

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Trabajo Experimental previo a la obtención del título de:

Ingeniero Ambiental

TEMA:

AGRICULTURA URBANA Y SU APORTE CONTRA EL
EFECTO INVERNADERO EN LA UNIVERSIDAD POLITECNICA
SALESIANA SEDE CUENCA

AUTOR:

JOSÉ VICENTE FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

DIRECTOR

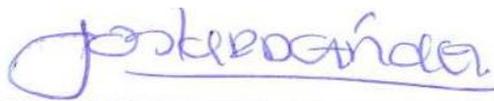
FREDI PORTILLA FARFÁN, PhD

Cuenca, Octubre del 2016

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, José Vicente Fernández Fernández, con documento de identificación N° 0104563440, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de grado intitulado “**Agricultura urbana y su aporte contra el efecto invernadero en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca**”, 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 mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Nombre: José Vicente Fernández Fernández

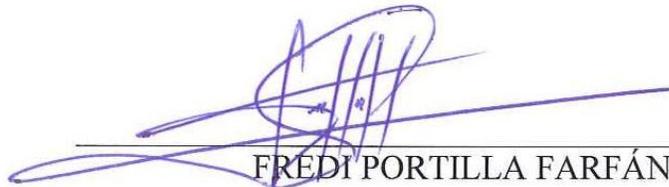
Cédula: 0104563440

Fecha: 08 de Octubre del 2016

CERTIFICACIÓN

Yo, Fredi Portilla Farfán, docente de la Universidad Politécnica Salesiana de la carrera de Ingeniería Ambiental certifico, haber dirigido y revisado prolijamente el Trabajo Experimental intitulado: **“AGRICULTURA URBANA Y SU APOORTE CONTRA EL EFECTO INVERNADERO EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA”** desarrollado por el estudiante: José Vicente Fernández Fernández con CI. 0104563440 y por haber cumplido con todos los requisitos necesarios autorizo su presentación.

Cuenca, Octubre del 2016

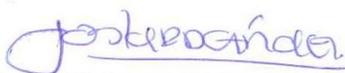


FREDI PORTILLA FARFÁN, PhD
DIRECTOR DE TRABAJO EXPERIMENTAL

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, José Vicente Fernández Fernández, declaro que los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de mi exclusiva responsabilidad y autorizo a la Universidad Politécnica Salesiana el uso de la misma con fines académicos. A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Cuenca, Octubre del 2016



JOSE VICENTE FERNANDEZ FERNANDEZ
C.I: 0104563440

AGRADECIMIENTOS

Al Padre Celestial que con su amor infinito me ha dotado de grandes bendiciones en esta etapa y en toda mi vida, entre ellas salud, valor, energía, buen ánimo, perseverancia, alegría y determinación para llegar hasta acá. Que me ha hecho entender una vez más que si nos ponemos en sus manos todo es posible, una de sus innumerables bendiciones son la hermosa familia que tengo por la cual me siento sumamente agradecido, ellos hicieron lo que estaba a su alcance para sostener y apoyarme en este tiempo universitario.

Me gustaría en especial agradecer a mi director de tesis y profesor Fredi Portilla Farfán, PhD. que con sus conocimientos, me ha dirigido y apoyado en este trabajo como también en la formación académica, con su valorado desempeño. De la misma manera a todo el conjunto de profesores que se las arreglaron cada año para brindarnos lo mejor de su preparación y experiencias que dan como resultado el presente trabajo y un cúmulo de experiencias y aprendizajes que estoy seguro serán de utilidad para la vida profesional.

Al igual con cada uno de los amigos y compañeros, que hicieron que este tiempo sea agradable, se los lleva en el corazón todos esos esfuerzos de apoyo y ayuda al realizar las tareas, trabajos, y todo tipo de circunstancias que hicieron un excelente período universitario.

DEDICATORIA

A mis amados padres, por todo lo que hacen con el afán de la educación y formación de cada uno de sus hijos.

A mi abuelita que siempre ha estado en constante preocupación, oraciones y apoyo que se volvieron un pilar fundamental en mi vida.

A mi amigo David Israel Ortiz Benavides, que a pesar de su ausencia física, siento que está presente en mi vida; existen inolvidables memorias de su genuina amistad, recordare por siempre que tras cada fracaso, me tengo que “sacudir” y mirar hacia adelante sin desanimarme, siempre con su contagioso ánimo y manera alegre de encarar la vida, sé que este momento hubiera sido igual de especial para ti amigo

BBTO.

RESUMEN

El crecimiento acelerado de las grandes urbes incluyen pérdida de áreas verdes y la reducción en la captación de gases de carbono, impermeabilidad de los suelos, almacenamiento de calor en estructuras y superficies, mayor emisión de contaminantes atmosféricos. Siendo las emisiones de carbono urbanas las responsables del 97% del CO antropogénico. (Ángel *et al.*, 2010). Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Ecuador emite 1,9 toneladas métricas de CO₂ por habitante (Córdova & Maritza, 2013).

