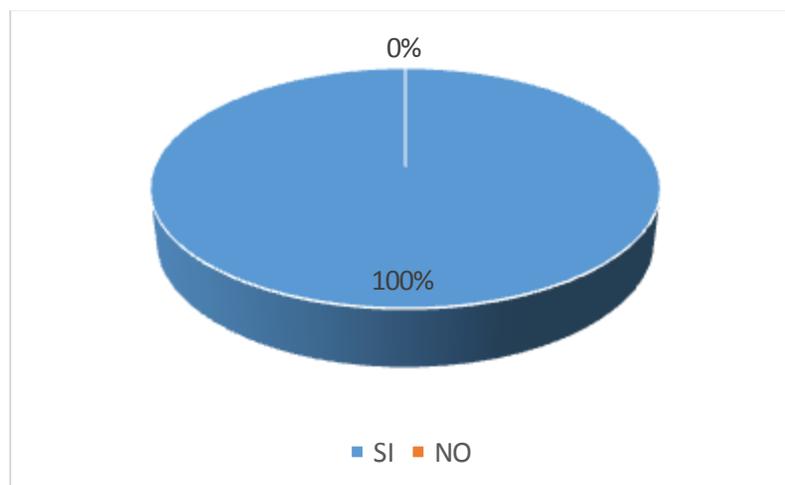
Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”

SI	NO
29	5
TOTAL	34



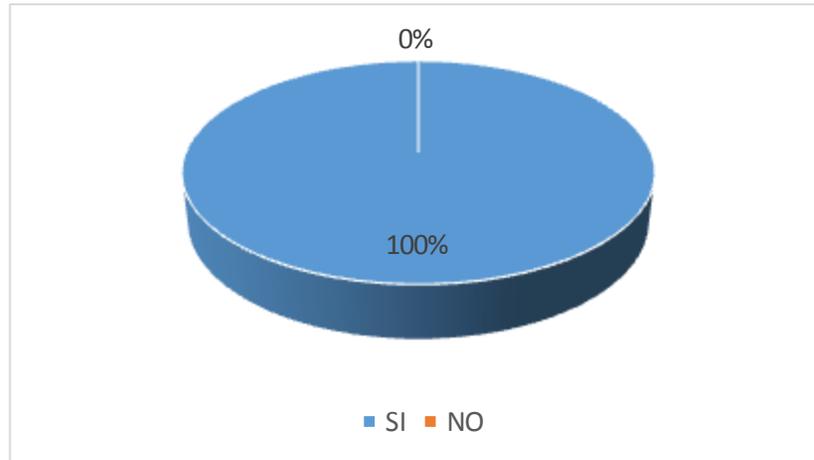
Unidad Educativa “26 de Febrero”

SI	NO
19	0
TOTAL	19



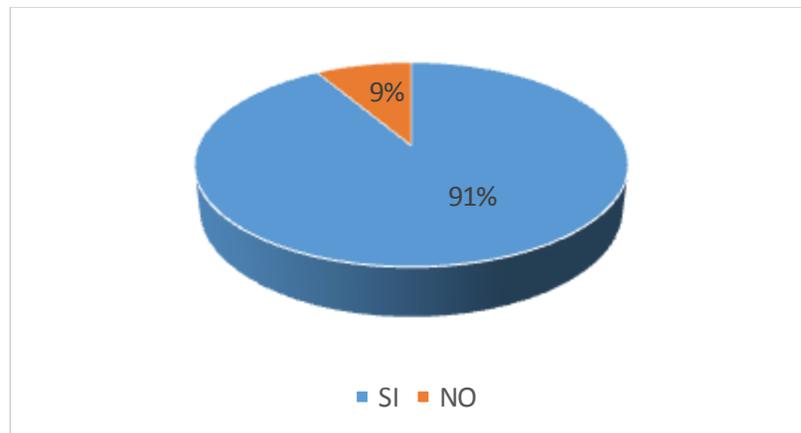
Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”

SI	NO
29	0
TOTAL	29



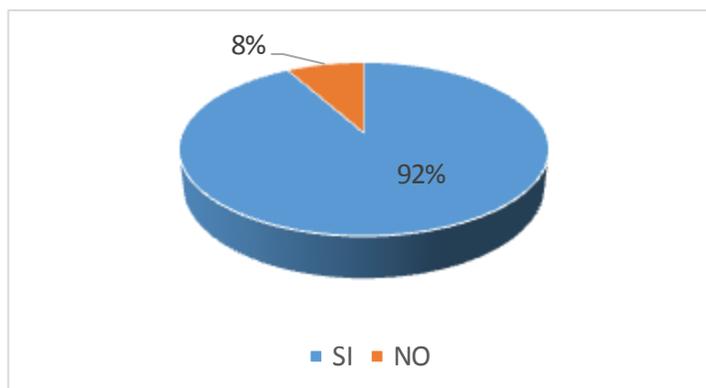
Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay

SI	NO
32	3
TOTAL	35



Unidad Educativa “Cuidad de Paute”

SI	NO
34	3
TOTAL	37

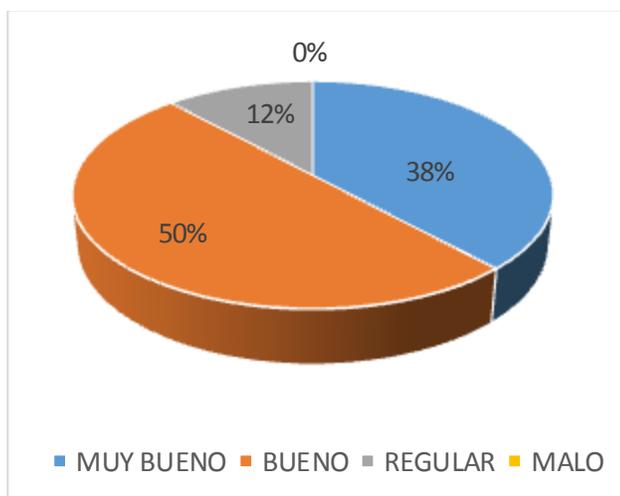


PREGUNTA 6.

¿Qué tal le pareció el Programa de Educación Ambiental dado por las estudiantes de la UPS?

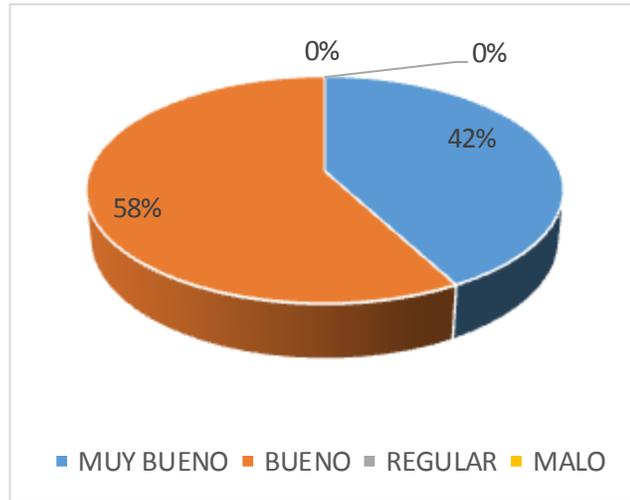
Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”

MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO
13	17	4	0
TOTAL			34



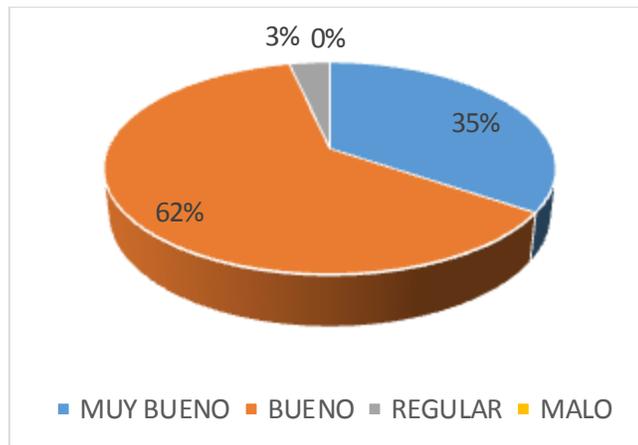
Unidad Educativa “26 de Febrero”

MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO
8	11	0	0
TOTAL			19



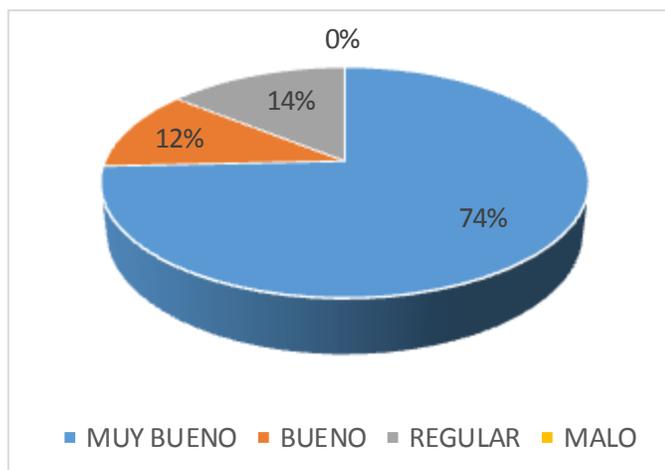
Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”

MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO
10	18	1	0
TOTAL			29



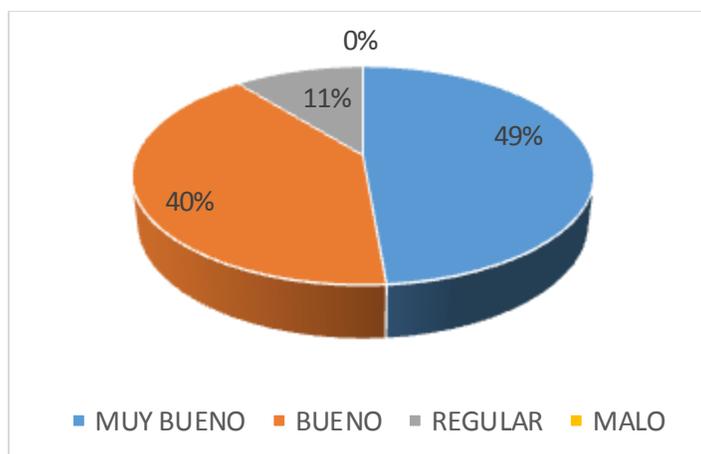
Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay

MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO
26	4	5	0
TOTAL			35



Unidad Educativa “Cuidad de Paute”

MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO
18	15	4	0
TOTAL			37

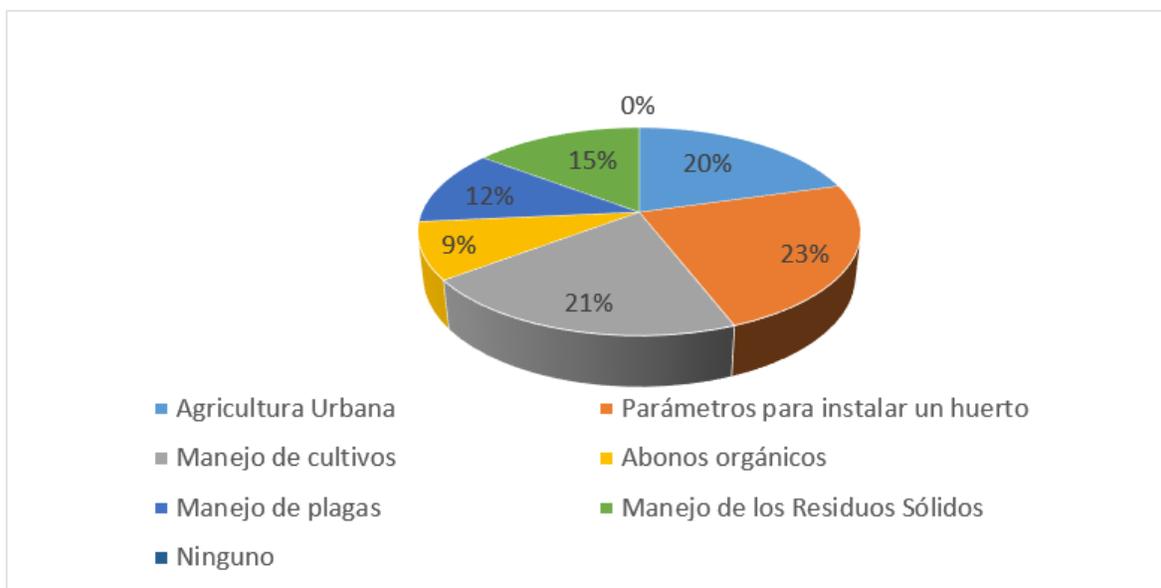


PREGUNTA 7.

De los temas tratados en el aula, ¿Cuál de ellos le pareció relevante?

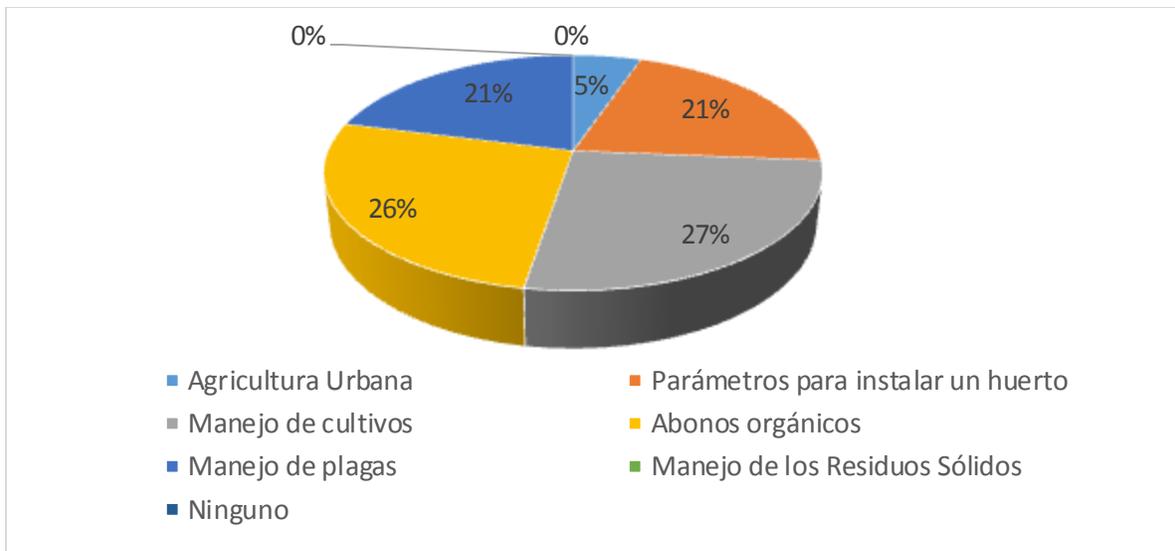
Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”

Agricultura Urbana	Parámetros para instalar un huerto	Manejo de cultivos	Abonos orgánicos	Manejo de plagas	Manejo de los Residuos Sólidos	Ninguno	
7	8	7	3	4	5	0	
						TOTAL	34



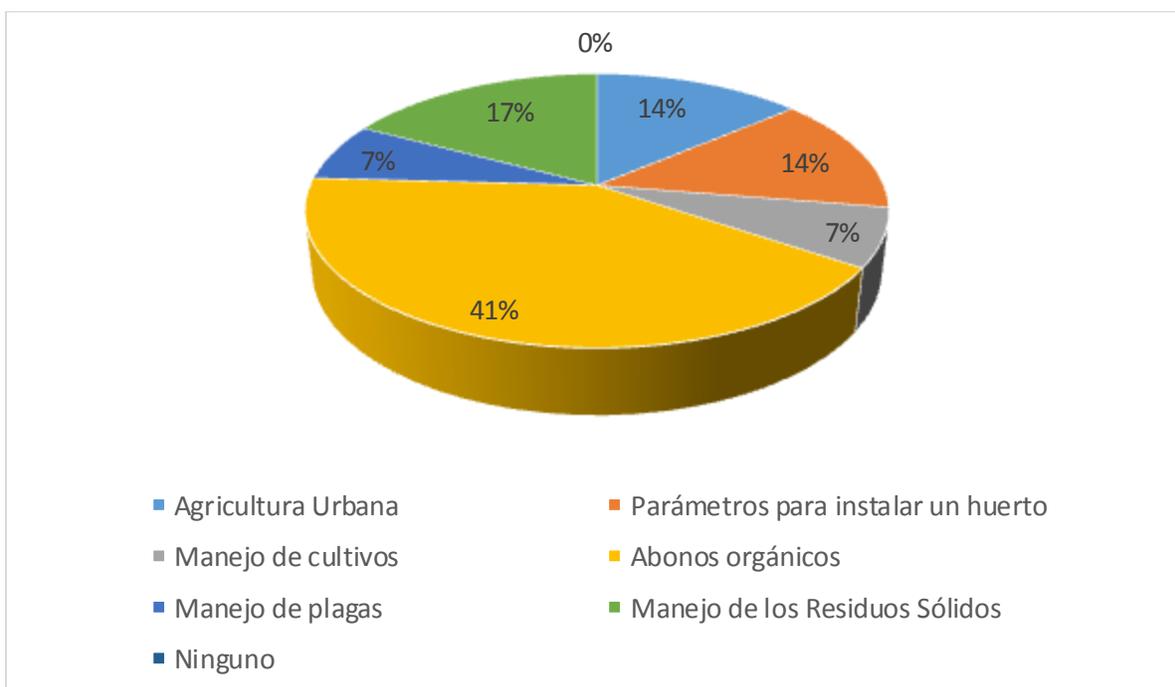
Unidad Educativa “26 de Febrero”

Agricultura Urbana	Parámetros para instalar un huerto	Manejo de cultivos	Abonos orgánicos	Manejo de plagas	Manejo de los Residuos Sólidos	Ninguno	
1	4	5	5	4	0	0	
						TOTAL	19



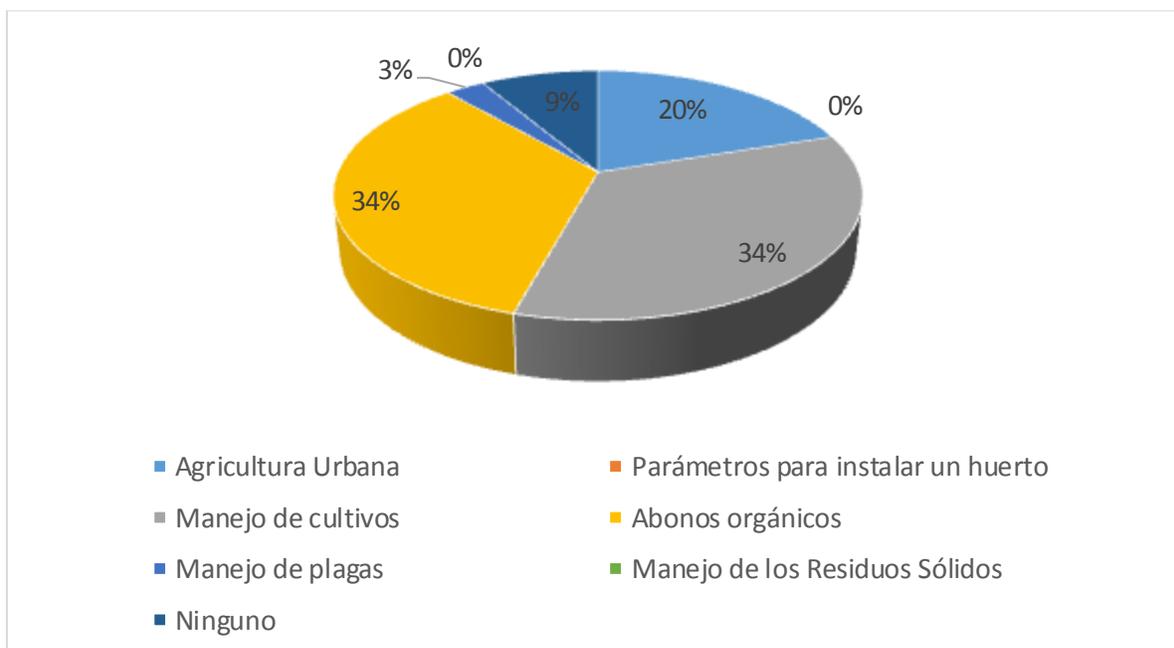
Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”

Agricultura Urbana	Parámetros para instalar un huerto	Manejo de cultivos	Abonos orgánicos	Manejo de plagas	Manejo de los Residuos Sólidos	Ninguno
4	4	2	12	2	5	0
TOTAL						29



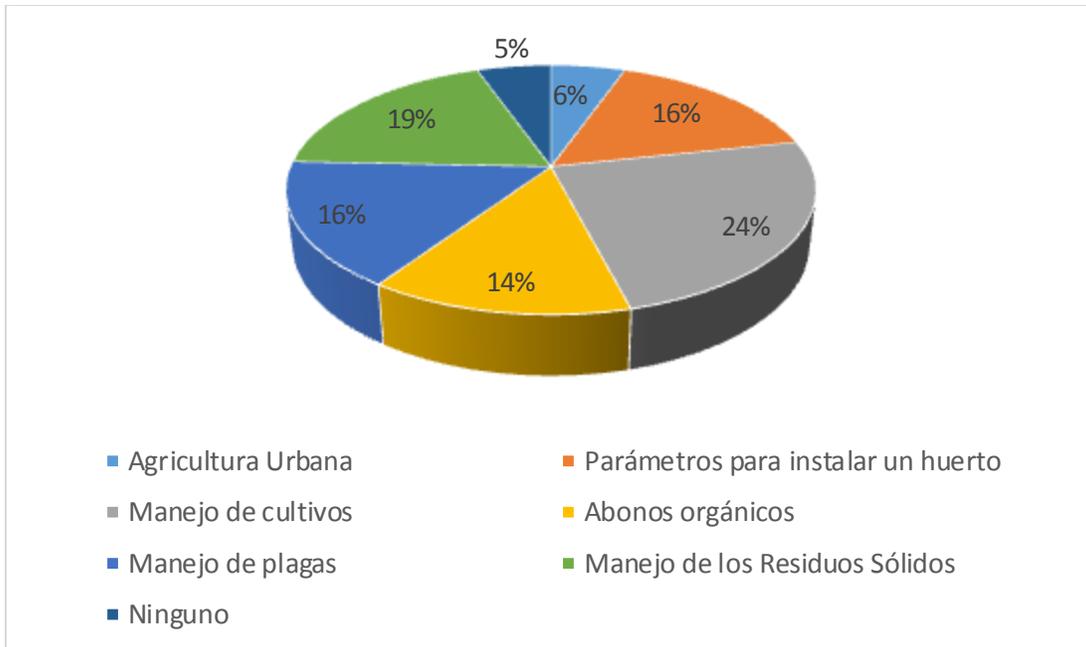
Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay

Agricultura Urbana	Parámetros para instalar un huerto	Manejo de cultivos	Abonos orgánicos	Manejo de plagas	Manejo de los Residuos Sólidos	Ninguno
7	0	12	12	1	0	3
TOTAL						35



Unidad Educativa “Cuidad de Paute”

Agricultura Urbana	Parámetros para instalar un huerto	Manejo de cultivos	Abonos orgánicos	Manejo de plagas	Manejo de los Residuos Sólidos	Ninguno
2	6	9	5	6	7	2
TOTAL						37



5.1.2. Resultados de la encuesta aplicada al alumnado.

A partir de las encuestas realizadas se obtiene que, en todas las instituciones las capacitaciones realizadas con los respectivos temas tratados en cada charla han sido de mucha ayuda en su formación académica, debido al déficit de conocimientos que poseían acerca de lo que engloba la Agricultura Urbana. Por otro lado, este proyecto tuvo mucha aceptación y acogida en los centros educativos ya que se indicó que se deberían seguir fomentando este tipo de proyectos investigativos en los que se sigan trabajando con los estudiantes ya que permite cumplir el objetivo de incentivar a la sensibilización ambiental por medio de experiencias en campo donde se puede verificar que se pueden obtener alimentos de buena calidad por medio de prácticas agrícolas enfocadas en la ecología; en donde todo el ciclo productivo del cultivo se lo realiza aprovechando todo recurso de fuente natural como lo son los abono y de igual manera el control del cultivo.

5.2. Captura de Carbono.

5.2.1. Altura alcanzada por la planta semanalmente.

Luego de haber realizado la siembra en cada huerto, se procedió a tomar datos semanalmente de la altura obtenida por cada hortaliza una vez que las plántulas estaban enraizadas en el suelo, ésta fue medida en centímetros y durante un periodo de 8 semanas, como se representan en las siguientes tablas y figuras.

Altura semanal adquirida por las plantas en la Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute"

Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute"		1	2	3	4	5	6	7	8
Número de semana		28/2/2019	7/3/2019	14/3/2019	21/3/2019	28/3/2019	4/4/2019	11/4/2019	18/4/2019
Fecha de la toma de datos									
Especie	COL	16,83	19,42	25,25	28,50	32,83	36,17	39,33	43,33
	LECHUGA SIMPSON	9,58	13,42	16,50	20,25	24,08	27,25	30,00	32,83
	BRÓCOLI	19,17	22,67	26,92	32,42	37,00	40,33	44,67	48,67
	COLIFLOR	14,50	19,58	24,17	29,00	33,00	37,25	41,42	47,08

Tabla 17 Altura de las hortalizas por semana en la Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute", expresada en cm.

Fuente: Autor(es)

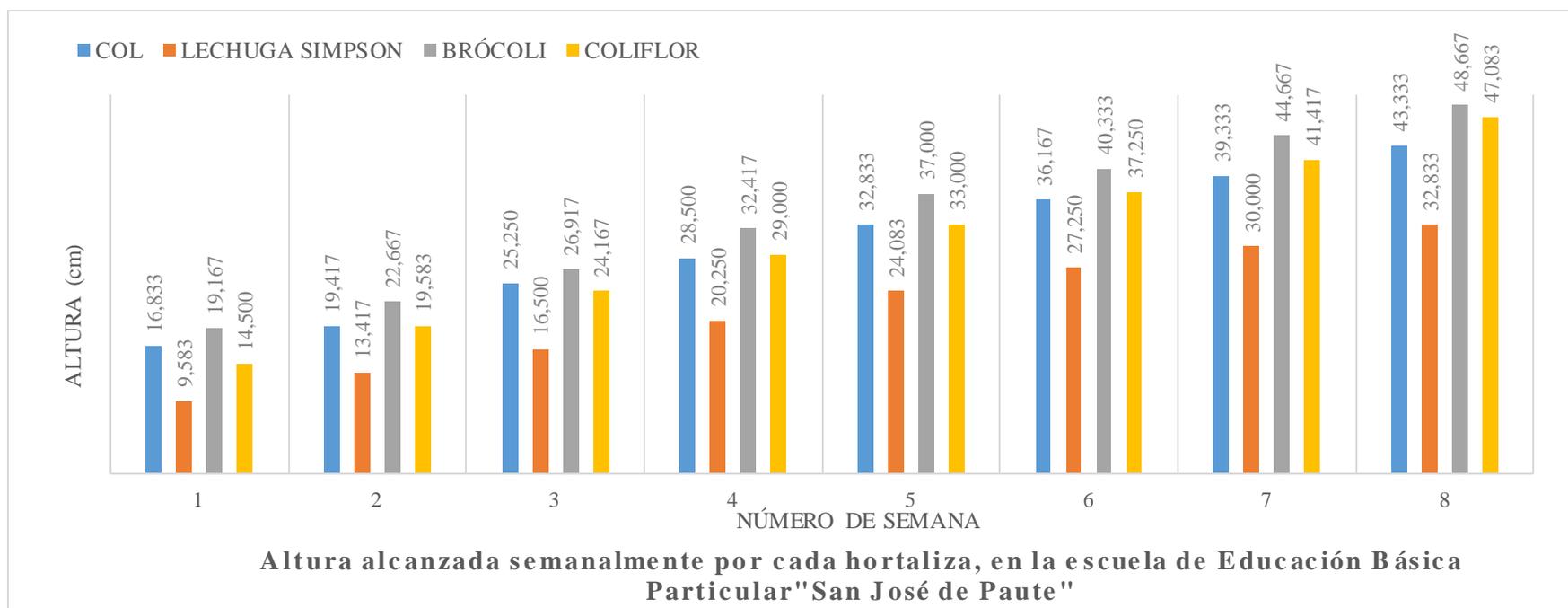


Figura. 2 Altura de las hortalizas por semana en la Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute".

Fuente: Autor(es)

Interpretación: En la **figura 2** que representa a la Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute", se observa que cada hortaliza aumenta su tamaño conforme transcurren las semanas; se visualiza que la diferencia de crecimiento entre una y otra semana es de aproximadamente de 3 a 4cm en cada especie. La col inicia con una altura de 16,83cm llegando a una altura máxima de 43,33cm, la lechuga inicia con un tamaño de 9,58cm y finaliza con 32,83cm de altura, de igual manera el brócoli y la coliflor que inician con 19,17cm y 14,50cm llegando a una altura de 48,67cm y 47,08cm respectivamente; siendo las de mayor tamaño el brócoli y la coliflor.

Altura semanal adquirida por las plantas en la Unidad Educativa "26 de Febrero"

Unidad Educativa "26 de Febrero"									
Número de semana		1	2	3	4	5	6	7	8
Fecha de la toma de datos		28/2/2019	7/3/2019	14/3/2019	21/3/2019	28/3/2019	4/4/2019	11/4/2019	18/4/2019
Especie	COL	12,92	15,83	18,92	22,42	26,75	30,33	35,00	38,67
	LECHUGA SIMPSON	5,58	8,50	11,00	14,25	18,17	21,83	24,42	27,08
	BRÓCOLI	13,00	16,17	19,83	23,58	27,25	30,42	32,92	36,25
	COLIFLOR	9,08	12,67	16,50	20,92	24,67	28,75	32,83	35,83

Tabla 18.. Altura de las hortalizas por semana en la Unidad Educativa "26 de Febrero", expresada en cm.

Fuente: Autor(es)

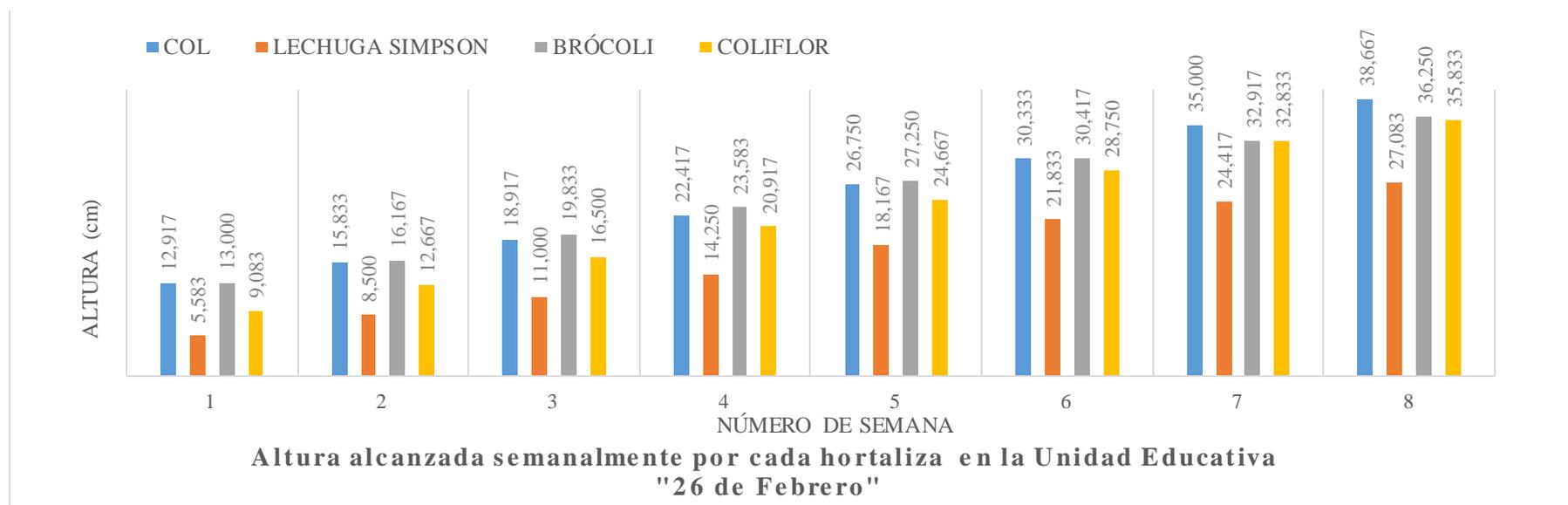


Figura. 3 Altura de las hortalizas por semana en la Unidad Educativa "26 de Febrero".

Fuente: Autor(es)

Interpretación: La **figura 3** que representa a la Unidad Educativa “26 de Febrero”, indica que cada vegetal aumenta su tamaño acorde pasan las semanas, con una variación de crecimiento entre una semana y otra de aproximadamente de 2 a 6cm en cada especie. La col inicia con una altura de 12,92cm llegando a una altura máxima de 38,67cm, la lechuga inicia con un tamaño de 5,58cm y finaliza con 27,08cm de altura, de igual manera el brócoli y la coliflor que inician con 13cm y 9,08cm llegando a una altura de 36,25cm y 35,83cm respectivamente; siendo las de mayor tamaño la col y el brócoli.

Altura semanal adquirida por las plantas en la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”

Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora"		1	2	3	4	5	6	7	8
Número de semana		28/2/2019	7/3/2019	14/3/2019	21/3/2019	28/3/2019	4/4/2019	11/4/2019	18/4/2019
Fecha de la toma de datos									
Especie	COL	19,08	22,83	28,00	32,25	37,00	41,17	45,92	50,33
	LECHUGA SIMPSON	10,67	14,17	18,25	21,75	24,25	26,58	29,17	31,75
	BRÓCOLI	20,25	24,42	28,42	32,82	37,83	42,00	46,33	50,42
	COLIFLOR	16,25	20,75	25,08	29,42	34,00	37,92	42,08	46,25

Tabla 19. Altura de las hortalizas por semana en la Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora", expresada en cm.

Fuente: Autor(es)

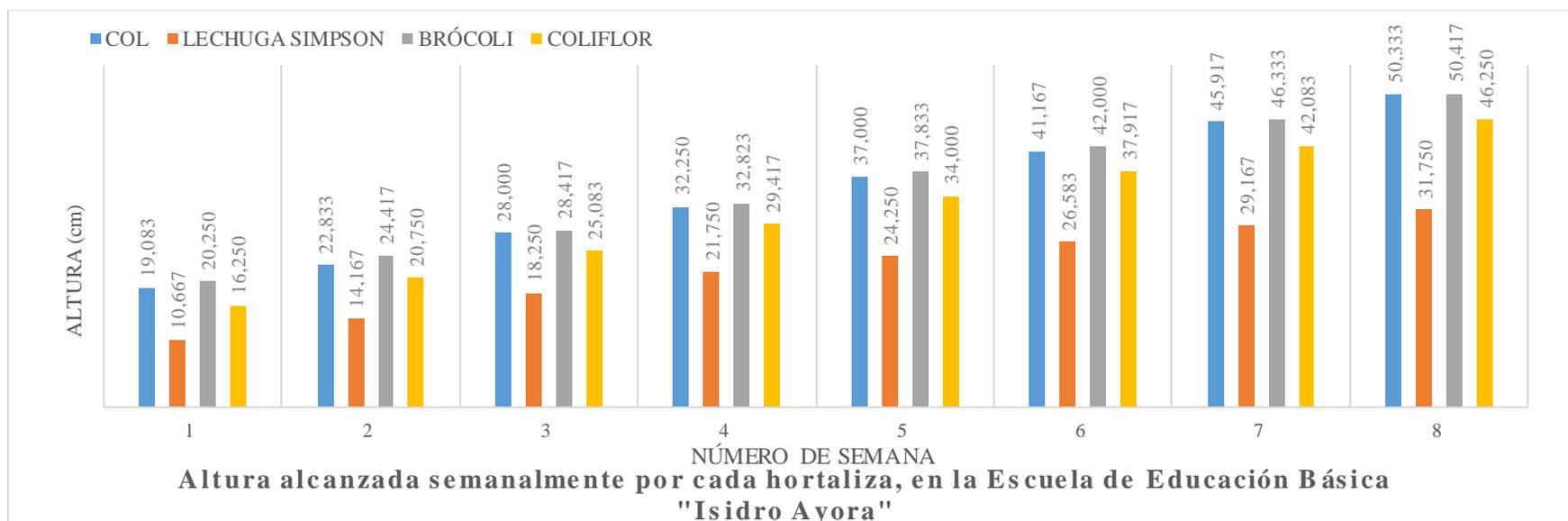


Figura. 4 Altura de las hortalizas por semana en la Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora",

Fuente: Autor(es)

Interpretación: La Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora" representada por la **figura 4**, muestra que cada planta aumenta su tamaño al pasar las semanas, con una variación de crecimiento entre una semana y otra de aproximadamente de 3 a 5cm en cada especie. La col inicia con una altura de 19,08cm llegando a una altura máxima de 50,33cm, la lechuga inicia con un tamaño de 10,67cm y finaliza con 31,75cm de altura, de igual manera el brócoli y la coliflor que inician con 20,25cm y 16,25cm llegando a una altura de 50,42cm y 46,25cm respectivamente; siendo las de mayor tamaño el brócoli y la col.

Altura semanal adquirida por las plantas en la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay

Unidad Educativa "Agronómico Salesiano" Campus Yugmacay		1	2	3	4	5	6	7	8
Número de semana									
Fecha de la toma de datos		28/2/2019	7/3/2019	14/3/2019	21/3/2019	28/3/2019	4/4/2019	11/4/2019	18/4/2019
Especie	COL	12,92	16,42	20,33	24,75	28,83	32,25	36,42	39,92
	LECHUGA SIMPSON	7,42	10,50	13,50	16,58	19,42	21,42	23,50	25,92
	BRÓCOLI	13,17	17,25	20,17	24,17	28,92	32,42	36,67	41,42
	COLIFLOR	11,33	14,67	18,92	23,75	27,75	30,67	33,67	36,92

Tabla 20. Altura de las hortalizas por semana en la Unidad Educativa "Agronómico Salesiano" Campus Yugmacay, expresada en cm.

Fuente: Autor(es)

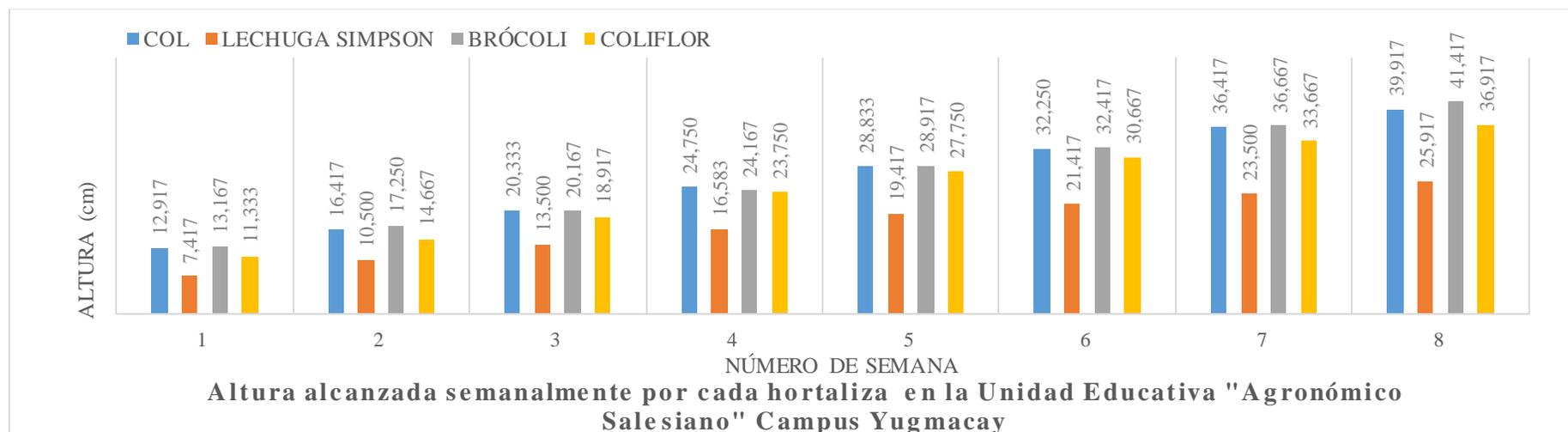


Figura. 5 Altura de las hortalizas por semana en la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay.

Fuente: Autor(es)

Interpretación: El crecimiento de la parte foliar de cada planta de la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yugmacay está ilustrada por la **figura 5**, la cual indica que cada hortaliza aumenta su tamaño cada semana, con una diferencia de crecimiento entre una semana y otra de aproximadamente de 3 a 4cm en cada especie. La col inicia con una altura de 12,92cm llegando a una altura máxima de 39,92cm, la lechuga inicia con un tamaño de 7,42cm y finaliza con 25,92cm de altura, de igual manera el brócoli y la coliflor que inician con 13,17cm y 11,33cm llegando a una altura de 41,42cm y 36,92cm respectivamente; siendo las de mayor tamaño el brócoli y la col.

Altura semanal adquirida por las plantas en la Unidad Educativa “Cuidad de Paute”

Unidad Educativa "Ciudad de Paute"		1	2	3	4	5	6	7	8
Número de semana		28/2/2019	7/3/2019	14/3/2019	21/3/2019	28/3/2019	4/4/2019	11/4/2019	18/4/2019
Fecha de la toma de datos									
Especie	COL	15,17	18,75	22,50	26,17	29,58	32,92	35,92	39,17
	LECHUGA	5,67	8,42	12,17	14,75	18,42	21,58	24,00	27,25
	SIMPSON								
	BRÓCOLI	12,42	15,92	19,83	23,33	26,92	29,92	33,08	36,42
	COLIFLOR	10,92	14,00	18,25	22,00	25,33	28,42	31,42	35,08

Tabla 21. Altura de las hortalizas por semana en la Unidad Educativa "Ciudad de Paute", expresada en cm.

Fuente: Autor(es)

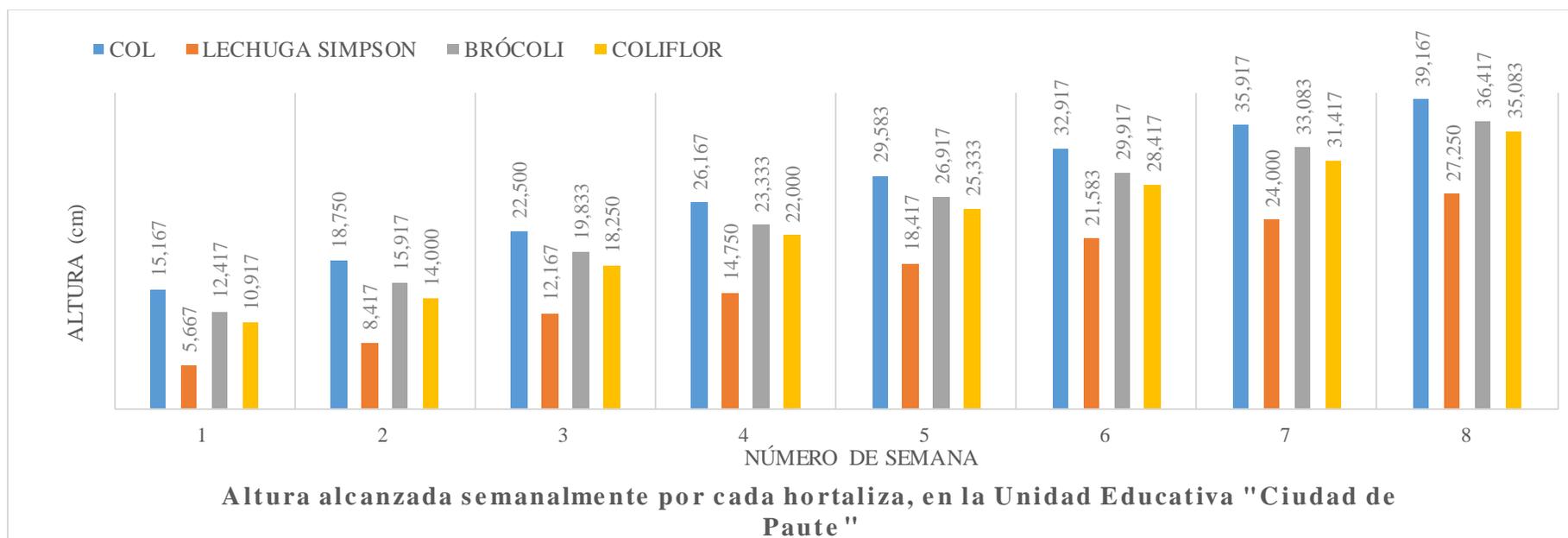


Figura. 6 Altura de las hortalizas por semana en la Unidad Educativa "Ciudad de Paute".

Fuente: Autor(es)

Interpretación: La Unidad Educativa “Ciudad de Paute” está ilustrada por la **figura 6**, misma que indica el crecimiento que tiene cada planta al transcurrir las semanas, la variación de crecimiento entre una semana y otra es de aproximadamente de 3 a 4cm en cada especie. La col inicia con una altura de 15,17cm llegando a una altura máxima de 39,17cm, la lechuga inicia con un tamaño de 5,67cm y finaliza con 21,25cm de altura, de igual manera el brócoli y la coliflor que inician con 12,42cm y 10,92cm llegando a una altura de 36,42cm y 35,08cm respectivamente; siendo las de mayor tamaño la col y el brócoli.

5.2.2. Carbono capturado.

Los resultados obtenidos para la captura de CO₂ en las distintas Instituciones Educativas, se obtuvieron a partir de la aplicación de la metodología denominada biomasa de vegetación no arbórea, establecida en la “Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales” del autor Rugnitz, Chacón, Porro (2009); los cuales se representan de la siguiente manera en las siguientes tablas y figuras.

Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”

Nombre común	Nombre científico	Código	Tratamiento	PFm(g)	PFsubm(g)	PSsubm(g)	Biomasa(Kg)	tn C/m ²	tn CO ₂ /m ²
COL	<i>Brassica oleracea</i> <i>var. capitata</i>	SJC1T1	1	2618	20	2,34	22,3761	0,0112	0,0411
		SJC2T2	2	2194	20	2,26	19,3791	0,0097	0,0356
		SJC3T3	3	1750	20	2,47	14,1700	0,0071	0,0260
LECHUGA SIMPSON	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>black seed</i>	SJL1T1	1	714	20	1,35	10,5457	0,0053	0,0194
		SJL2T2	2	449	20	2,07	4,3346	0,0022	0,0080
		SJL3T3	3	724	20	1,67	8,6686	0,0043	0,0159
COLIFLOR	<i>Brassica oleracea</i> <i>var. brotytis</i>	SJCL1T1	1	590	20	3,10	3,8096	0,0019	0,0070
		SJCL2T2	2	1056	20	3,19	6,6207	0,0033	0,0121
		SJCL3T3	3	1607	20	3,39	9,4808	0,0047	0,0174
BRÓCOLI	<i>Brassica oleracea</i> <i>var. italica</i>	SJB1T1	1	910	20	3,39	5,3687	0,0027	0,0099
		SJB2T2	2	673	20	2,96	4,5473	0,0023	0,0083
		SJB3T3	3	1732	20	3,44	10,0698	0,0050	0,0185
Total de CO₂ capturado por cultivo									0,2190
(tn CO₂/m²)									

Tabla 22. CO₂ capturado por el cultivo de la Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”. expresada en tn CO₂/m².

Fuente: Autor(es)

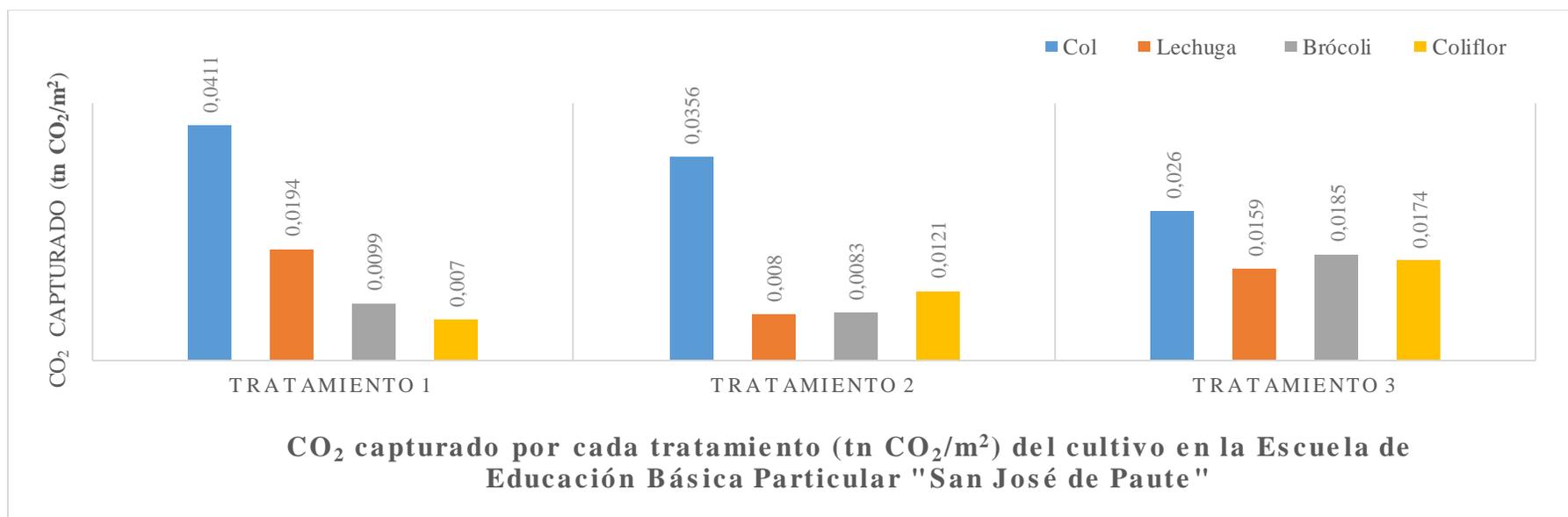


Figura. 7 CO₂ capturado por el cultivo de la Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”.