La agricultura urbana surge con el fin de influir en la captación de carbono en las ciudades y regular la temperatura de las mismas siendo una efectiva estrategia de gestión ambiental y desarrollo local (FAO 2006). Es por esto que en este proyecto experimental se implementó agricultura urbana mediante la plantación de las siguientes hortalizas: col (*brassica viridis*), brócoli (*Brassica Oleracea Italica*), col morada (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*), coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*), lechuga de hoja y lechuga romana (*Lactuca sativa*), en los espacios verdes de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, dispuestos en bloques al azar utilizando metodologías de análisis microbiológicos, así como espectrofotometría de absorción atómica para la medición de plomo.

Estos límites fueron comparados con la normativa de la Unión Europea, teniendo como resultado que el brócoli y la coliflor presentan mayor concentración con un contenido de

plomo de 1.2 mg/kg. Mediante la aplicación del modelo completamente al azar, se demostró que el cultivo que mayor cantidad de carbono secuestró es la col morada con una media de 161 kg de carbono por parcela. De igual manera el secuestro de dióxido de carbono se evidenció en la col morada y col híbrida, al capturar 592 y 448 kg de CO₂/parcela respectivamente.

Los resultados obtenidos en las instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca denotan que la agricultura urbana es un medio de lucha contra el efecto invernadero, debido a la exuberancia de masa vegetal la cual captura el carbono regulando la temperatura del lugar.

INDICE DE CONTENIDO

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD	III
AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA	V
RESUMEN	VI
INDICE DE CONTENIDO	VIII
INDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XI
INDICE DE GRAFICAS.....	XII
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 PROBLEMA.....	1
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 MARCO TEORICO.....	4
1.3.1 Cambio climático, calentamiento global, y efecto invernadero	4
1.3.2 Cambio climático	6
1.3.3 Islas de calor y el uso de suelo.....	14
1.3.4 Agricultura urbana	18
2. MATERIALES Y MÉTODOS	40
2.1 Implementación y mantenimiento de la huerta	41
2.1.1 Laboreo y abonado.....	41
2.1.2 Siembra	41
2.1.3 Riego.....	43
2.1.4 Manejo de plagas	43
2.2 Incremento de masa vegetal de los cultivos.....	45
2.3 Cálculo de stocks de carbono en vegetación no arbórea.....	46
2.3.1 Carbono (C) y dióxido de carbono (CO ₂) secuestrado por cultivo.....	48

2.2	Análisis microbiológico	49
2.2.1	Recolección y preparación de la muestra de muestra	49
2.2.2.	Recuento de E. coli y Coliformes en placas petrifilmTM	50
2.2.3	Análisis de Salmonella.....	52
2.3	Determinación de la concentración de plomo	54
3.	RESULTADOS.....	54
3.1	Concentración de microorganismos patógenos (E. coli, Coliformes y Salmonella) y plomo de los vegetales cosechados.....	54
•	Concentración de plomo	57
3.2	Análisis de la producción hortícola y su incremento de masa vegetal para captura de carbono.	58
3.2.1	Incremento de masa vegetal.....	58
3.2.2	Secuestro de carbono	59
3.2.3	Secuestro de CO ₂	62
3.3	Medidas de mitigación ambiental al interior de la Universidad Politécnica Salesiana como medida de lucha contra el efecto invernadero.	64
•	Jardines verticales	64
•	Áreas verdes.....	64
•	Edificios verdes.....	65
3.4	Discusión.....	66
4.	CONCLUSIONES	67
5.	RECOMENDACIONES	69
6.	BIBLIOGRAFIA	69
7.	ANEXOS	77
	ANEXO I: PREPARACION DE LA MUESTRA PARA EL ANALISIS MICROBIOLÓGICO	77
	ANEXO II: MARCHA PARA LA DETERMINACION DE SALMONELLA EN VEGETALES	78
	ANEXO III LÍMITES PERMISIBLES DE CONCENTRACION DE METALES PESADOS EN ALIMENTOS (NORMATIVA UNION EUROPEA)	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 requerimiento de riego por tipo de cultivo.....	27
Tabla 2 Especies consideradas dentro de la agricultura urbana.....	29
Tabla 3 Tiempo requerido para la germinación y cosecha	30
Tabla 4 Efecto repelente de plantas hacia algunas plagas.....	32
Tabla 5 Extractos naturales y sus efectos repelentes	33
Tabla 6 Rotación de cultivos en la regulación de plagas	38
Tabla 7 Patógenos causantes de enfermedades alimentarias en hortalizas	39
Tabla 8 Criterios microbiológicos para hortalizas	40
Tabla 9 Datos de cultivo por parcela.....	42
Tabla 10 Número de fumigaciones por cultivo.....	44
Tabla 11 Pesos de las muestras y sub-muestras	47
Tabla 12. Concentración de microorganismos patógenos.....	55
Tabla 13. Concentración de microorganismos patógenos.....	56
Tabla 14 Concentración de Pb en los vegetales	57
Tabla 15 Crecimiento de vegetales por semana.....	58
Tabla 16 Secuestro de carbono por parcela.....	60
Tabla 17 ANOVA secuestro de carbono por especie.....	61
Tabla 18 Prueba de Tukey.....	62
Tabla 19 Secuestro de CO ₂ por especie.....	62
Tabla 20 ANOVA secuestro de CO ₂ por especie.....	63
Tabla 21 Prueba de Tukey.....	64
Tabla 22 Preparación de la muestra para análisis microbiológico.....	77
Tabla 23 Marcha para la determinación de Salmonella	78