Fuente: Autor(es)

Interpretación: En la Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”, la captura de CO₂ ilustrada en la **figura 7**, da a conocer que la especie que mayor cantidad de carbono capta en los tres tratamientos es la col cuyos valores son 0,0411; 0,03566 y 0,0026 tnCO₂/m² respectivamente; a nivel de cultivo se captaron 0,2190 tnCO₂/m².

Unidad Educativa “26 de Febrero”

Nombre común	Nombre científico	Código	Tratamiento	PFm(g)	PFsubm(g)	PSsubm(g)	Biomasa(Kg)	tn C/m²	tn CO₂/m²
COL	<i>Brassica</i>	26FC1T1	1	1980	20	2,19	18,0822	0,0090	0,0332
	<i>oleracea var.</i>	26FC2T2	2	1198	20	2,40	9,9833	0,0050	0,0183
	<i>capitata</i>	26FC3T3	3	2160	20	2,89	14,9481	0,0075	0,0274
LECHUGA SIMPSON	<i>Lactuca sativa</i>	26FL1T1	1	694	20	1,50	9,2533	0,0046	0,0170
	<i>var. black seed</i>	26FL2T2	2	724	20	2,00	7,2443	0,0036	0,0133
		26FL3T3	3	574	20	2,02	5,6832	0,0028	0,0104
COLIFLOR	<i>Brassica</i>	26FCL1T1	1	956	20	2,86	6,6746	0,0033	0,0122
	<i>oleracea var.</i>	26FCL2T2	2	1249	20	3,08	8,1104	0,0041	0,0149
	<i>brotytis</i>	26FCL3T3	3	946	20	3,95	4,7899	0,0024	0,0088
BRÓCOLI	<i>Brassica</i>	26FB1T1	1	1146	20	3,21	7,1402	0,0036	0,0131
	<i>oleracea var.</i>	26FB2T2	2	1279	20	2,87	8,9129	0,0045	0,0164
	<i>italica</i>	26FB3T3	3	1150	20	3,06	7,5163	0,0038	0,0138
Total de CO₂ capturado por cultivo (tn CO₂/m²)									0,1988

Tabla 23. CO₂ capturado por el cultivo de la Unidad Educativa “26 de Febrero”. expresada en tn CO₂/m².

Fuente: Autor(es)

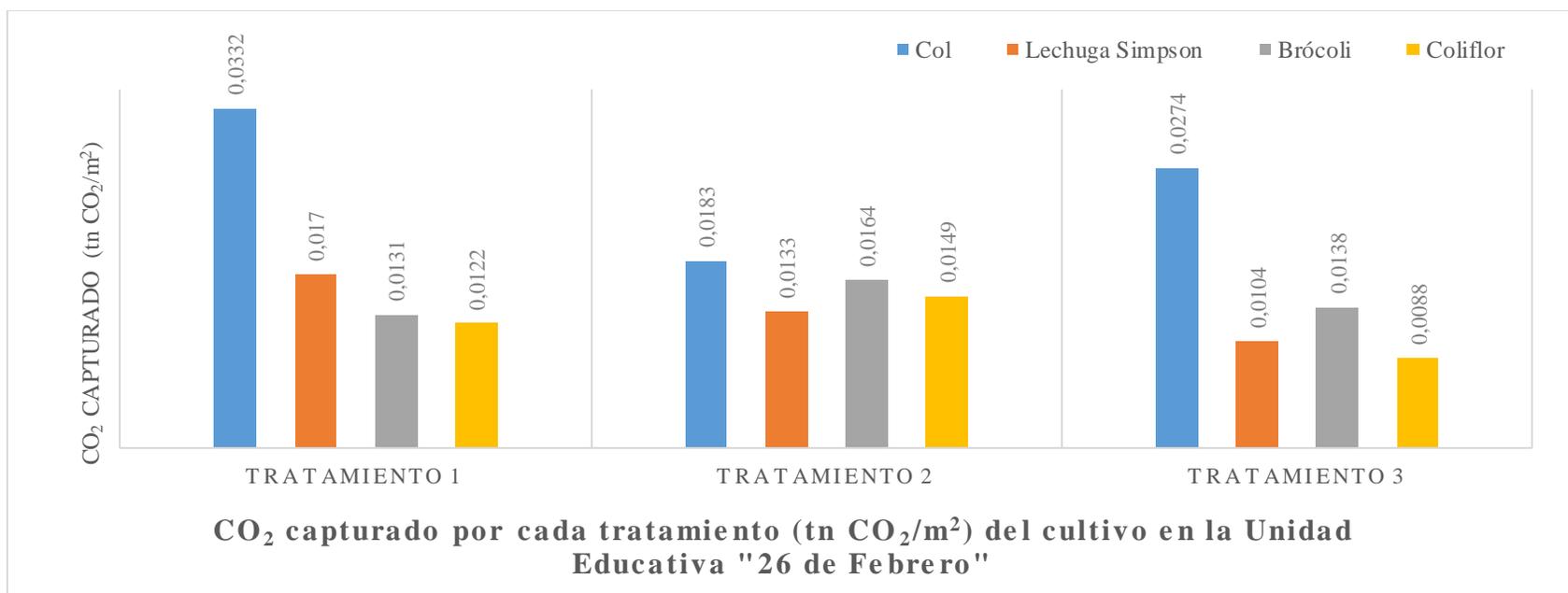


Figura. 8 CO₂ capturado por el cultivo de la Unidad Educativa “26 de Febrero”.

Fuente: Autor(es)

Interpretación: En la Unidad Educativa “26 de Febrero”, la captura de CO₂ mostrada por la **figura 8** indica que todas las especies de vegetales captan una alta cantidad de carbono y cuyos valores son similares en cada tratamiento; siendo la col la que mayor cantidad capta en los tres tratamientos con valores de 0,0332; 0,0183 y 0,0274 tnCO₂/m² respectivamente; a nivel de cultivo se captaron 0,1988 tnCO₂/m².

Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”

Nombre común	Nombre científico	Código	Tratamiento	PFm(g)	PFsubm(g)	PSSubm(g)	Biomasa(Kg)	tn C/m²	tn CO₂/m²
COL	<i>Brassica</i>	IAC1T1	1	1919	20	2,22	17,3273	0,0087	0,0318
	<i>oleracea var.</i>	IAC2T2	2	1604	20	2,30	13,9351	0,0070	0,0256
	<i>capitata</i>	IAC3T3	3	1823	20	2,76	13,2101	0,0066	0,0242
LECHUGA SIMPSON	<i>Lactuca sativa</i>	IAL1T1	1	937	20	1,39	13,4820	0,0067	0,0247
	<i>var. black seed</i>	IAL2T2	2	900	20	2,09	8,6075	0,0043	0,0158
		IAL3T3	3	663	20	1,35	9,8179	0,0049	0,0180
COLIFLOR	<i>Brassica</i>	IACL1T1	1	672	20	2,87	4,6875	0,0023	0,0086
	<i>oleracea var.</i>	IACL2T2	2	1717	20	3,32	10,3434	0,0052	0,0190
	<i>brotytis</i>	IACL3T3	3	964	20	3,18	6,0614	0,0030	0,0111
BRÓCOLI	<i>Brassica</i>	IAB1T1	1	1580	20	3,30	9,5758	0,0048	0,0176
	<i>oleracea var.</i>	IAB2T2	2	642	20	3,21	3,9945	0,0020	0,0073
	<i>italica</i>	IAB3T3	3	2300	20	3,19	14,3984	0,0072	0,0264
Total de CO₂ capturado por cultivo (tn CO₂/m²)									0,2302

Tabla 24. CO₂ capturado por el cultivo de la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”. expresada en tn CO₂/m²

Fuente: Autor(es)

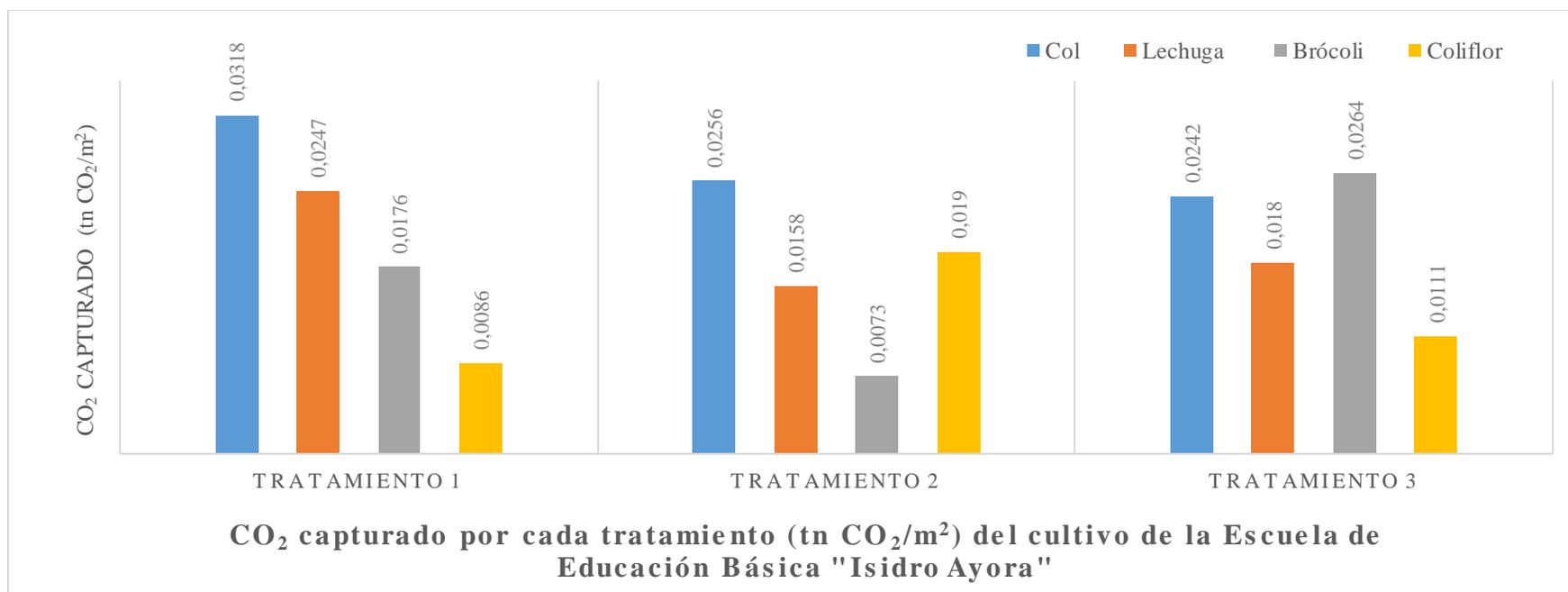


Figura. 9. CO₂ capturado por el cultivo de la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”.

Fuente: Autor(es)

Interpretación: De acuerdo a la **figura 9**, la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”, presenta los siguientes resultados con respecto a la captura de CO₂ ; misma que indica que las especies que mayor cantidad de carbono capta en los tres tratamientos son la col y la lechuga cuyos valores son para la primera 0,0318; 0,0256 y 0,0242 tnCO₂/m² y para la segunda 0,0247; 0,158 y 0,018 tnCO₂/m² en el tratamiento respectivo; siendo la col la que mayor cantidad capta en los tres tratamientos; a nivel de cultivo se captaron 0,1988 tnCO₂/m².

Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay

Nombre común	Nombre científico	Código	Tratamiento	PFm (g)	PFsubm (g)	PSSubm (g)	Biomasa (Kg)	tn C/m ²	tn CO ₂ /m ²
COL	<i>Brassica</i>	IAC1T1	1	1072	20	2,34	9,1624	0,0458	0,1681
	<i>oleracea var.</i>	IAC2T2	2	850	20	1,86	9,1398	0,0046	0,0168
	<i>capitata</i>	IAC3T3	3	1470	20	2,19	13,4020	0,0067	0,0246
LECHUGA SIMPSON	<i>Lactuca sativa</i>	IAL1T1	1	621	20	1,44	8,6196	0,0043	0,0158
	<i>var. black seed</i>	IAL2T2	2	617	20	2,13	5,7850	0,0029	0,0106
		IAL3T3	3	728	20	1,36	10,7059	0,0054	0,0196
COLIFLOR	<i>Brassica</i>	IACL1T1	1	785	20	3,62	4,3370	0,0022	0,0080
	<i>oleracea var.</i>	IACL2T2	2	1162	20	3,24	7,1728	0,0036	0,0132
	<i>brotytis</i>	IACL3T3	3	742	20	3,60	4,1266	0,0021	0,0076
BRÓCOLI	<i>Brassica</i>	IAB1T1	1	945	20	3,50	5,4000	0,0027	0,0099
	<i>oleracea var.</i>	IAB2T2	2	794	20	3,07	5,1726	0,0026	0,0095
	<i>italica</i>	IAB3T3	3	1630	20	3,10	10,5161	0,0053	0,0193
Total de CO₂ capturado por cultivo (tn CO₂/m²)									0,3230

Tabla 25. CO₂ capturado por el cultivo de la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay. expresada en tn CO₂/m²

Fuente: Autor(es)

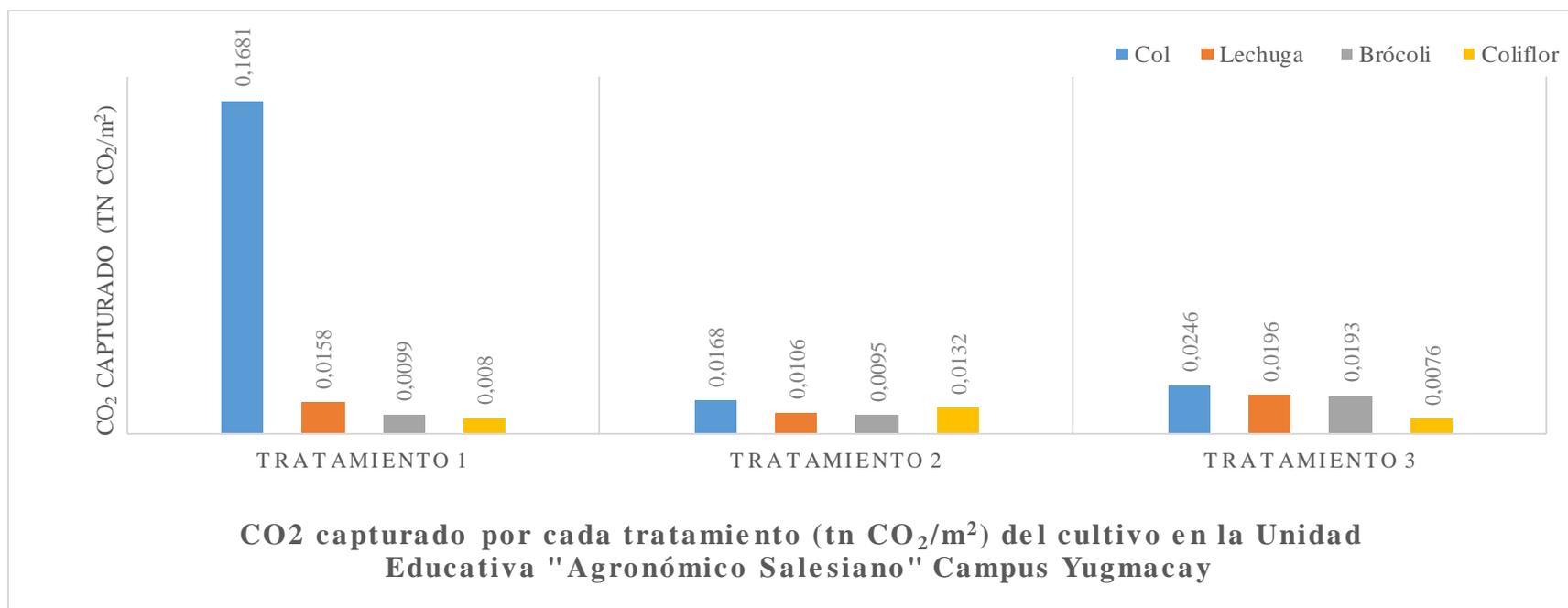


Figura. 10 CO₂ capturado por el cultivo de la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay.

Fuente: Autor(es)

Interpretación: La **figura 10** representa a la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yugmacay, la misma que indica los resultados de captura de CO₂; en donde la col es la especie que más capta cuyos valores en cada tratamiento son 0,1681; 0,0168 y 0,0246 tnCO₂/m² respectivamente; a nivel de cultivo se captaron 0,3233 tnCO₂/m².

Unidad Educativa “Ciudad de Paute”

Nombre común	Nombre científico	Código	Tratamiento	PFm(g)	PFsubm(g)	PSsubm(g)	Biomasa(Kg)	tn C/m²	tn CO₂/m²
COL	<i>Brassica</i>	CPC1T1	1	1202	20	2,23	10,7803	0,0054	0,0198
	<i>oleracea var. capitata</i>	CPC2T2	2	1873	20	2,27	16,5022	0,0083	0,0303
		CPC3T3	3	1379	20	2,65	10,4075	0,0052	0,0191
LECHUGA SIMPSON	<i>Lactuca</i>	CPL1T1	1	531	20	1,57	6,7463	0,0034	0,0124
	<i>sativa var. black seed</i>	CPL2T2	2	476	20	1,56	6,1026	0,0031	0,0112
		CPL3T3	3	563	20	1,51	7,4619	0,0037	0,0137
COLIFLOR	<i>Brassica</i>	CPCL1T1	1	1316	20	3,12	8,4359	0,0042	0,0155
	<i>oleracea var. brotytis</i>	CPCL2T2	2	983	20	3,43	5,7293	0,0029	0,0105
		CPCL3T3	3	648	20	3,60	3,6000	0,0018	0,0066
BRÓCOLI	<i>Brassica</i>	CPB1T1	1	910	20	3,48	5,2320	0,0026	0,0096
	<i>oleracea var. italica</i>	CPB2T2	2	974	20	3,35	5,8090	0,0029	0,0107
		CPB3T3	3	1536	20	3,23	9,5108	0,0048	0,0175
Total de CO₂ capturado por cultivo (tn CO₂/m²)									0,1767

Tabla 26. CO₂ capturado por el cultivo de la Unidad Educativa "Ciudad de Paute". expresada en tn CO₂/m².

Fuente: Autor(es)

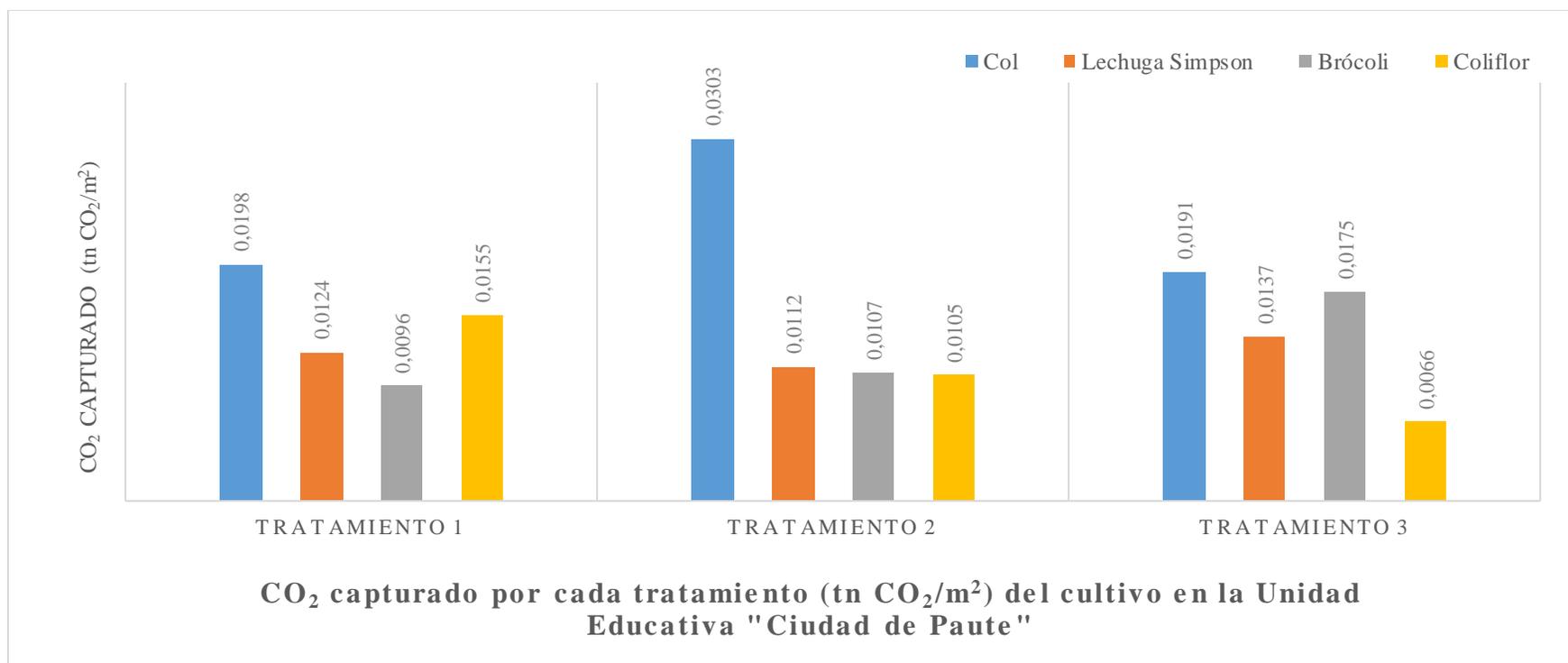


Figura. 11 CO₂ capturado por el cultivo de la Unidad Educativa "Ciudad de Paute".

Fuente: Autor(es)

Interpretación: Según la **figura 11** perteneciente a la Unidad Educativa “Ciudad de Paute”, indica que las tres especies de hortalizas captan una cantidad semejante de CO₂ en cada tratamiento; siendo la más alta la col y la lechuga cuyos valores son 0,0198; 0,0303 y 0,0191 tnCO₂/m² para la primera y para la segunda 0,0124; 0,0122 y 0,0137 tnCO₂/m² en su respectivo tratamiento; a nivel de cultivo se captaron 0,1767 tnCO₂/m².

5.3. Captura de plomo a través de la biomasa vegetal.

El análisis de plomo se realizó en el laboratorio de ciencias de la vida de la Universidad Técnica Particular de Loja, bajo la dirección del Magister James Calva Torres técnico analista del laboratorio de Química Analítica perteneciente al Departamento de Química y Ciencias Exactas a partir del método LUTPL-Pb-ABS-022.

Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute"

Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute"

Nombre común	Nombre científico	Código	Método	Unidad	Tratamiento	Resultado
COL	<i>Brassica oleracea</i> <i>var. capitata</i>	CPC1T1	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	1	25,15
		CPC2T2	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	2	15,95
		CPC3T3	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	3	0
LECHUGA SIMPSON	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>black seed</i>	CPL1T1	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	1	16,3
		CPL2T2	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	2	0
		CPL3T3	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	3	12,1
COLIFLOR	<i>Brassica oleracea</i> <i>var. brotytis</i>	CPCL1T1	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	1	41,35
		CPCL2T2	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	2	14,35
		CPCL3T3	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	3	18,7
BRÓCOLI	<i>Brassica oleracea</i> <i>var. italica</i>	CPB1T1	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	1	10,85
		CPB2T2	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	2	9,5
		CPB3T3	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	3	20,5
Total de plomo capturado (mg/Kg)						184,75

Tabla 27. Plomo capturado por el cultivo de la Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute". expresada en mg/Kg

Fuente: Autor(es)

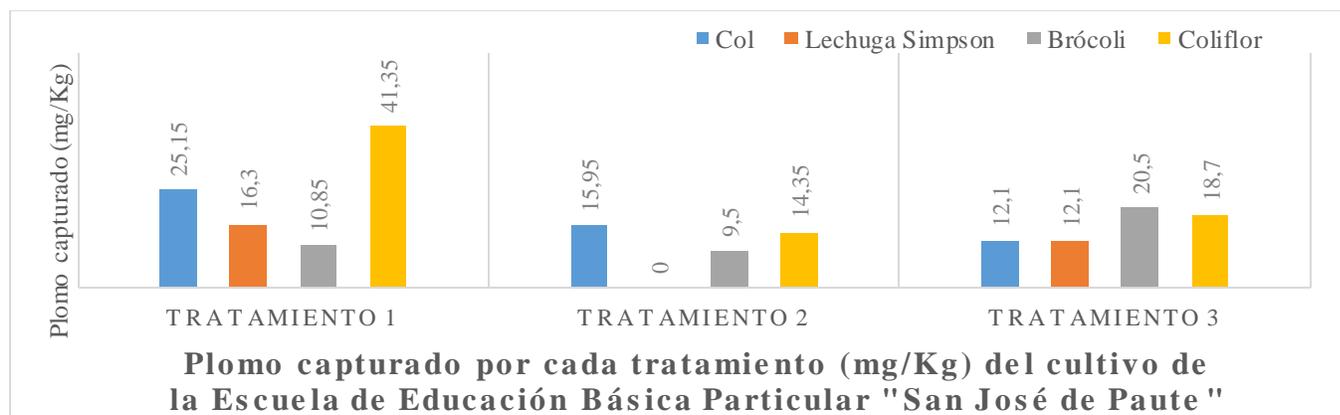


Figura. 12 Plomo capturado por el cultivo de la Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute"

Fuente: Autor(es)

Interpretación: La **figura 11** correspondiente a la Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”, indica que la col y la coliflor captan mayor cantidad de plomo mg/Kg en cada tratamiento; cuyos valores son 25,15 para la primera y para la segunda 41,35 mg/Kg en su respectivo tratamiento; a nivel de cultivo se captaron 184,75 mg/Kg de plomo.

Unidad Educativa “26 de Febrero”

Unidad Educativa "26 de Febrero"						
Nombre común	Nombre científico	Código	Método	Unidad	Tratamiento	Resultado
COL	<i>Brassica oleracea</i> <i>var. capitata</i>	CPC1T1	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	1	18,7
		CPC2T2	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	2	0
		CPC3T3	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	3	0
LECHUGA SIMPSON	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>black seed</i>	CPL1T1	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	1	12
		CPL2T2	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	2	11,5
		CPL3T3	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	3	34
COLIFLOR	<i>Brassica oleracea</i> <i>var. brotytis</i>	CPCL1T1	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	1	65,5
		CPCL2T2	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	2	46
		CPCL3T3	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	3	0
BRÓCOLI	<i>Brassica oleracea</i> <i>var. italica</i>	CPB1T1	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	1	42,8
		CPB2T2	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	2	19,35
		CPB3T3	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	3	0
Total de plomo capturado (mg/Kg)						249,85

Tabla 28. Plomo capturado por el cultivo de la Unidad Educativa “26 de Febrero”. expresada en mg/Kg

Fuente: Autor(es)

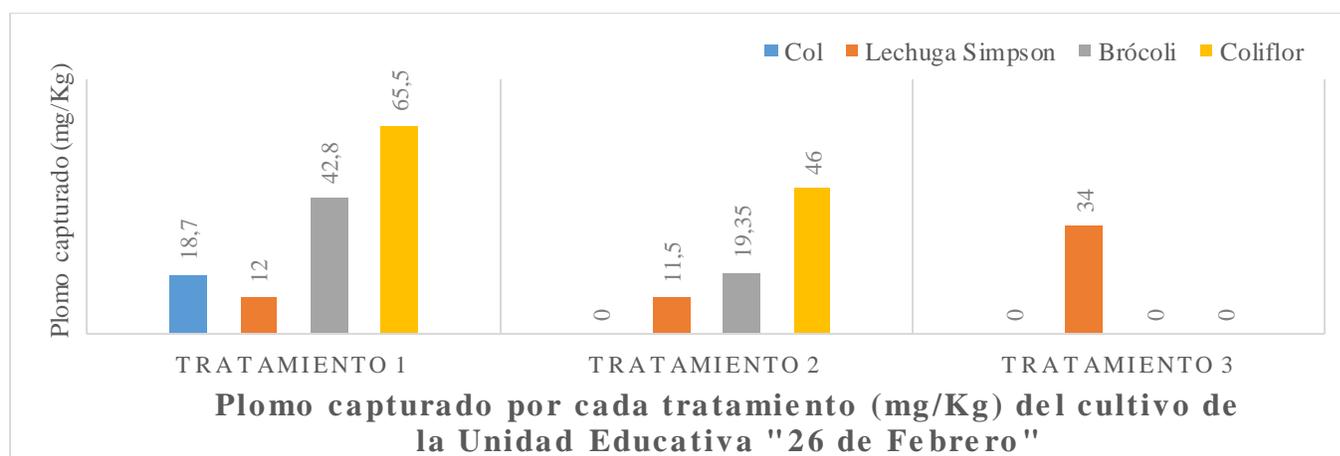


Figura. 13 Plomo capturado por el cultivo de la Unidad Educativa “26 de Febrero”.

Fuente: Autor(es)

Interpretación: De acuerdo a la **figura 13** perteneciente a la Unidad Educativa “26 de Febrero”, muestra que el brócoli y la coliflor captan mayor cantidad de plomo mg/Kg; cuyo valor es 42,8 y 65,5 mg/Kg respectivamente; a nivel de cultivo se captaron 249,85 mg/Kg de plomo.

Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”

Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora"

Nombre común	Nombre científico	Código	Método	Unidad	Tratamiento	Resultado
COL	<i>Brassica oleracea</i> <i>var. capitata</i>	CPC1T1	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	1	13,1
		CPC2T2	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	2	0
		CPC3T3	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	3	10
LECHUGA SIMPSON	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>black seed</i>	CPL1T1	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	1	6,7
		CPL2T2	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	2	12,2
		CPL3T3	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	3	6,75
COLIFLOR	<i>Brassica oleracea</i> <i>var. brotytis</i>	CPCL1T1	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	1	35
		CPCL2T2	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	2	14,15
		CPCL3T3	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	3	0
BRÓCOLI	<i>Brassica oleracea</i> <i>var. italica</i>	CPB1T1	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	1	13,1
		CPB2T2	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	2	7,5
		CPB3T3	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	3	8,5
Total de plomo capturado (mg/Kg)						127

Tabla 29. Plomo capturado por el cultivo de la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”, expresada en mg/Kg.

Fuente: Autor(es)

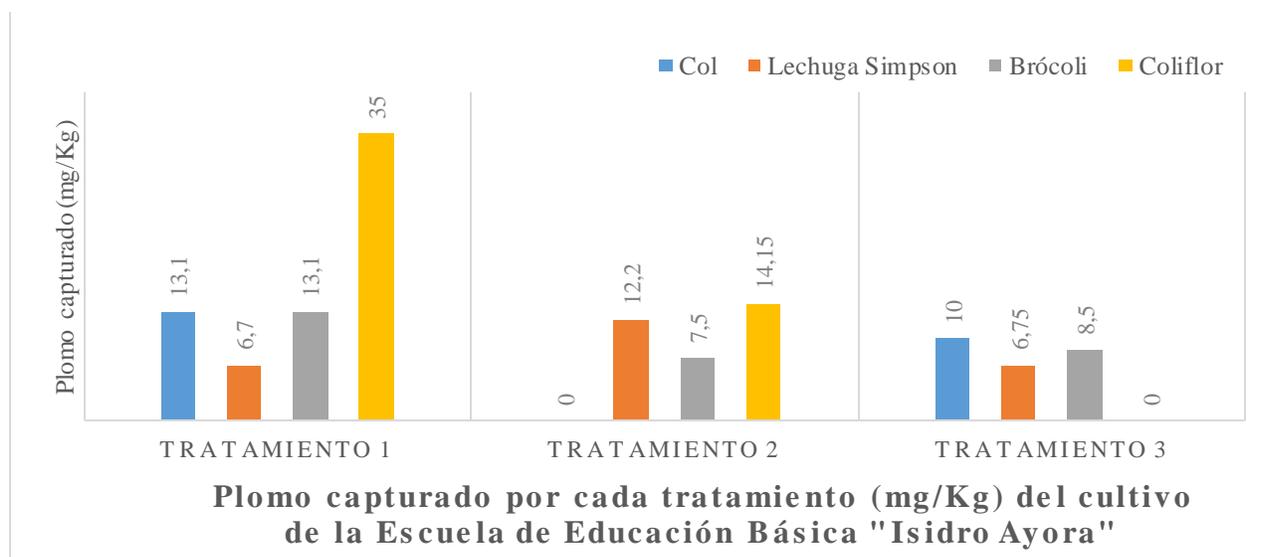


Figura. 14 Plomo capturado por el cultivo de la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”.

Fuente: Autor(es)

Interpretación: La captura de plomo de la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora” mostrada en la **figura 14** indica que la coliflor capta la mayor cantidad de plomo mg/Kg; cuyo valor es 35 mg/Kg; a nivel de cultivo se captaron 127 mg/Kg de plomo.

Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay

Unidad Educativa "Agronómico Salesiano" Campus Yugmacay						
Nombre común	Nombre científico	Código	Método	Unidad	Tratamiento	Resultado
COL	<i>Brassica oleracea</i> <i>var. capitata</i>	CPC1T1	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	1	0
		CPC2T2	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	2	0
		CPC3T3	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	3	0
LECHUGA SIMPSON	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>black seed</i>	CPL1T1	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	1	15,1
		CPL2T2	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	2	43,85
		CPL3T3	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	3	0
COLIFLOR	<i>Brassica oleracea</i> <i>var. brotytis</i>	CPCL1T1	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	1	14,2
		CPCL2T2	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	2	16,45
		CPCL3T3	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	3	0
BRÓCOLI	<i>Brassica oleracea</i> <i>var. italica</i>	CPB1T1	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	1	17,25
		CPB2T2	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	2	16,45
		CPB3T3	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	3	11,65
Total de plomo capturado (mg/Kg)						134,95

Tabla 30. Plomo capturado por el cultivo de la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay. expresada en mg/Kg.

Fuente: Autor(es)

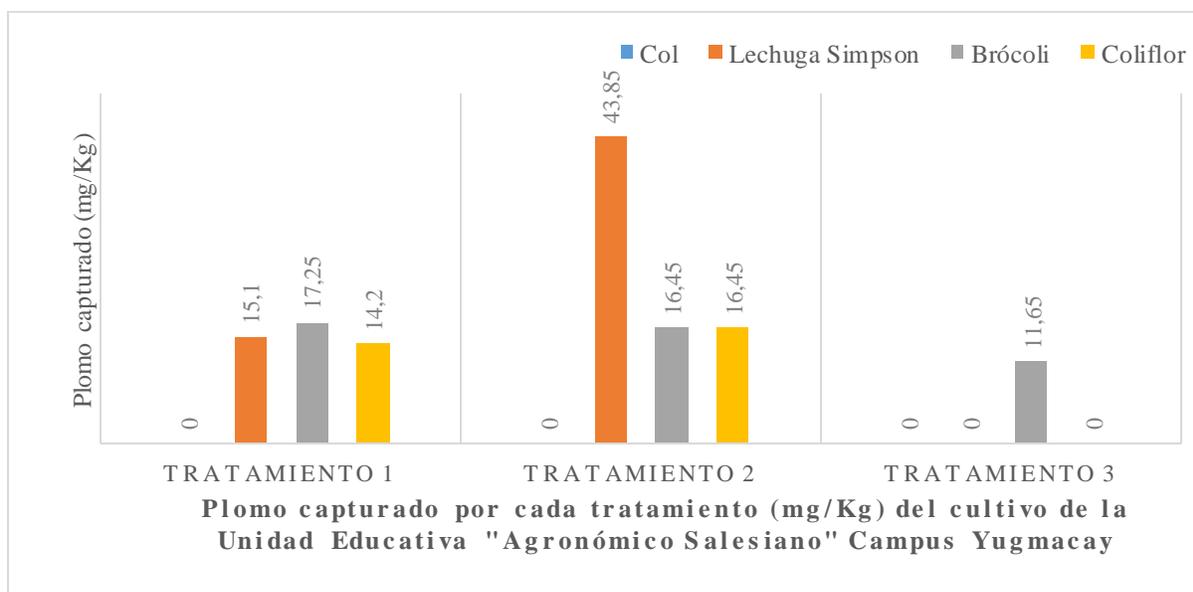


Figura. 15 Plomo capturado por el cultivo de la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay

Fuente: Autor(es)

Interpretación: En la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yugmacay la captura de plomo es ilustrada por la **figura 15**, la cual indica que la lechuga y el brócoli captan mayor cantidad de plomo mg/Kg; cuyos valores son 43,85 y 17,25 mg/Kg según corresponde; a nivel de cultivo se captaron 134,95 mg/Kg de plomo.

Unidad Educativa “Cuidad de Paute”

Unidad Educativa "Ciudad de Paute"						
Nombre común	Nombre científico	Código	Método	Unidad	Tratamiento	Resultado
COL	<i>Brassica oleracea</i> <i>var. capitata</i>	CPC1T1	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	1	25,1
		CPC2T2	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	2	0
		CPC3T3	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	3	34,1
LECHUGA SIMPSON	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>black seed</i>	CPL1T1	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	1	6,55
		CPL2T2	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	2	6,95
		CPL3T3	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	3	43,5
COLIFLOR	<i>Brassica oleracea</i> <i>var. brotytis</i>	CPCL1T1	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	1	114,5
		CPCL2T2	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	2	18,75
		CPCL3T3	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	3	0
BRÓCOLI	<i>Brassica oleracea</i> <i>var. italica</i>	CPB1T1	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	1	11,65
		CPB2T2	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	2	0
		CPB3T3	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	3	15,35
Total de plomo capturado (mg/Kg)						276,45

Tabla 31. Plomo capturado por el cultivo de la Unidad Educativa "Ciudad de Paute". expresada en mg/Kg.

Fuente: Autor(es)

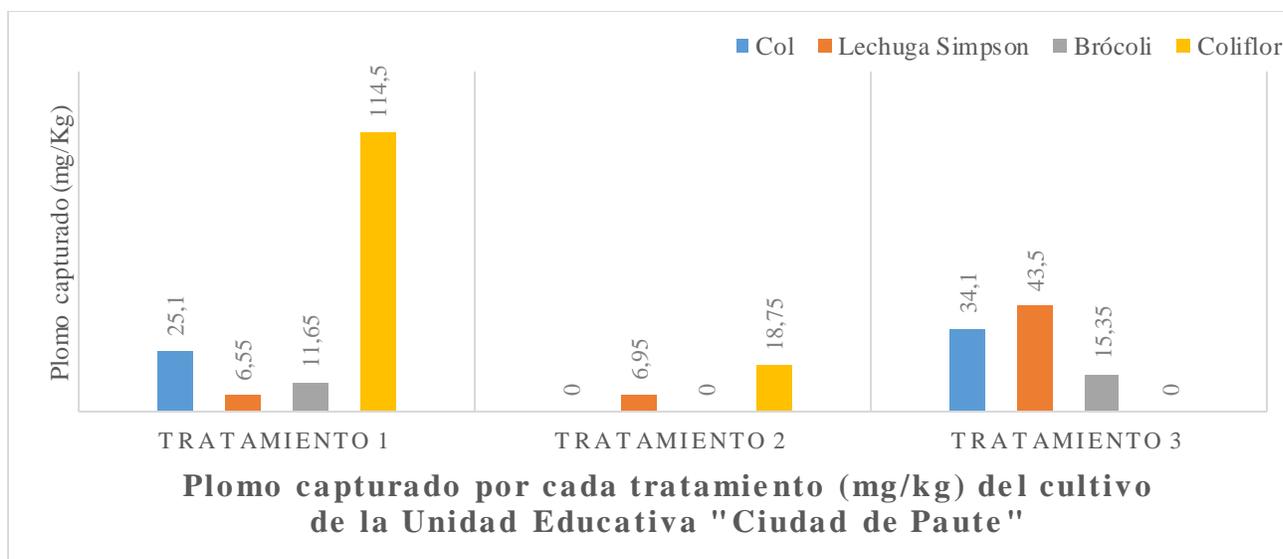


Figura. 16 Plomo capturado por el cultivo de la Unidad Educativa "Ciudad de Paute".

Fuente: Autor(es)

Interpretación: En la Unidad Educativa “Ciudad de Paute”, las hortalizas que captan mayor cantidad de plomo mg/Kg son la col, la lechuga y la coliflor como lo indica la **figura 16**; cuyos valores son 34,3; 43,5 y 114,5 mg/Kg correspondientemente; a nivel de cultivo se captaron 276,45 mg/Kg de plomo.

Especie auxiliar

Nombre común	Nombre científico	Método	Total de plomo capturado (mg/Kg)				
			Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute"	Unidad Educativa "26 de Febrero"	Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora"	Unidad Educativa "Agronómico Salesiano" Campus Yugmacay	Unidad Educativa "Ciudad de Paute"
Culantro	<i>Coriandrum sativum</i>	LUTPL-Pb-ABS-022	18,4	0	7,5	0	39

Tabla 32. Plomo capturado por el Culantro en cada Institución Educativa. expresada en mg/Kg.

Fuente: Autor(es)

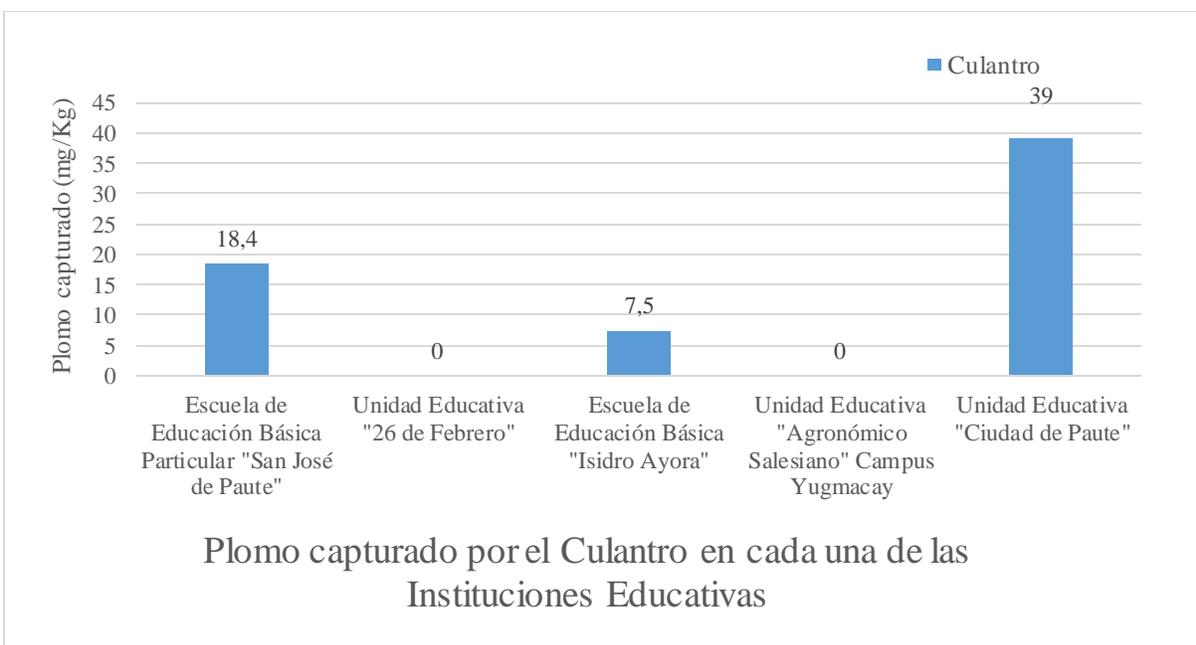


Figura. 17 Plomo capturado por el Culantro en cada Institución Educativa.

Fuente: Autor(es)

Interpretación: De acuerdo a la figura 17 la mayor cantidad de captura de plomo mg/Kg en culantro se presenta en la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay con un valor equivalente a 39 mg/Kg seguida de la Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute” cuyo valor es 18,4 mg/Kg.

5.4. Captura de plomo presente en la matriz suelo.

		Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute"	Unidad Educativa "26 de Febrero"	Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora"	Unidad Educativa "Agronómico Salesiano" Campus Yugmacay	Unidad Educativa "Ciudad de Paute"
Matriz	Método	Total de plomo capturado (mg/Kg)				
Captura de plomo (mg/Kg) en la matriz suelo	LUTPL-Pb-ABS-022	0	365	0	44	0

Tabla 33. Plomo capturado por la matriz suelo en cada Institución Educativa. expresada en mg/Kg.

Fuente: Autor(es)

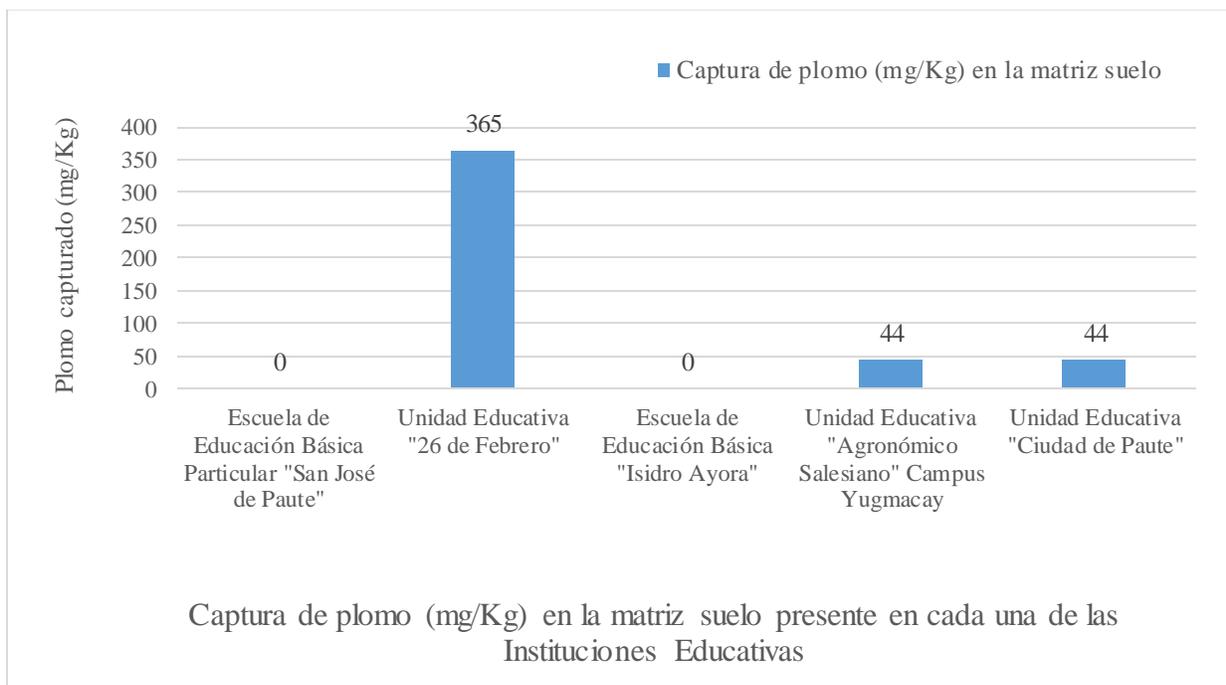


Figura. 18 Plomo capturado por la matriz suelo en cada Institución Educativa.

Fuente: Autor(es)

5.5. Comparación de los resultados obtenidos en los cinco puntos de estudio.

5.5.1. Captura de Carbono.

5.5.1.1. Altura alcanzada por la planta en cada Institución Educativa.

Especie	Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute"			Unidad Educativa "26 de Febrero"			Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora"			Unidad Educativa "Agronómico Salesiano" Campus Yugmacay			Unidad Educativa "Ciudad de Paute"		
	Altura de la planta en cm Semana inicial (Si)	Altura de la planta en cm Semana final (Sf)	Variación de altura= Sf-Si	Altura de la planta en cm Semana inicial (Si)	Altura de la planta en cm Semana final (Sf)	Variación de altura= Sf-Si	Altura de la planta en cm Semana inicial (Si)	Altura de la planta en cm Semana final (Sf)	Variación de altura= Sf-Si	Altura de la planta en cm Semana inicial (Si)	Altura de la planta en cm Semana final (Sf)	Variación de altura= Sf-Si	Altura de la planta en cm Semana inicial (Si)	Altura de la planta en cm Semana final (Sf)	Variación de altura= Sf-Si
COL	16,83	43,33	26,50	12,92	38,67	25,75	19,08	50,33	31,25	12,92	39,92	27,00	15,17	39,17	24,00
LECHUGA SIMPSON	9,58	32,83	23,25	5,58	27,08	21,50	10,67	31,75	21,08	7,42	25,92	18,50	5,67	27,25	21,58
BRÓCOLI	19,17	48,67	29,50	13,00	36,25	23,25	20,25	50,42	30,17	13,17	41,42	28,25	12,42	36,42	24,00
COLIFLOR	14,50	47,08	32,58	9,08	35,83	26,75	16,25	46,25	30,00	11,33	36,92	25,58	10,92	35,08	24,17

Tabla 34. Altura alcanzada por cada hortaliza en cada una de las Instituciones Educativas, expresada en cm.

Fuente: Autor(es)

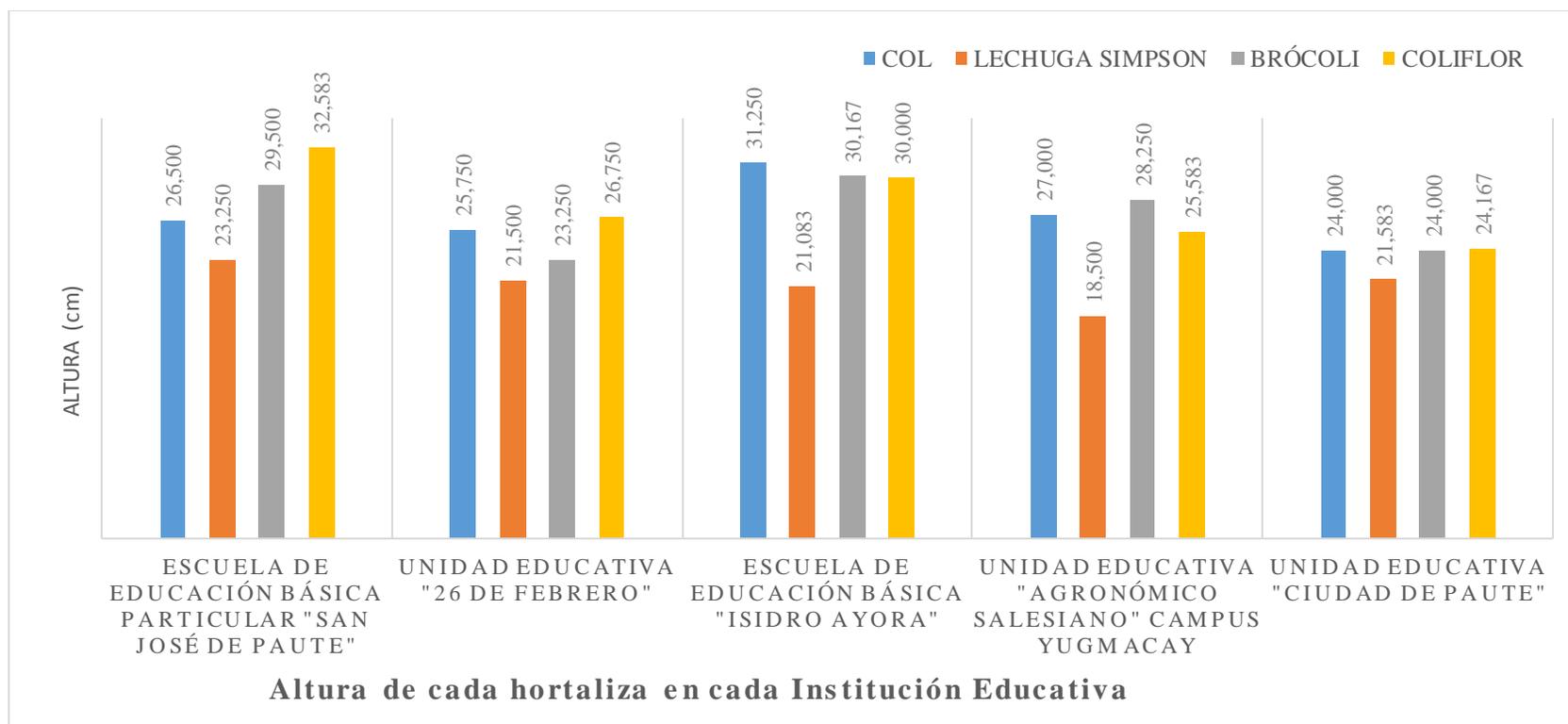


Figura. 19 Altura alcanzada por cada hortaliza en cada Institución Educativa.

Fuente: Autor(es)

Interpretación: De acuerdo a la **figura 19** referente al crecimiento de las hortalizas, se puede decir que el cultivo que mayor altura alcanzó casi en su mayoría de especies es el de la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora” seguida de la Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”. A nivel de especies la col que mayor tamaño alcanzó fue en la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora” con 31,25 cm; la lechuga más alta se obtuvo en la Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute” con una altura de 23,25 cm; el brócoli cuya altura máxima se obtuvo en la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora” con 30,17 cm

y la coliflor con mayor altura se obtuvo en la Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute” con 32,58 cm. Cabe mencionar, que el cultivo que presenta menor desarrollo en forma general es el de la Unidad Educativa “Ciudad de Paute” y los cultivos que poseen un desarrollo igualitario son la Unidad Educativa “26 de Febrero” y la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yugmacay.

5.5.1.2. Carbono capturado.

5.5.1.2.1. CO₂ capturado por cada hortaliza (tn CO₂/m²) en cada una de las Instituciones Educativas.

Nombre común	Nombre científico	Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute"	Unidad Educativa "26 de Febrero"	Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora"	Unidad Educativa "Agronómico Salesiano" Campus Yugmacay	Unidad Educativa "Ciudad de Paute"
		Total de CO ₂ capturado por especie (tn CO ₂ /m ²)				
COL	<i>Brassica oleracea var. capitata</i>	0,1026	0,0789	0,0816	0,2095	0,0692
LECHUGA SIMPSON	<i>Lactuca sativa var. black seed</i>	0,0432	0,0407	0,0586	0,0461	0,0373
COLIFLOR	<i>Brassica oleracea var. brotytis</i>	0,0365	0,0359	0,0387	0,0287	0,0326
BRÓCOLI	<i>Brassica oleracea var. italica</i>	0,0367	0,0432	0,0513	0,0387	0,0377
Total de CO₂ capturado por cultivo (tn CO₂/m²)		0,219	0,1987	0,2302	0,323	0,1768
Total de CO₂ capturado (tn CO₂/m²)		1,1477				

Tabla 35. CO₂ capturado por cada hortaliza en cada Institución Educativa. expresada en tn CO₂/m².

Fuente: Autor(es)

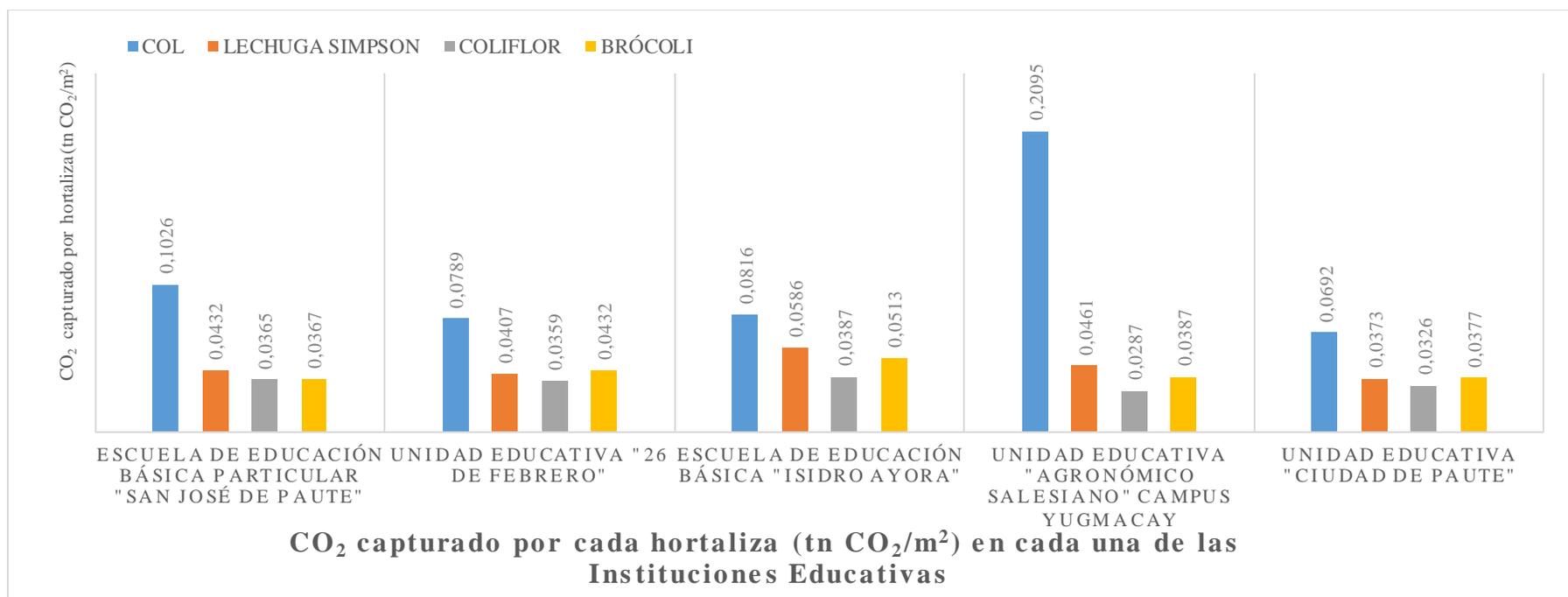


Figura. 20 CO₂ capturado por cada hortaliza en cada Institución Educativa.

Fuente: Autor(es)

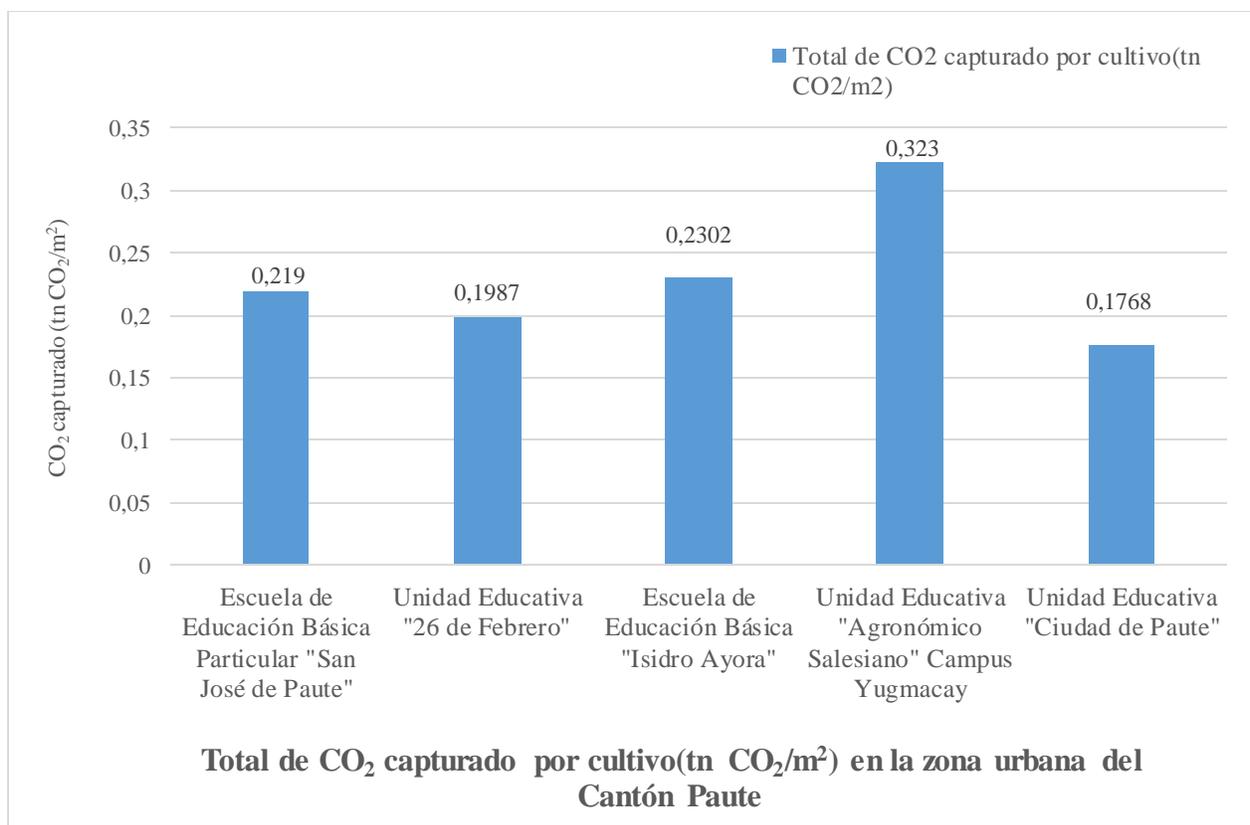


Figura. 21 CO₂ capturado por cada cultivo en la zona urbana del Cantón Paute.

Fuente: Autor(es)

Interpretación: En la zona urbana del cantón Paute se captan 1,1477 tn CO₂/m² por medio de los cinco huertos hortícolas. La **figura 21** muestra la captura de CO₂ presente en cada cultivo instalado dentro del área urbana, obteniendo que el huerto que más Carbono captura es el de la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yugmacay con 0,323 tn CO₂/m² seguido del huerto de la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora” con un valor de 0,2302 tn CO₂/m². De acuerdo a la categoría especie la **figura 20** indica que la col que más capta es la de la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yugmacay con un valor de 0,2095 tn CO₂/m², de igual manera la lechuga que mayor captura tiene es la de la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora” con 0,0586 tn CO₂/m², la coliflor y brócoli que más capta con 0,0387 tn CO₂/m² y 0,0513 tn CO₂/m² perteneciente a la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”.

Por otro lado, el huerto que menor captura de Carbono tiene es el de la Unidad Educativa “Ciudad de Paute” con 0,1768 tn CO₂/m² y los que tienen una captura similar son la Escuela de Educación Básica “San José de Paute” y la Unidad Educativa “26 de Febrero” cuyos valores son 0,219 y 0,1987 tn CO₂/m² correspondientemente (figura 21).

5.5.1.2.2. CO₂ capturado por cada hortaliza (tn CO₂/m²) en la zona urbana del Cantón Paute.

Nombre común	Nombre científico	Total de CO2 capturado por hortaliza (tn CO2/m2)
COL	<i>Brassica oleracea var. capitata</i>	0,5418
LECHUGA SIMPSON	<i>Lactuca sativa var. black seed</i>	0,2259
COLIFLOR	<i>Brassica oleracea var. brotytis</i>	0,1724
BRÓCOLI	<i>Brassica oleracea var. italica</i>	0,2076
Total de CO2 capturado (tn CO2/m2)		1,1477

Tabla 36. CO₂ capturado por cada hortaliza en la zona urbana del Cantón Paute. expresada en tn CO₂/m².

Fuente: Autor(es)

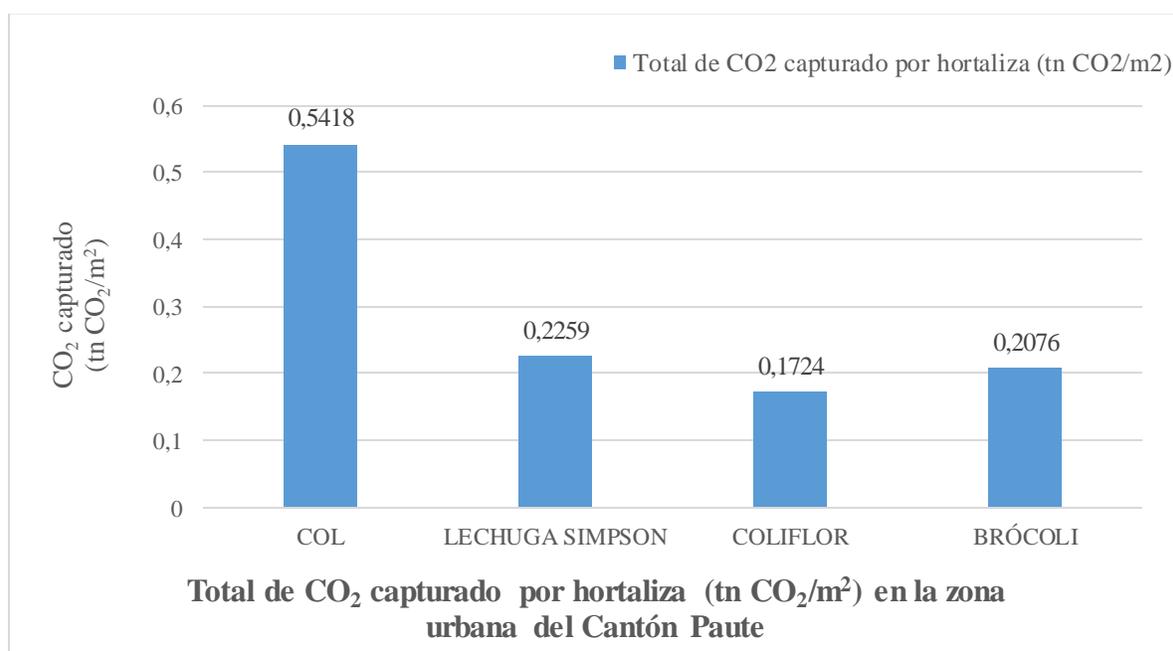


Figura. 22. CO₂ capturado por cada hortaliza en la zona urbana del Cantón Paute.

Fuente: Autor(es)

Interpretación: Como muestra la **figura 22** se puede decir que la hortaliza que más CO₂ capta en la parte urbana del Cantón Paute es la col con 0,5418 tn CO₂/m² seguida de la lechuga con un valor de 0,2259 tn CO₂/m².

5.5.2. Captura de plomo

5.5.2.1. Plomo capturado en la biomasa vegetal.

5.5.2.1.1. Plomo capturado por cada hortaliza (mg/Kg) en cada una de las Instituciones Educativas.

Nombre común	Nombre científico	Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute"	Unidad Educativa "26 de Febrero"	Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora"	Unidad Educativa "Agronómico Salesiano" Campus Yugmacay	Unidad Educativa "Ciudad de Paute"
		Total de plomo capturado por especie (mg/Kg)				
COL	<i>Brassica oleracea var. capitata</i>	13,17	6,23	7,7	0	19,73
LECHUGA SIMPSON	<i>Lactuca sativa var. black seed</i>	9,46	19,16	8,55	19,65	19
COLIFLOR	<i>Brassica oleracea var. brotytis</i>	24,8	37,16	16,38	10,21	44,41
BRÓCOLI	<i>Brassica oleracea var. italica</i>	13,61	20,71	9,7	15,11	9
Total de plomo capturado por cultivo(mg/Kg)		61,04	83,26	42,33	44,97	92,14
Total de plomo capturado (mg/kg)		323,74				

Tabla 37. Plomo capturado por cada hortaliza en cada Institución Educativa. expresada en mg/Kg.

Fuente: Autor(es)

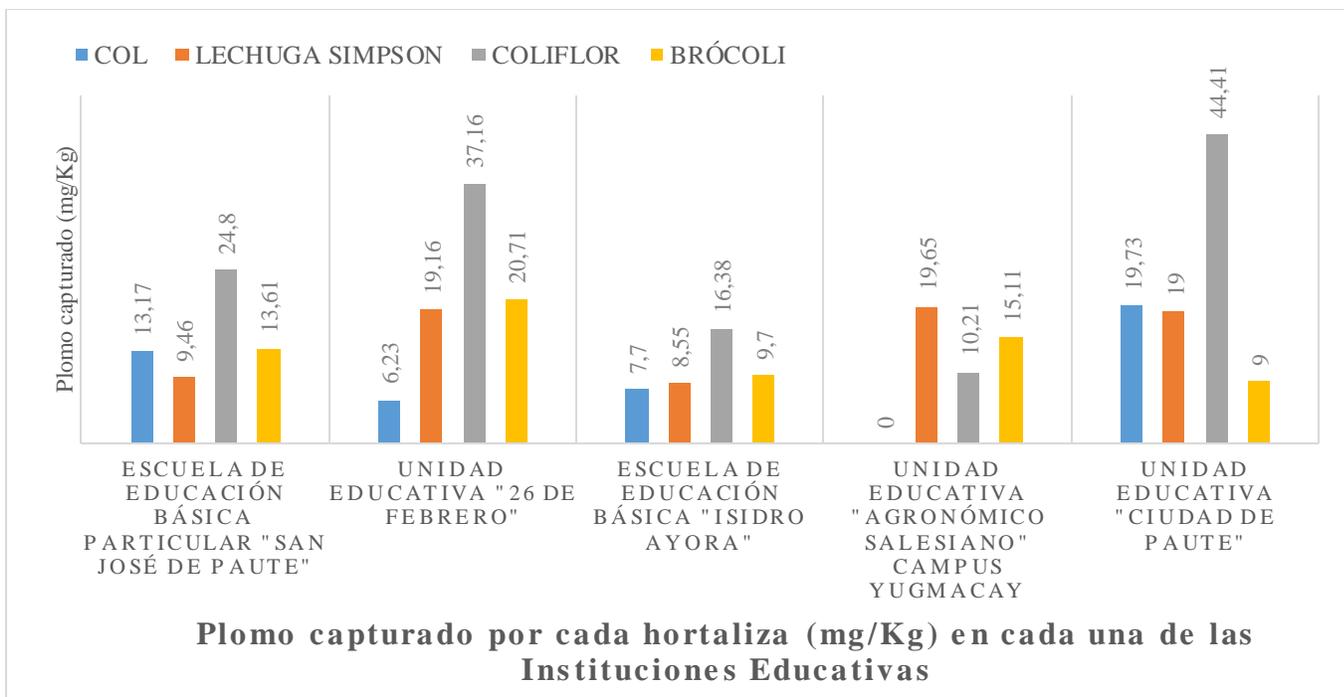


Figura. 23. Plomo capturado por cada hortaliza en cada Institución Educativa.

Fuente: Autor(es)

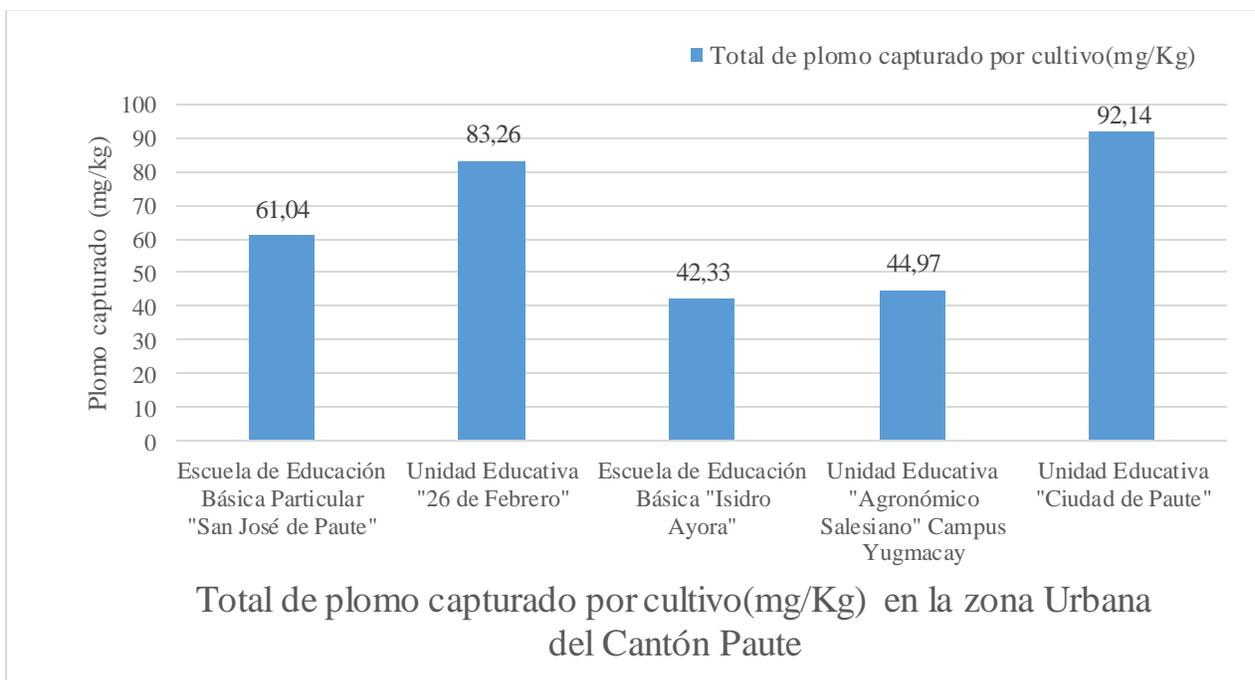


Figura. 24 Plomo capturado por cada cultivo en la zona urbana del Cantón Paute.

Fuente: Autor(es)

Interpretación: En la zona urbana del cantón Paute se capturaron 323,74 mg/Kg de Plomo a través de las cinco producciones de vegetales realizadas en las Instituciones Educativas. La **figura 24** indica la captación de Plomo que se encuentra en cada cultivo urbano, consiguiendo el valor más alto el huerto de la Unidad Educativa “Ciudad de Paute” con 92,14 mg/Kg de plomo, seguido de la Unidad Educativa “26 de Febrero” cuyo valor alcanzado es de 83,26 mg/Kg de plomo. En el caso de las especies la **figura 23** señala que la coliflor es la que mayor cantidad de plomo capta como en el caso del huerto de la Unidad Educativa “Ciudad de Paute” cuyo valor es de 44,41 mg/Kg seguido de la Unidad Educativa “26 de Febrero” con 37,16 mg/Kg de plomo, así mismo la lechuga que presenta un alto contenido de plomo es la de Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yugmacay y Unidad Educativa “26 de Febrero” cuyos valores son 19,65 y 19,16 mg/Kg de plomo respectivamente; la col y brócoli que más plomo captó, para el primer caso se da en el cultivo de la Unidad Educativa “Ciudad de Paute” con 19,75 mg/Kg de plomo y el otro caso se registra en el de la Unidad Educativa “26 de Febrero” con 20,71 mg/Kg de plomo.

En cuanto al huerto que menos captación de Plomo posee es el de la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora” con 42,33 mg/Kg y el huerto que le es consecutivo es el de la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yugmacay con 44,97 mg/Kg de plomo; cabe decir que el huerto de la Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute” también dispone de un alto contenido de plomo siendo este de 61,04 mg/Kg de plomo (**figura 24**).

5.5.2.1.2. Plomo capturado por cada hortaliza (mg/kg) en la zona urbana del Cantón Paute.

Nombre común	Nombre científico	Total de plomo capturado por hortaliza (mg/Kg)
COL	<i>Brassica oleracea var. capitata</i>	46,83
LECHUGA SIMPSON	<i>Lactuca sativa var. black seed</i>	75,82
COLIFLOR	<i>Brassica oleracea var. brotytis</i>	132,96
BRÓCOLI	<i>Brassica oleracea var. italica</i>	68,13
Total de plomo capturado (mg/Kg)		323,74

Tabla 38. Plomo capturado por cada hortaliza en la zona urbana del Cantón Paute. expresada en mg/Kg.

Fuente: Autor(es)

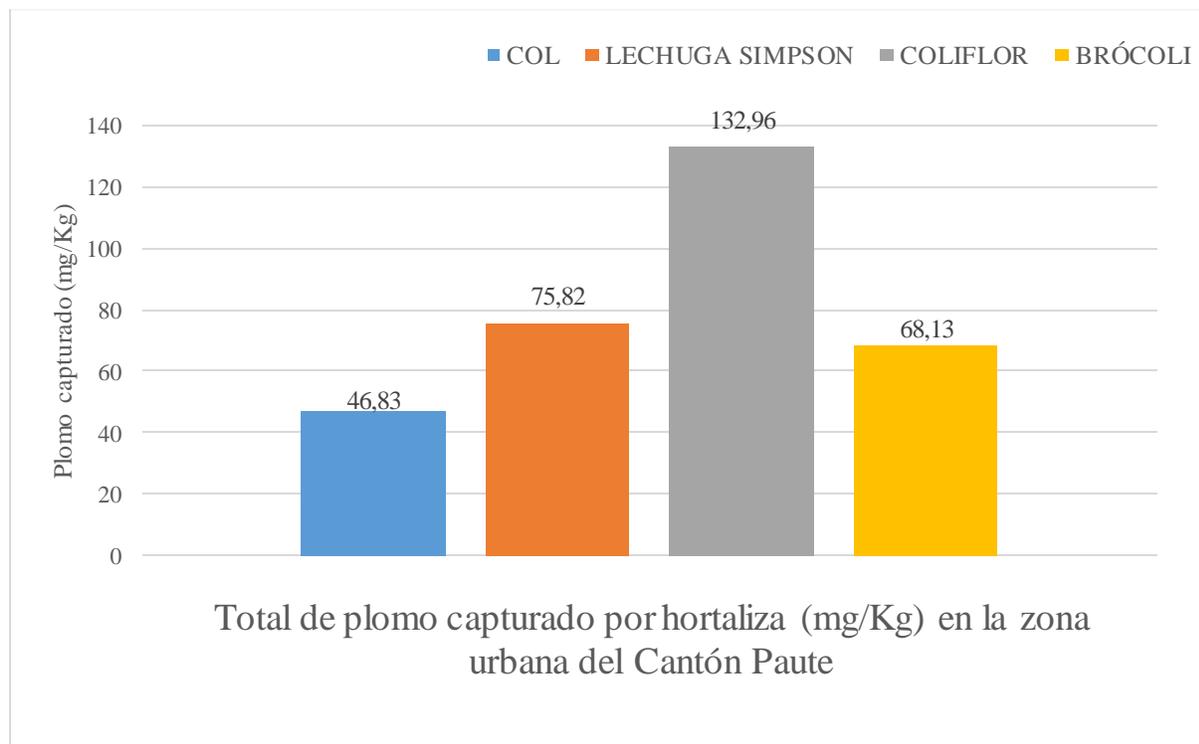


Figura. 25 Plomo capturado por cada hortaliza en la zona urbana del Cantón Paute.

Fuente: Autor(es)

Interpretación: La **figura 25** indica que la hortaliza que más Plomo capta en la parte urbana del Cantón Paute coliflor con 132,96 mg/Kg de plomo seguida de la lechuga con un valor de 75,82 mg7Kg de plomo.

5.5.2.2. Plomo capturado en la matriz suelo

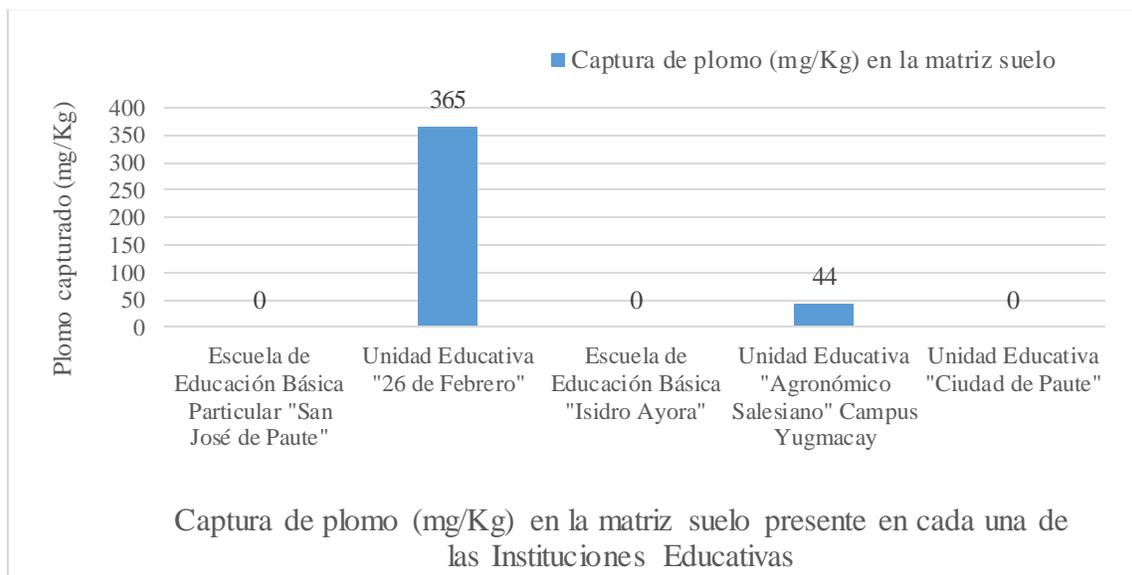


Figura. 26 Plomo capturado por la matriz suelo en cada Institución Educativa.

Fuente: Autor(es)

Interpretación: De acuerdo a la **figura 26** se puede decir que el suelo con mayor cantidad de Plomo es de la Unidad Educativa “26 de Febrero” con 365 mg/Kg; también se encontró la presencia de plomo en el suelo de la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yugmacay con 44 mg/Kg de plomo, estos valores puede deberse a que en el lugar donde se ubicaron los huertos de las hortalizas anteriormente habían sido ocupados con invernaderos o viveros. En el resto de huertos no se encontró niveles de plomo en el suelo.

5.6. *Coliformes Totales*

Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute"

Especie	Código	Colonias en UFC	Número de Coliformes Totales en UFC/ gr
COL	SJC1T1	57	570
BROCOLI	SJB1T1	30	300
LECHUGA	SJL1T1	15	150
COLIFLOR	SJCL1T1	40	400

Tabla 39 Coliformes totales en la Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute"

Fuente: Autor(es)

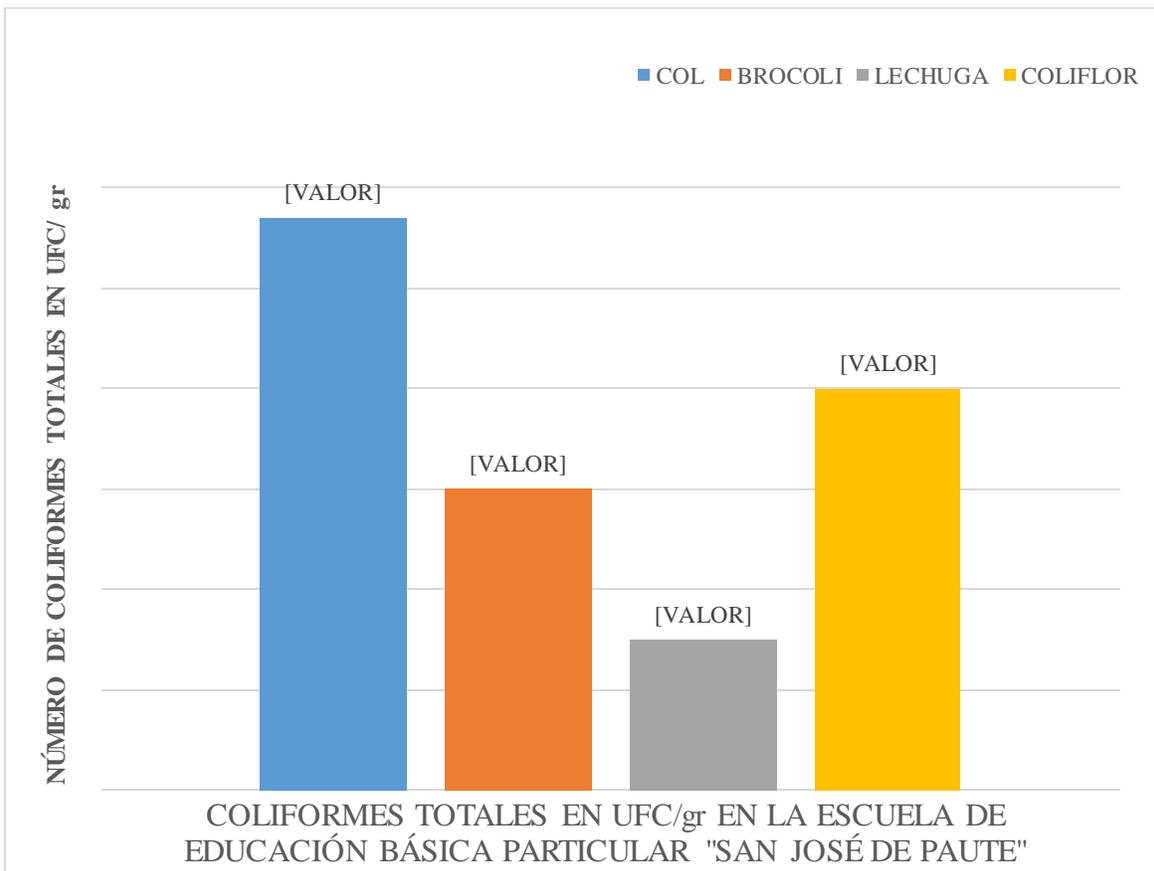


Figura. 27 Coliformes Totales en la Escuela de Educación Básica Particular "San José de Paute"

Fuente: Autor(es)

Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora"

Especie	Código	Colonias en UFC	Número de Coliformes Totales en UFC/ gr
COL	IAC1T1	52	520
BROCOLI	IAB1T1	37	370
LECHUGA	IAL1T1	29	290
COLIFLOR	IACL1T1	37	370

Tabla 40 Coliformes totales en la Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora"

Fuente: Autor(es)

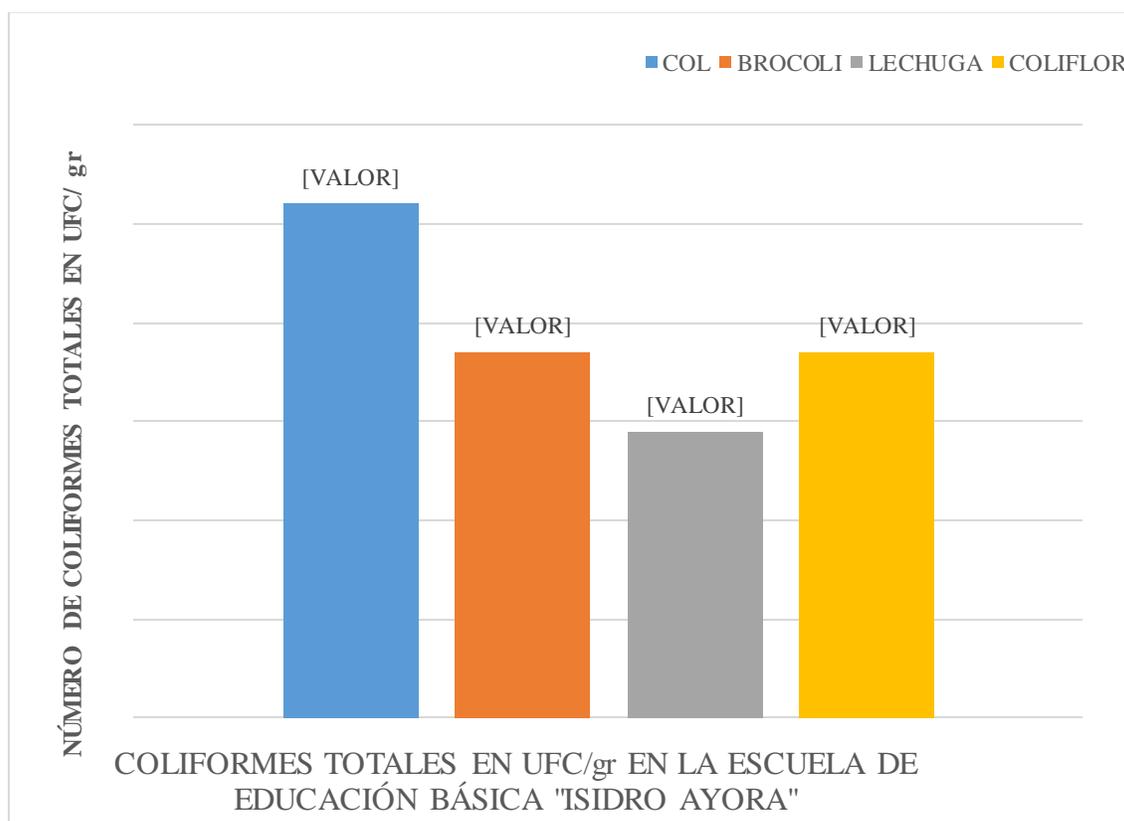


Figura. 28 Coliformes totales en la Escuela de Educación Básica "Isidro Ayora"

Fuente: Autor(es)

Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay

Especie	Código	Colonias en UFC	Número de Coliformes Totales en UFC/ gr
COL	ASC1T1	32	320
BROCOLI	ASB1T1	23	230
LECHUGA	ASL1T1	35	350
COLIFLOR	ASCL1T1	95	950

Tabla 41 Coliformes totales de la Unidad Educativa "Agronómico Salesiano" campus Yugmacay

Fuente: Autor(es)

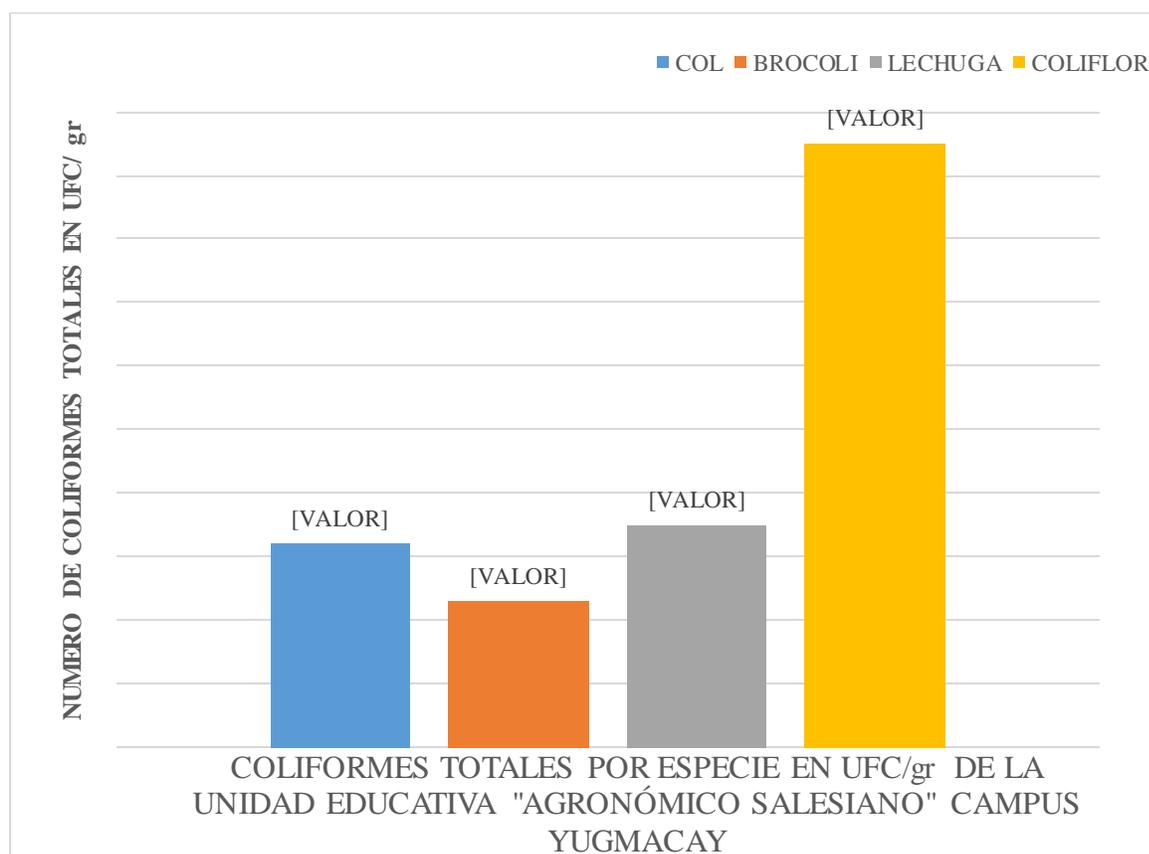


Figura. 29 Coliformes Totales en la Unidad Educativa "Agronómico Salesiano" campus Yugmacay

Fuente: Autor(es)

Unidad Educativa “26 de Febrero”

Especie	Código	Colonias en UFC	Número de Coliformes Totales en UFC/ gr
COL	26FC1T1	22	220
BROCOLI	26FB1T1	37	370
LECHUGA	26FL1T1	6	60
COLIFLOR	26FCL1T1	28	280

Tabla 42 Coliformes totales de la Unidad Educativa “26 de Febrero”

Fuente: Autor(es)

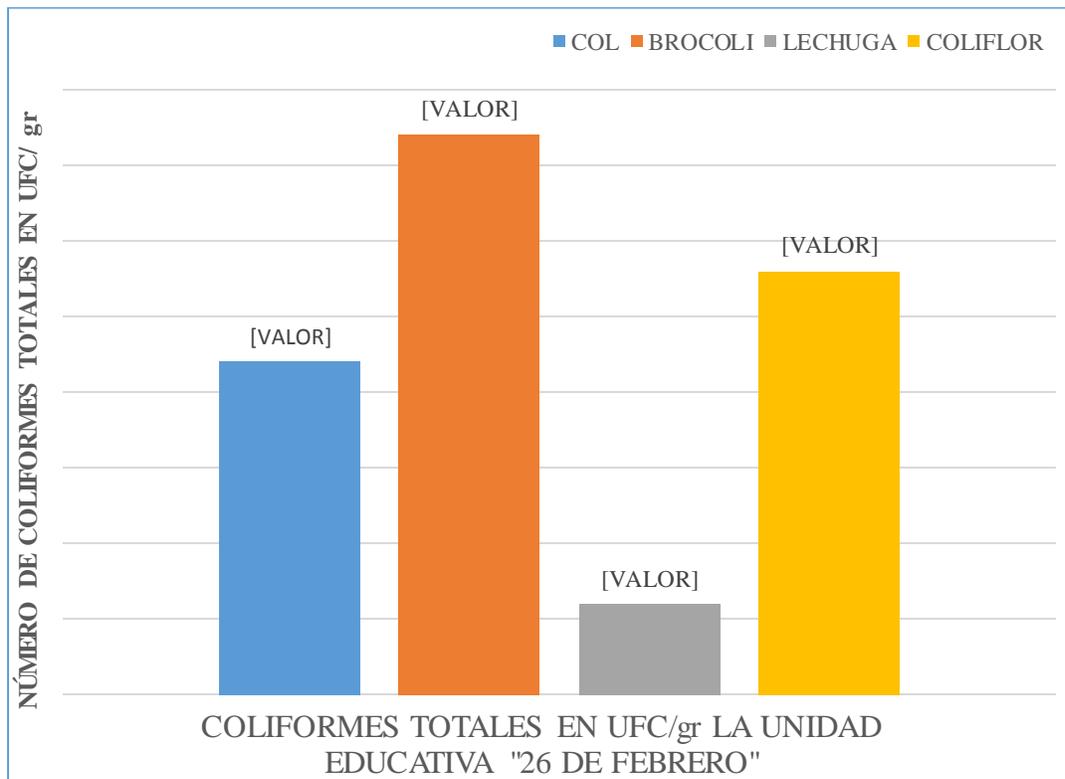


Figura. 30 Coliformes Totales en la Unidad Educativa "26 de Febrero"

Fuente: Autor(es)

Unidad Educativa “Ciudad de Paute”

Especie	Código	Colonias en UFC	Número de Coliformes Totales en UFC/ gr
COL	CPC1T1	40	400
BROCOLI	CPB1T1	20	200
LECHUGA	CPL1T1	50	500
COLIFLOR	CPCL1T1	60	600

Tabla 43 Coliformes totales de la Unidad Educativa “Ciudad de Paute”

Fuente: Autor(es)

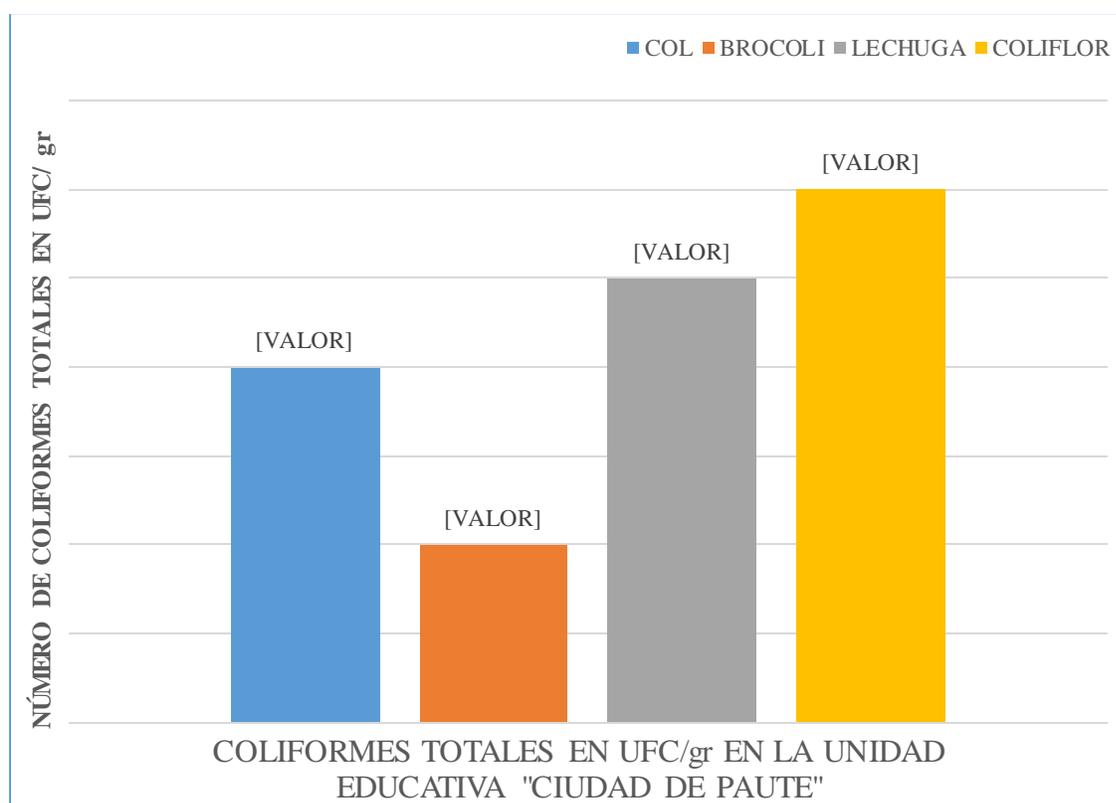


Figura. 31 Coliformes Totales en la Unidad Educativa "Ciudad de Paute"

Fuente: Autor(es)

COLIFORMES TOTALES EN LAS CINCO INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Nombre de la Institución Educativa	Especie	Código	Colonias en UFC	Número de Coliformes Totales en UFC/ gr
ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA PARTICULAR "SAN JOSE DE PAUTE"	Col	SJC1T1	57	570
	Brócoli	SJB1T1	40	400
	Lechuga	SJL1T1	15	150
	Coliflor	SJCL1T1	30	300
ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA "ISIDRO AYORA"	Col	IAC1T1	52	520
	Brócoli	IAB1T1	37	370
	Lechuga	IAL1T1	29	290
	Coliflor	IACL1T1	37	370
UNIDAD EDUCATIVA "AGRONÓMICO SALESIANO" CAMPUS YUGMACAY	Col	ASC1T1	40	400
	Brócoli	ASB1T1	60	600
	Lechuga	ASL1T1	50	500
	Coliflor	ASCL1T1	20	200
UNIDAD EDUCATIVA "CIUDAD DE PAUTE"	Col	CPC1T1	32	320
	Brócoli	CPB1T1	95	950
	Lechuga	CPL1T1	35	350
	Coliflor	CPCL1T1	23	230
UNIDAD EDUCATIVA "26 DE FEBRERO"	Col	26FC1T1	22	220
	Brócoli	26FB1T1	28	280
	Lechuga	26FL1T1	6	60
	Coliflor	26FCL1T1	37	370

Tabla 44 Coliformes Totales en las cinco Instituciones Educativas

Fuente: Autor(es)

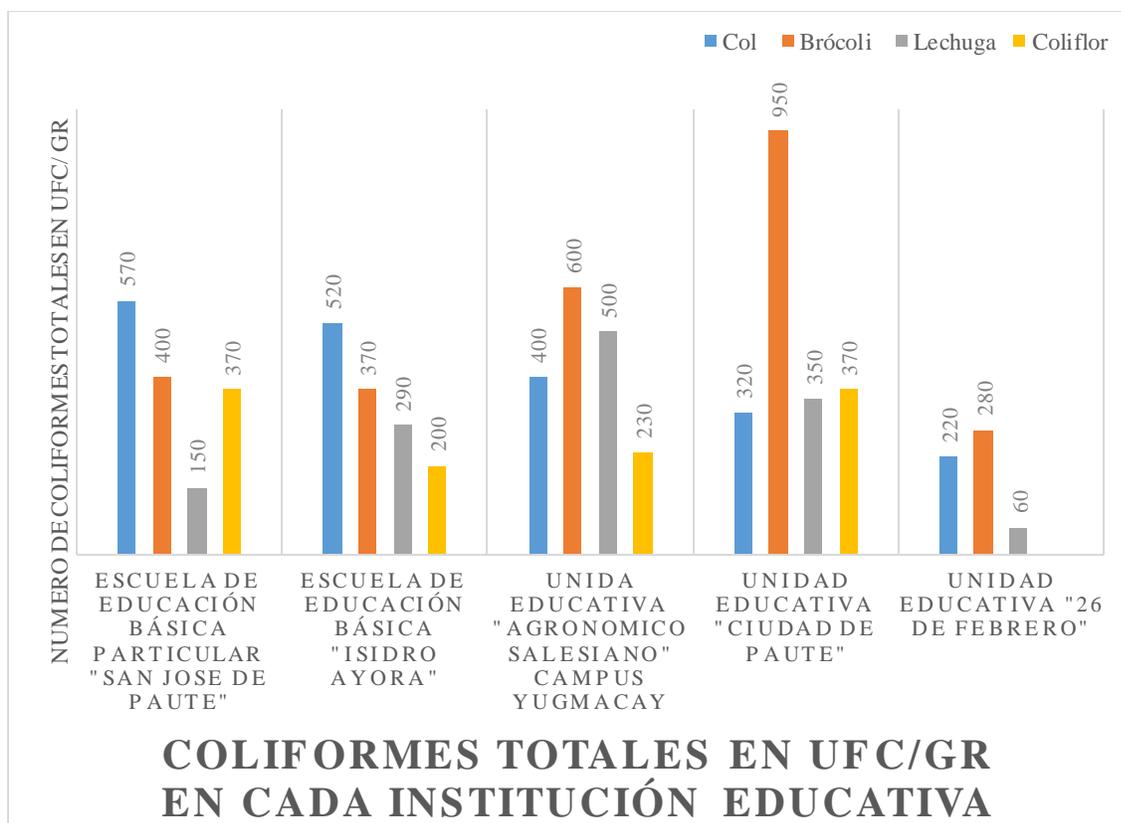


Figura. 32 Coliformes Totales en las 5 Instituciones Educativas

Fuente: Autor(es)

Interpretación: En los análisis no hubo crecimiento de *E. coli* en ninguna de las muestras, de acuerdo a la **Figura 32** se observa que en la Unidad Educativa “Ciudad de Paute” se obtuvo un valor de 950 UFC/gr en la especie brócoli. En la especie col se observa el valor más alto en la Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute” con un valor de 570 UFC/gr. En la lechuga el valor más alto se obtuvo en la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” con un valor de 500 UFC/gr y para la especie coliflor se obtuvo que en la Unidad Educativa “Ciudad de Paute” y en Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute” se obtuvo el valor de 370 UFC/gr en el análisis.

CAPÍTULO 6: DISCUSIÓN

El proyecto de investigación pudo ser ejecutado con la participación de las dos partes; para lo cual se procedió a realizar los convenios de vinculación entre la Universidad Politécnica Salesiana y el Distrito de Educación zonal 6. Una vez aprobados los mismos se realizó la socialización del proyecto con las autoridades de cada Institución Educativa con el fin de determinar la planificación y horarios destinados para las actividades establecidas.

A partir de la planificación se dictaron 4 capacitaciones durante un periodo de 2 meses y medio, las cuales abarcaban los siguientes temas: Ambiente, Recursos Naturales, Contaminación Ambiental, Agricultura Urbana, Manejo de Huertos Urbanos, Abonos orgánicos y Manejo de Plagas, y Manejo y Gestión Integral de los Residuos Sólidos. En este tipo de actividades se interactuaban con los estudiantes para mantener un entorno pedagógico y de igual manera, se ejecutaban en campo los huertos urbanos. Cabe, mencionar que los cultivos se realizaron con ayuda de los estudiantes solamente en tres centros educativos.

Por otro lado, se vio que este proyecto tuvo una gran aceptación por la parte estudiantil ya que por medio de la información dada supieron cómo elaborar un huerto, el manejo ecológico del mismo y los beneficios que aportan con el medio ambiente; llegando a considerarla como una alternativa amigable con planeta dado que todos los recursos naturales se aprovechan durante el ciclo productivo del cultivo.

Por medio de las encuestas realizadas se obtuvo que los estudiantes ven sumamente necesario que se aplique este tipo enseñanzas ya que a través del desarrollo e incremento de “áreas verdes” contribuyen con el cuidado del planeta ya que las plantas son responsables de la reducción de ciertos gases dañinos para el mismo.

Para Gozolbo (2016) la Educación Ambiental y la creación de huertos es algo que se desarrolla conjuntamente, puesto que en la parte de EA se capacita a los estudiantes sobre temas que en su posterioridad facilitarán la realización, cuidado y manejo del huerto ayudando así a mitigar el cambio climático a través del aprovechamiento de la materia orgánica generada por las actividades humanas al transformarla en abono orgánico.

Hernández (2008) plantea que es sumamente importante que dentro de un proyecto de EA se debe abarcar un objetivo en que se trate de cambiar o modificar la conducta que tiene el hombre con respecto al ambiente ya que a través del intercambio de conocimientos entre las partes involucradas se puede desarrollar huertos unifamiliares retomando las prácticas agrícolas ancestrales en las que se aprovechen los recursos naturales renovables.

El procedimiento para la obtención del crecimiento vegetal del cultivo se realizó de forma experimental, a través de la medición semanal de la altura alcanzada por las plantas; la medición se realizó al mes de haber sido sembradas las hortalizas ya que en este transcurso de tiempo las plantas se enraizaron y adaptaron al medio, la medición se realizó consecutivamente durante 8 semanas. Observando que las siguientes 3 variedades de hortalizas obtuvieron la mayor altura en la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora”, siendo éstas la col, el brócoli y la coliflor cuyos valores alcanzados son 31,25cm, 30,17cm y 32,58cm respectivamente, la lechuga que mayor altura presentó fue en la Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute” con 23,25cm. Con respecto al desarrollo de los cultivos, el que presentó mayor crecimiento en forma general fue el de la Escuela de Educación “Isidro Ayora”, seguido del cultivo de la Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”; mientras que el cultivo que presentó menor crecimiento fue el de la Unidad Educativa “Ciudad de Paute”. Ver figura (19).

En el caso de captación de carbono por medio de hortalizas, en la zona urbana del Cantón Paute se captaron $1,1477 \text{ tnCO}_2/\text{m}^2$; siendo el cultivo que mayor cantidad de CO_2 captura el de la Unidad Educativa Agronómico Salesiano con $0,323 \text{ tnCO}_2/\text{m}^2$ seguido por el de la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora” cuyo valor es $0,2302 \text{ tnCO}_2/\text{m}^2$. A nivel de tipos de hortalizas las que mayor cantidad de carbono capturaron en la parte urbana son la col y la lechuga con $0,5418 \text{ tnCO}_2/\text{m}^2$ y $0,2259 \text{ tnCO}_2/\text{m}^2$ respectivamente; en cambio la hortaliza que menos capta es la coliflor con $0,1724 \text{ tnCO}_2/\text{m}^2$.

Para los autores Figueroa, Etchevers, Velásquez, & Acosta (2005); Verhulst & Francois (2015) indican que el carbono se captura por la parte aérea de las plantas por medio del proceso de fotosíntesis, una parte de dióxido de carbono es emitido a la atmósfera por respiración y otra permanece en la parte radicular de la planta y como un residuo de la biomasa aérea. Para determinar que existe secuestro de carbono la tasa de captación debe ser menor a la de liberación de la planta; de este modo, se establece que para el estudio efectuado las especies col y lechuga son las que más capturan carbono, la razón para esto sería porque estas presentan una parte aérea mucho mayor a la de las especies coliflor y brócoli y por este motivo el carbono permanece en estas especies y su tasa de captura es mayor a la de liberación.

Por otra parte, la captación de plomo que se obtuvo en el área urbana de Paute es de $323,74 \text{ mg/Kg}$ de plomo; hallándose como el de mayor captación el cultivo de la Unidad Educativa “Ciudad de Paute” con $92,14 \text{ mg/Kg}$ de plomo siendo consecutivo el de la Unidad Educativa “26 de Febrero” con $83,26 \text{ mg/kg}$ de plomo; sin embargo el que menor nivel de plomo posee es el de la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora” cuyo valor es de $42,33 \text{ mg/Kg}$ de plomo. De igual forma, la variedad de hortaliza que más plomo captura es la coliflor con $123,96 \text{ mg/Kg}$ de plomo y la que menos capta es la col con $46,83 \text{ mg/Kg}$ de plomo.

Según CODEX ALIMENTARIUS (2015) dado por la FAO, indica que el límite permisible para la concentración de plomo en hortalizas de hoja es de 0,3 mg/kg de plomo llegando a la determinación que en la mayoría de las muestras analizadas se sobrepasa el valor máximo indicado por la normativa.

En un estudio realizado por Mora (2017) en el Centro Histórico de la ciudad de Cuenca determina un rango para los niveles de plomo de 49 a 67 mg/Kg con respecto al tipo de especie, siendo este rango inferior al encontrado en el Cantón Paute ya que este va de 46,83 a 132,96 mg/kg de plomo. Por otra parte, comparando el valor global encontrado en el Centro Histórico cuyo valor es de 233,11 mg/Kg de plomo con respecto al hallado en la zona urbana del Cantón Paute que es de 323,74 mg/Kg de plomo se puede decir que Paute posee altos niveles de concentración de plomo, por lo que se considera que estos vegetales no son aptos para el consumo humano.

De la misma manera, los niveles de plomo obtenidos en la matriz suelo se verifica que la Unidad Educativa “26 de Febrero” presenta altos niveles cuyo valor alcanzado es de 365mg/Kg de plomo, al igual la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay con 44mg/Kg de plomo. De acuerdo al TULSMA LIBRO VI ANEXO II DE LA NORMA DE CALIDAD DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS (2015), da como criterio de calidad del suelo para el elemento plomo el valor máximo de 25 mg/Kg. Según lo estipulado por la normativa en estos dos colegios sobrepasa los criterios de calidad del suelo.

Se puede justificar esta problemática a que la planta puede absorber el plomo por dos formas por las raíces (parte radicular) o por las hojas (parte aérea) de este modo se contamina el cultivo a través de las tres matrices aire, suelo y agua. En el caso estudiado se consideran las dos

matrices aire y suelo; puesto que, estos dos factores se analizaron en laboratorio se realizó análisis de suelo y las muestras tomadas de las plantas fueron las aéreas (hojas).

La contaminación atmosférica por plomo se tiene como hipótesis que podría ser por la contaminación en el cantón Paute por el uso extensivo de agroquímicos que se han hecho por muchos años y se sigue practicando. Los primeros plaguicidas tuvieron en su composición plomo, pero este según el autor Aparicio y otros (2015) este se mantiene en el ambiente de forma permanente y estos compuestos al tener tres fases líquida, sólida y gaseosa, contaminan el suelo porque tienen contacto directo con el mismo y llegan a la atmósfera por la volatilidad que presentan y permanecen ahí como contaminante.

En el caso de *coliformes totales* se encontró en una muestra de la especie brócoli perteneciente a la Unidad Educativa “Ciudad de Paute” un valor de 950 UFC/g, con respecto al resto de especies se encontró una col con 570 UFC/g de la Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”, una lechuga con 500 UFC/g en la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay y, por último, la coliflor con 370 UFC/g en la Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute” y Unidad Educativa “Ciudad de Paute”. Según Moragas, Busto, & Begoña (2017) indica que el valor máximo permisible para coliformes en verduras y hortalizas es de 10^2 y 10^4 UFC/gr; llegando a la determinación de que las hortalizas se encuentran dentro de los límites permitidos.

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES

El proyecto de Educación Ambiental implementado en las cinco Instituciones Educativas de la zona urbana del Cantón Paute, fue adaptado al pensum académico y los estudiantes lo recibieron de la mejor manera. Se trabajó durante un periodo de dos meses y medio en el cual se efectuaron capacitaciones sobre: Ambiente, Recursos Naturales, Contaminación Ambiental, Agricultura Urbana y Manejo de Cultivos, Plagas y Enfermedades de los cultivos y se finalizó con el Manejo Integrado de los Residuos Sólidos, y a la par se ejecutaba el trabajo en campo que consistía en la elaboración del huerto urbano en el que se empleó 4 especies vegetales (col, coliflor, lechuga y brócoli).

A partir de las encuestas dirigidas al alumnado se determinó que los centros educativos deberían implementar la Educación Ambiental con un enfoque en Agricultura Urbana y a la vez dar apertura al desarrollo de proyectos que engloben la parte investigativa y el trabajo en conjunto con el fin de adquirir experiencias pedagógicas.

Como una contribución hacia el cambio climático por parte de los centros educativos es que deberían optimizar los espacios y transformarlos en “espacios verdes”, de esta forma se pondría en práctica la Agricultura Urbana y a la vez se contribuye con el ambiente al reducir los gases que provocan el efecto invernadero. A partir del trabajo realizado en campo se obtuvo lo siguiente en laboratorio: Con respecto a la Captura de Carbono en la zona urbana del Cantón Paute se llegó a capturar 1,1477 tn CO₂/m²; siendo el huerto de la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” campus Yugmacay el que mayor cantidad de Carbono captó con 0,323 tn CO₂/m² seguido por el cultivo de la Escuela de Educación Básica “Isidro Ayora” con 0,2302 tn CO₂/m². De acuerdo al tipo de especie vegetal la col y la lechuga son las que absorben más CO₂ cuyos niveles son 0,5418 y 0,2259 tn CO₂/m² respectivamente.

Por medio de los resultados obtenidos acerca de los niveles de plomo presentes en las hortalizas se indica que en la zona urbana del Cantón Paute se logró captar 323,74 mg/Kg, existiendo la mayor concentración de plomo en el huerto de la Unidad Educativa “Ciudad de Paute” cuyo valor es de 92,14 mg/Kg de plomo siéndole consecutivo el cultivo de la Unidad Educativa “26 de Febrero” con 83,26 mg/Kg de plomo. Por otro lado, la especie vegetal que presenta altos niveles de plomo es la coliflor con 132,96 mg/Kg de plomo.

A partir de lo detallado anteriormente, se debe evitar en los Centros Educativos el cultivo de especies destinadas al consumo humano (hortalizas y verduras) puesto que en el estudio se obtuvo que estos bioindicadores presentan altos niveles del contaminante plomo en comparación con lo estipulado por el CODEX ALIMENTARIUS que indica que el límite permisible de este elemento es de 0,03 mg/Kg en vegetales; por lo tanto, es conveniente sembrar especies arbustivas u ornamentales que igualmente aportan a la captura de carbono al ser especies que generan una cantidad de biomasa aérea y otra muerta que se deposita en el suelo.

Así mismo, se puede decir que los altos niveles de plomo encontrados en los vegetales pueden ser a causa de que las cinco instituciones están rodeadas ya sea por invernaderos o viveros en los cuales se utilizan gran cantidad de agroquímicos para el manejo y cuidado de los cultivos.

En la matriz suelo los niveles de plomo que sobrepasan el valor de 25 mg/Kg estipulado por el TULSMA VI ANEXO II DE LA NORMA DE CALIDAD DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS, son el suelo de la Unidad Educativa “26 de Febrero” con 365 mg/Kg y la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” con 44 mg/Kg. Estos niveles se debe a que en el pasado estos suelos fueron ocupados por invernaderos en el primer caso y en el segundo por viveros.

Referente al análisis microbiológico se obtuvo el mayor número de colonias de *coliformes totales* en la Unidad Educativa “Ciudad de Paute” con 950 UFC/g; en las especies vegetales se halló lo siguiente una col con 570 UFC/g de la Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute”, una lechuga con 500 UFC/g en la Unidad Educativa “Agronómico Salesiano” Campus Yugmacay y finalmente, una la coliflor con 370 UFC/g en la Escuela de Educación Básica Particular “San José de Paute” y Unidad Educativa “Ciudad de Paute” por lo que se establece que se encuentran dentro de los límites permisibles, el mismo que es de 10^2 y 10^4 UFC/gr en verduras y hortalizas.

CAPÍTULO 8: BIBLIOGRAFÍA

- ABITIERRA. (2000). Programa de Agricultura Urbana, Cuenca y sus alrededores (Ecuador). Cuenca, Azuay, Ecuador: Concurso de Buenas Prácticas patrocinado por Dubai 2000. Obtenido de <http://habitat.aq.upm.es/dubai/00/bp761.html>
- Agrointegra. (2017). *Guía de Protección Integrada: BRÓCOLI*. Agrointegra.
- Ali, M., & Al-Qahtani, K. (2012). *Assessment of some heavy metals in vegetables, cereals and fruits in Saudi Arabian markets*. Science Direct.
- Alonso de la Paz, F., & Virginia, E. (1997). *La Huerta*. Madrid: Editorial LIBSA.
- Alonso, B. (2010). *Historia de la educación ambiental: "La Educación ambiental en el Siglo XX"*. España.
- Alsina, L. (1972). *Horticultura Especial Tomo I II*. Madrid: Imprenta Aleu.
- Álvarez, P., & Vega, P. (2009). ACTITUDES AMBIENTALES Y CONDUCTAS SOSTENIBLES. IMPLICACIONES PARA LA EDUCACIÓN AMBIENTAL . *Revista de Psicodidáctica* .
- Alvear, M. A. (2016). El diseño interior y el cultivo de alimentos en los departamentos de vivienda. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Amorim, S. (2012). *UM MODELO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE REDES DE HORTAS URBANAS*. Instituto Politécnico de Viana do Castelo .
- Aparicio, V., De Gerónimo, E., Hernández, K., Pérez, D., Portocarrero, R., & Vidal, C. (2015). *Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Avendaño C, W. R. (2013). UN MODELO PEDAGÓGICO PARA LA EDUCACIÓN AMBIENTAL DESDE LA PERSPECTIVA DE LA MODIFICABILIDAD ESTRUCTURAL COGNITIVA. *Revista Luna Azul*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321728584009>
- Baixauli Soria, C., & Maroto, J. V. (2002). *Bróculis, coliflores y coles*. Valencia: Publicaciones CAJAMAR.
- Beraud, M., Bories, G., Boudene, C., Carrera, G., Dehove, R., Derache, P., . . . Rico, A. S. (1986). *Toxicología y Seguridad de los Alimentos*. Barcelona: Ediciones Omega.
- Bravo, F., Del Río, M., Bravo, A., Del Peso, C., & Montero. (2008). *Forest Management Strategies and Carbon Sequestration*. Springer.
- Bravo, F., Fernández, M., Bogino, S., Segur, M., Bravo, A., & Ordoñez, C. (2007). *Bosques y gestión forestal ¿ una solución al cambio climático?* Fundación Gas Natural.

- Burbano, H. (2018). *El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático*. Revista de Ciencias Agrícolas.
- Bustillo, A. (sf). *Las Plagas del Tomate y su control*. Researchgate.
- Bvenura, C., & Afolayan, A. (2011). *Heavy metal contamination of vegetables cultivated in home gardens in the Eastern Cape*. South Africa Journal of Science.
- Calderon, P., & Calderon, L. (s.f.). “*CONCENTRACION DE METALES PESADOS EN HORTALIZAS QUE SE COMERCIALIZAN EN EL MERCADO MODELO DE PIURA*”. Piura: Universidad de Piura.
- Camacho, A., Giles, M., Ortegón, A., Palao, M., & Serrano, B. &. (2009). *Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos*. Mexico: Universidad Autónoma de México.
- Cardona, C., Rodríguez, I., Bueno, J., & Tapia, X. (2005). *Biología y Manejo de la Mosca Blanca Trialeurodes vaporariorum en Habichuela y Fríjol*. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Chango, C. (2018). *Manejo del gusano trozador (Agrotis ipsilon) en lechuga (Lactuca sativa L.) a partir de extractos de dos variedades de ají (Capsicum annuum)*. Ambato : Universidad Técnica de Ambato.
- Corona, I. (2005). *Plagas que dañan el girasol*. Saltillo : Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".
- Corpoica Regional 3. (1999). *Manejo de la mosca blanca, Bemisia tabaco (Homoptera : Aleyrodidae) en el cultivo del tomate en el norte del Cesar*. Valledupur: Corpoica Regional 3.
- Covarrubias, S., & Peña, J. (2016). *CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR METALES PESADOS EN MÉXICO: PROBLEMÁTICA Y ESTRATEGIAS DE FITORREMEDIACIÓN*. Mexico: Universidad Autónoma de México.
- Cruz, M. (2016). *Agricultura urbana en América Latina y el Caribe Casos concretos desde la mirada del buen vivir*. : Friedrich Ebert Stiftung.
- Cuadros, T. (2016). *El cambio climático y sus implicaciones en la salud humana*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Cuellar, M., & Morales, F. (2006). *La mosca blanca Bemisia tabaci (Gennadius) como plaga y vectora de virus en fríjol común (Phaseolus vulgaris L.)*. Revista Colombiana de Entomología.
- De la Peña, V. (2014). *Evaluación de la concentración de plomo y cadmio en suelo superficial de parques y plazas públicas, en tres municipios del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México*. Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León.

- Delgado, M., Rivera, Y., Torres, J., Corral, A., & Flores, J. &. (2017). *Determinación de cadmio, cromo, plomo y arsénico en suelos superficiales urbanos de Ciudad Juárez, Chihuahua, México*. Juárez: UACJ Revistas Electrónicas.
- Durán, A., González, I., Mora, D., & Vargas, G. (2016). *EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA EN LOS SISTEMAS HORTÍCOLAS, VALLE CENTRAL COSTA RICA*. Agronomía Costarricense.
- Ecoagricultor. (2013). *Manual de Agricultura Urbana*. Ecoagricultor.
- EL UNIVERSO. (8 de marzo de 2015). *Huertos aportan al ambiente y a la economía de la familia*.
- Erazo, N. (2012). *Agricultura Urbana como alternativa de planificación sostenible del medio ambiente urbano de la ciudad de Loja*. Loja, Ecuador.
- Fernández, J. (2016). *Agricultura Urbana y su aporte contra el efecto invernadero en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Tesis de Grado*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Figuerola, C., Etchevers, J., Velásquez, A., & Acosta, M. (2005). *CONCENTRACIÓN DE CARBONO EN DIFERENTES TIPOS DE VEGETACIÓN DE LA SIERRA NORTE DE OAXACA*. Oaxaca: Redalyc.
- Figuerola, E., Muñoz, S., Cano, L., Cambrollé, J., Figuerola, T., Gallego, B., . . . Figuerola, M. (2017). *Los sumideros naturales de dióxido de carbono para una nueva economía regional*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Flores, R. C. (2013). Diálogos entre la pedagogía y la educación ambiental. *Revista Educación y Desarrollo Social*.
- Gabellone, C., Larsen, C., & Marrochi, N. (sf). *Efectos de diferentes densidades de bicho bolita Armadillidium vulgare (Crustacea:Isopoda) sobre cultivos de soja y su relación con la simbra directa*. La Plata: Universidad Nacional de la Plata.
- GADM Paute. (Noviembre de 2014). Diagnóstico por componentes e integrado. *Tomo I*. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0160000510001_DIAGN%C3%93STICO_GADM_PAUTE%20FINAL_12-03-2015_09-21-02.pdf
- GADM Paute. (Marzo de 2015). *Propuesta y modelo de gestión: Tomo II*. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0160000510001_PROPUUESTA%20Y%20MODELO%20DE%20GESTION%20PDyOT%20PAUTE_14-03-2015_20-34-58.pdf
- Galarza, J. (2017). *DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE ELEMENTOS CONTAMINANTES Y BACTERIAS PATÓGENAS PRESENTES EN UN SISTEMA DE AGRICULTURA URBANA COMPUESTO POR HORTALIZAS*,

IMPLEMENTADO EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA.

- Gallardo, J., & Merino, A. (2007). *El ciclo del carbono y la dinámica de los sistemas forestales*. Fundación Gas Natural.
- García, A., Laurín, M., Llosá, J., González, V., Sanz, M., & Porcuna, J. (2008). *CONTRIBUCIÓN DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA A LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN COMPARACIÓN CON LA AGRICULTURA CONVENCIONAL*. Murcia: Revistas Científicas de la Universidad de Murcia.
- García, C., Moreno, J., Hernández, T., & Polo, A. (2002). *Metales pesados y sus implicaciones en la calidad del suelo*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Digital. CSIC.
- García, N. (2006). *Contaminación Ambiental*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- González, M. d. (1 de mayo de 1996). Principales tendencias y modelos de la Educación Ambiental en el sistema escolar. *Revista Iberoamericana de Educación Número 11 - Educación Ambiental: Teoría y Práctica*.
- Gozolbo, E. (2016). Huerto Ecológico como recurso y contexto para la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales en formación inicial de maestros/as de Infantil. *Universidad de Valladolid*.
- Greenwood, P. (2000). *Huerta Orgánica*. Buenos Aires: Editorial Albatros.
- Hernández, E. (2008). LOS HUERTOS DIDÁCTICOS: RECURSO DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL FOMENTO DE LA SOSTENIBILIDAD. *Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid*.
- Hernández, L. (2006). *La Agricultura Urbana y Caracterización de sus Sistemas Productivos y Sociales como vía para la Seguridad Alimentaria en Nuestras Ciudades*. La Habana: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- Herrera, A. (2009). Impacto de la agricultura urbana en Cuba. *Novedades en Población*. Obtenido de <http://www.novpob.uh.cu/index.php/NovPob/article/viewFile/118/151>
- Hoyos, M., & Guerrero, A. (2013). *BIOACUMULACIÓN DE PLOMO Y CADMIO EN Brassica oleracea SUBSP. CAPITATA (L.) METZG. Y Raphanus sativus L*. Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo.
- Hu, B., Teng, Y., Zhang, Y., & Zhu, C. (2018). *Review: The projected hydrologic cycle under the scenario of 936 ppmb CO2 in 2100*. Springer.
- INEC. (2012). *Índice Verde Urbano*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Verde_Urbano/Presentacion_Indice%20Verde%20Urbano%20-%202012.pdf

- Intawongse, M., & Dean, J. (2006). *Uptake of heavy metals by vegetable plants grown on contaminated soil and their bioavailability in the human gastrointestinal tract*. Newcastle: Taylor & Francis.
- IPCC, G. I. (2014). *Cambio Climático, Informe de Síntesis*. Ginebra: IPCC, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- Jiménez, M. J., Yebra, Á., & Guerrero, F. (2015). Las bases de la Educación Ambiental. *Iniciación a la investigación: Revista Electrónica- Universidad de Jaén*.
- K, R., Fowler, S., & Scott, E. (sf). *Estudios oceánicos mundiales, el efecto de invernadero, y el cambio climático: Investigación de sus interrelaciones*. International Atomic Energy Agency, IAEA.
- Landeta, A. (2009). *Producción de Biomasa y Fijación de Carbono en Plantaciones de Teca (Tectona Grandis Linn F.) en la ESPOL Campus "Ing Gustavo Galindo"*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Lara, A. (2008). *Agricultura Urbana en Bogotá: Implicaciones en la Construcción de una Ciudad Sostenible*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Larrea, J., Rojas, M., Rojas, N., & Pérez, M. (2012). *Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura*. La Habana: Revista CENIC Ciencias Biológicas.
- Macedo, B., & Salgado, C. (2007). Educación ambiental y educación para el desarrollo sostenible en América Latina . *Forum de Sostenibilidad*, 29-37.
- Macías, F. (2004). *SUMIDEROS DE CARBONO PARA EL FORZAMIENTO CLIMÁTICO ANTROPOCENO. UNA VISIÓN DE ALTERNATIVAS DE ACTUACIÓN DESDE LA CIENCIA DEL SUELO*.
- MAE. (2017). Estrategia Nacional de Educación Ambiental 2017-2030. 8-9. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/11/5-Estrategia-Nacional-de-Educacio%CC%81n-Ambiental.pdf>
- MAE. (2018). Estrategia Nacional de Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible 2017 – 2030. *Pirmera Edición*. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/07/ENEA-ESTRATEGIA.pdf>
- MAE; MEC. (2006). *PLAN NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA LA EDUCACIÓN BÁSICA Y EL BACHILLERATO (2006-2016)*. Obtenido de <https://www.oei.es/historico/decada/PlanEducacion.pdf>
- Margenat, A. M. (2018). *Dynamics of chemical microcontaminants in peri-urban agriculture and evaluation of their potential impact on crops and human health*. Barcelona: Universidad de Cataluña.

- Martín-Chilevet, J. (2010). *Ciclo del carbono y clima: la perspectiva geológica*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Martínez, R. (2010). La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual. *Revista Electrónica Educare Vol. XIV*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194114419010>
- Matínez, J., Pérez, D., & Espíndola, C. (2014). *CARACTERIZACIÓN DE ISOPODOS TERRESTRES (CRUSTACEA: ISOPODA) Y SU IMPACTO EN CULTIVOS HORTÍCOLAS DE BOYACÁ*. *Revista de Ciencias Agrícolas*.
- Mayer, M. (1998). EDUCACIÓN AMBIENTAL: DE LA ACCIÓN A LA INVESTIGACIÓN. *Enseñanza de las ciencias : revista de investigación y experiencias didácticas*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11162/166877>
- Mejías, A. (2014). *Contribución de los huertos urbanos a la salud*. Sevilla: Revistas Científicas de la Universidad de Sevilla.
- Mendoza, M. P. (2005). *Estudio de metales pesados en suelos bajo cultivos hortícolas de la provincia de Castellón*. Valencia.
- Milian, L. (2015). *INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO EN EL SECUESTRO DE CARBONO. BIOCHAR, UNA ESTRATEGIA POTENCIAL*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Ministerio del Ambiente de Perú. (2014). *Guía Para el Muestreo de Suelos*. Lima: Ministerio del Ambiente de Perú.
- Mohammed, S., & Grafoor, M. (2011). *Determination of Larval Instars of Black Cutworm Agrotis ipsilon (Hufnagel) (Lepidoptera, Noctuidae)*. Sulaimani: Horticulture Department, College of Agriculture, Sulaimani University .
- Moncayo, M., Álvarez, V. d., González, G., & Salas, L. &. (2015). *Producción Orgánica de Albahaca en Invernadero en la Comarca Lagunera*. México: Revista Scielo.
- Montero, G., Vignaroli, L., & Lietti, M. (2007). *LA "POLILLA DE LAS COLES" PRINCIPAL PLAGA DE LA COLZA EN EL SUR DE SANTA FE*. Rosario : Universidad Nacional de Rosario .
- 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. *Tesis de Grado*, 98.
- Moragas, M., Busto, P., & Begoña, M. (2017). *NORMAS MICROBIOLÓGICAS DE LOS ALIMENTOS Y ASIMILADOS (superficies, aguas diferentes de consumo, aire, subproductos) OTROS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE INTERÉS SANITARIO*. Bilbao: Departamento de Sanidad Gobierno Vasco.

- Morales, F. (2006). *Manejo integrado de enfermedades de plantas causadas por virus transmitidos por moscas blancas*. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical .
- Moré, M. (2013). LA EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA, EDUCACIÓN PRIMARIA. *Atenas Revista Científico Pedagógica*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/4780/478048960002/>
- Moreno, A., Outerelo, R., Ruiz, E., Aguirre, J., Almodóvar, A., Alonso, J., & Benito, J. (2012). *Estudio y diversidad de los Artópodos Crustáceos*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Moreno, E. A. (2017). ¿EDUCACION AMBIENTAL O PEDAGOGÍA AMBIENTAL? doi:10.17227/01212494.7pys17.20
- Novo, M. (2009). La educación ambiental: una genuina educación para el desarrollo sostenible.
- Núñez, A., Martínez, S., Moreno, S., & Cárdenas, M. (2008). *Determinación de metales pesados (aluminio, plomo, cadmio y níquel) en rábano (Raphanus sativus L.), brócoli (Brassica oleracea L. var. italica) y calabacín (Cucurbita pepo L. var. italica)*. Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Olivares, N., Morán, A., & Gúzman, A. (2017). *Manejo de plagas en repollo, tomate y lechuga*. Intituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Oltra, C., & Marín, R. (2012). *Los retos para la adaptación al cambio climático en entornos urbanos*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación, F. (2015). *CODEX ALIMENTARIUS*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación - FAO.
- Oriundo, F., & Robles, J. (2009). *Determinación de Plomo en suelos debido a la contaminación por fábricas aledañas al asentamiento humano cultura y progreso del distrito de Ñaña-Chaclacayo*. Lima: Universidad Mayor de San Marcos.
- Ortega, J. (2006). Educación Ambiental Formación para el ahorro de la energía eléctrica . *Proyecto para el Colegio Adventista del Atlántico Max Trummer*.
- Ortega, J., & Vélez, A. (2013). *Determinación de Coliformes totales y E. Coli en muestras de lechuga expendida en cuatro mercados de la ciudad de Cuenca*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Ortiz, L. F. (2010). *Cultivo Ecológico de Hortalizas*. Bogotá: LEXUS.
- Ortiz, M., MedinaRaúl, Valdivia, R., Ortiz, A., Alvarado, S., & Rodríguez, R. (2010). *Mosquitas blancas plaga primaria de hortalizas en Nayarit*. Nayarit: Universidad Autónoma de Nayarit.

- Ortolo, M. (2017). *Air pollution risk assessment on urban agriculture*. Wageningen: Wageningen University Research.
- Pardos, J. (2010). *Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global*. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria .
- Paz, L. S., Avendaño, W. R., & Parada-Trujillo, A. E. (2014). DESARROLLO CONCEPTUAL DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN EL CONTEXTO COLOMBIANO. *Luna Azul ISSN 1909-2474*.
- Paz, Luisa S.; Avendaño, William R.; Parada-Trujillo, Abad E. (2014). DESARROLLO CONCEPTUAL DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN EL CONTEXTO COLOMBIANO. *Luna Azul*.
- Perdomo, G., & Violeta, B. (2011). MODELO PEDAGÓGICO PARA LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LOS LICEOS BOLIVARIANOS . *REVISTA CIENTÍFICA DIGITAL DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS GERENCIALES (BARQUISIMETO - VENEZUELA)* .
- Perera, S., & Trujillo, L. (2013). *La pollila de la col* . Tenerife: Cabildo de Tenerife.
- Pilco, M., & Viera, G. (Septiembre de 2014). “DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE BIORREMOCIÓN DE METALES PESADOS CON CIANOBACTERIA *Nostoc spp.*, DE LOS PÁRAMOS ANDINOS: PAPALLACTA, PINTAG Y GUAMOTE; CASO: EFLUENTE DE CURTIEMBRE, TOTORAS-AMBATO” . Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- Pinzón, H. (2012). *Manual Para el Cultivo de Hortalizas*. Bogotá: PRODUMEDIOS.
- Piñuela, G. (2012). *DISEÑO DE UN PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA ALUMNOS DE 4º CURSO DE EDUCACIÓN PRIMARIA* .
- Power, P. (2009). *El calentamiento global y las emisiones de carbono*. Lima: Universidad de Lima.
- Quintana, R. (2017). La educación ambiental y su importancia en la relación sustentable: Hombre-Naturaleza-Territorio. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*. doi:10.11600/1692715x.1520929042016
- Ramírez, J., & Lacasaña, M. (2001). *Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición*.
- Ramos, M., Vidal, L., Vilardey, S., & Saavedra, L. (2007). *ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA (COLIFORMES TOTALES Y FECALES) EN LA BAHÍA DE SANTA MARTA, CARIBE COLOMBIANO*. Scielo .
- Rengifo, B. A., Quitiaquez, L., & Mora, F. J. (2012). *LA EDUCACION AMBIENTAL UNA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA QUE CONTRIBUYE A LA SOLUCION DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN COLOMBIA* .

- Reyes, Y., Vergara, I., Torres, O., Díaz-Lagos, M., & González, E. (2016). *CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS: IMPLICACIONES EN SALUD, AMBIENTE Y SEGURIDAD ALIMENTARIA*. Bogotá: Revista de Ingeniería Investigación y Desarrollo.
- Rivera, M., Rodríguez, C., & López, J. (2009). *Contaminación fecal en hortalizas que se expenden en mercados de la ciudad de Cajamarca, Perú*. Cajamarca: Revista Perú Médico .
- Rodríguez, A., & Proaño, I. (2016). *Quito Siembra: Agricultura Urbana*. Quito: Alcaldía de Quito .
- Rodríguez, J., Rodríguez, H., & Lira, D. (2006). *CAPACIDAD DE SEIS ESPECIES VEGETALES PARA ACUMULAR PLOMO EN SUELOS CONTAMINADOS*. Revista Fitotecnia Mexicana.
- Rodríguez, M., & Mance, H. (2009). *Cambio Climático: lo que está en juego*. Bogotá: Foro Nacional Ambiental.
- Rodríguez, J. F. (15 de Octubre de 2016). La Agricultura urbana: una práctica sostenible para las ciudades modernas. *LA CONSERVACIÓN: La academia en la comunidad*.
- Saluso, A. (2016). *BICHO BOLITA, PLAGA EMERGENTE DE SIEMBRA*. Buenos Aires: Sitio Argentino de Producción Animal.
- Sauvé, L. (2005). *UNA CARTOGRAFÍA DE CORRIENTES EN EDUCACIÓN AMBIENTAL . Educação ambiental - Pesquisa e desafios*.
- Segura, J. (2016). *Miranda, Huerta Segura mas Restaurante*. Zinacantepec: Universidad del Medio Ambiente.
- Shalisko, V., & Vásquez, A. (2013). *Captura de carbono en ecosistemas forestales de San Andrés*. Jalisco: Researchgate.
- Urbana, R. d. (2001). *Revista de Agricultura Urbana*. Leusden : Resource Centres on Urban Agriculture and Food Security.
- Valarezo, O., Cañarte, E., Navarrete, B., Guerrero, J., & Arias, B. (2008). *Diagnóstico de la "mosca blanca" en Ecuador*. Quito: Revista La Granja.
- Van den Bosch, M., & Mendoza, G. (2017). *Impacto ambiental de la aplicación de plaguicidas en siete modelos socio-productivos hortícolas del Cinturón Verde de Mendoza*. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo.
- Vanoli, C. (sf). *Albahaca y Tomate*. Buenos Aires: Estación Experimental Agropecuaria Bordenave.
- Vélez, A., & Ortega, J. (2013). *Determinación de Coliformes Totales y E. Coli en Muestras de Lechuga Expendidas en Cuatro Mercados de la Ciudad de Cuenca*. Cuenca: Universidad de Cuenca.

- Verhulst, N., & Francois, I. (2015). *Captura de carbono en el suelo: Entre el mito y la realidad del agricultor*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT.
- Walters, E. (2015). Sembrando el cambio: Agroecología cuencana y paradigmas del desarrollo. Independent Study Project (ISP) Collection. 2267. Obtenido de https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/2267
- Webb, S., Niño, A., & Smith, H. (2017). *Manejo de Insectos en Crucíferas (Cultivos de Coles) (Brócoli, Repollo, Coliflor, Col, Col Rizada, Mostaza, Rábano, Nabos*. Miami : Gainesville.
- Winckler, R. (2011). *Vigilancia de los Riesgos Microbianos en la Producción de Alimentos Frescos*. Mexico: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Irapuato .
- Yeshiwas, Y., & Tadele, E. (2017). *Review on Heavy Metal Contamination in Vegetables Grown in Ethiopia and Its Economic Welfare Implications* . Debre Markos: Journal of Biology, Agriculture and Healthcare.
- Yeshiwas, Y., & Tadele, E. (2017). *Review on Heavy Metal Contamination in Vegetables Grown in Ethiopia and Its Economic Welfare Implications*. Debre Markos: International Knowledge Sharing Platform.
- Zaar, M.-H. (15 de Octubre de 2011). AGRICULTURA URBANA: ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE SU ORIGEN E IMPORTANCIA ACTUAL. *REVISTA BIBLIOGRÁFICA DE GEOGRAFÍA Y CIENCIAS SOCIALES, XVI*. Obtenido de <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-944.htm>
- Zamora, E. (2016). *EL CULTIVO DEL BROCOLI*. Sonora: Universidad de Sonora.

CAPÍTULO 9: ANEXOS

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS LABORATORIOS UTPL					
A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS						
FECHA DEL INFORME:	20/06/2019 INFORME Nro.: 219V002					
B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE						
NOMBRE:	Jessica Lucía Leon Avecillas					
DIRECCIÓN:	Paute					
TELÉFONO:	0967776182 E-MAIL: jleonv@est.ups.edu.ec					
C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS						
DESCRIPCIÓN:	Lectura de plomo en muestras de vegetales					
FECHA DE RECEPCIÓN:	29/04/2019					
D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO						
CÓDIGO DE MUESTRA	DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
		INICIO	FIN			
T1 - L1 - Ciu Pau	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	6.55
T2- L2 - Ciu Pau	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	6.95
T3- L3 - Ciu Pau	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	43.5
CI-T1 Agr.s	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
CI - T2 Ciu Pau	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	39
CI - T3 26 Feb	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
CI-T4- 15. Ay	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	7.5
CI T5 S.J	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	18.4
T1 - L1 - 15.Ay	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	6.7
T2 - L2 15.Ay	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	12.2
T3 - L3 -15 Ay	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	6.75
T1 - B1- S.J	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	10.85
T1 - C1 S.J	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	25.15
T1 - C2 S-J	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	15.95
T3 - C3 S-J	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
T1 - C1 Ciu Pau	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	25.1
T2 - C2 Ciu Pau	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
T3 - C3 Ciu Pau	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	34.1
T2 - CI2 26 Feb	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	46
T1 - C1 26 Feb	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	65.5
T1 - L1 S.J	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	16.3
T1 - B1 Ciu Pau	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	11.65
T2 - B2 - Ciu Pau	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
T3 - B3 - Ciu Pau	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	15.35
T2 - C2 26 Feb	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
T1 - C1 26 Feb	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	18.7
T3 - C3 26 Feb	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
T1 - CI1 Ciu Pau	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	114.5
T2 - CI2 Ciu Pau	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	18.75
T3 - CI3 Ciu Pau	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
T2 - CI2 S.J	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	14.35
T3 - CI3 S-J	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	18.7
T1 - CI1 S.J	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	41.35
T3 - L3 S.J	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	12.1
T1 - L1 26 Feb	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	12
T3 - CI3 26 Feb	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
T2 - L2 26 Feb	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	11.5
T2 - L2 S.J	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
T2 - B2 26 Feb	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	19.35
T1 - CI1 - 15. Ay	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	35
T2 - CI2 15. Ay	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	14.15

T3 - C13 IS.Ay	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
T1 - C1 IS.Ay	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	13.1
T2 - C2 IS.Ay	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
T3 - C3 IS.Ay	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	10
T1 - B1 IS.Ay	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	13.1
T2 - B2 IS.Ay	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	7.5
T3 - B3 IS.Ay	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	8.5
T2 - B2 S.J	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	9.5
T3 - B3 S.J	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	20.5
T3 - B3 26 Feb	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
T1 - B1 26 Feb	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	42.8
T3 - L3 26 Feb	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	34
T2 - B2 Agr.s	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	16.45
T2 - L2 Agr.s	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	43.85
T2 - C12 Agr.s	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	16.45
T1 - C11 Agr.s	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	14.2
T3 - B3 Agr.s	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	11.65
T1 - B1 Agr.s	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	17.25
T2 - C2 Agr.s	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
T1 - C1 Agr.s	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
T1 - L1 Agr.s	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	15.1
T3 - C3 Agr.s	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
T3 - L3 Agr.s	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
T3 - C13 Agr.s	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
Suelo 1 San Jose	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
Suelo 2 Isidro Ayora	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
Suelo 3 26 febrero	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	365
Suelo 4 Ciu. Pcu.	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	0
Suelo 5 Agro. Saleciana	Plomo	29/04/2019	12/6/2019	LUTPL-Pb-ABS-022	mg/Kg	44

E. OBSERVACIONES

El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).

F. GLOSARIO

mg/Kg: miligramo de Pb por Kg de planta seca, en suelo son miligramos de Pb por Kg de suelo

Lidar Técnico
Mgr. Silvio David Aguilar Ramirez



Técnico Analista
Mgr. James William Calva Torres

-----**FIN DEL INFORME**-----