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Emisiones de CO2 América Latina y el mundo.....	7
Ilustración 2 Isla de calor Urbana	16
Ilustración 3 Forma de una isla de calor; Santiago de Chile.....	17
Ilustración 4 Bancal.....	25
Ilustración 5 Aporte de nutrientes por tipo de estiércol	26
Ilustración 6 Asociación de cultivos	36
Ilustración 7 Ubicación de la huerta.....	40
Ilustración 8 Distribución de las parcelas	42
Ilustración 9 Distribución de las parcelas	43
Ilustración 10 Método de riego	43
Ilustración 11 Colocación de malla para control de aves.....	45
Ilustración 12 Variables de entrada y salida del Diseño Completamente al Azar.....	49
Ilustración 13 Inoculación de la muestra	51
Ilustración 14 Inoculación de la muestra	51
Ilustración 15 Inoculación de la muestra	52
Ilustración 16 Incubación de la muestra.....	52
Ilustración 17 Incubación de la muestra.....	52

INDICE DE GRAFICAS

Grafica 1 Concentración de Pb	58
Grafica 2 Ecuación lineal del análisis de variables tiempo e incremento de masa vegetal	59
Grafica 3 Secuestro de carbono por cultivo	61
Grafica 4 Secuestro de CO ₂	63

1. INTRODUCCIÓN

1.1 PROBLEMA

De acuerdo con el IPCC(2001), el clima de la Tierra está cambiando y la temperatura mundial de la superficie ha aumentado desde finales del siglo XIX (Ángel, Ramírez, & Domínguez, 2010); siendo esto la principal causa de la desertificación, provocando la migración del campo a la ciudad, producto del deterioro de los recursos naturales en el campo(Rozas, 2003), razón por la cual el clima ha sido importante hilo conductor del asentamiento del ser humano (Pardos Carrión, Espanya, 2010). Es así que en el siglo XX la concentración de la población en las urbes cambio drásticamente de 14% a 50%, y en países desarrollados las cifras se aproximan a 75 y 80% (Naciones Unidas, 2004), con una tasa de crecimiento urbano de 1.8% mayor que la tasa de crecimiento anual de la población de 1%, por lo que el crecimiento urbano avanza con una velocidad casi dos veces superior (Ángel et al., 2010).

El crecimiento acelerado de las grandes urbes incluyen pérdida de áreas verdes y por ende reducción en la captación de gases de carbono, impermeabilidad de los suelos, almacenamiento de calor en estructuras y superficies, mayor emisión de contaminantes atmosféricos como Anhídrido Carbónico, Metano, Óxido Nitroso y principalmente CO₂, siendo las emisiones de carbono urbanas las responsables del 97% del CO antropogénico, de los cuales 60% proviene del transporte y la construcción y 40% del sector industrial (Ángel et al., 2010).

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Ecuador emite 1,9 toneladas métricas de CO₂ por habitante, de estas emisiones el 55.26%

se generan en el sector del transporte, específicamente en el transporte terrestre con un 91,41% en el año 2010 (Córdova & Maritza, 2013), esto producto del incremento del parque automotor del país, de las cuales las ciudades de Guayaquil, Quito y Cuenca conforman el 67% del parque vehicular y el 46% de la población, con un crecimiento aproximado de 40 vehículos livianos/1000 habitantes en 1996 a un promedio de 65 vehículos livianos/mil habitantes. Según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) las provincias con mayor grado de motorización (vehículos livianos/1000 habitantes) son Pichincha 110, Azuay (107) y Tungurahua (87) (Hubenthal, 2010).

Por otro lado el incremento de las urbes contribuye a la pérdida de áreas verdes y por ende a la reducción de captación de los gases emitidos a la atmosfera, es así que Cuenca cuenta con 5,98 metros cuadrados de espacio verde por habitante (Diario El Tiempo de Cuenca, 2015), inferior a lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud, que sugiere tener entre 10 y 12 metros cuadrados por persona, ya que en los sistemas urbanos las áreas verdes expresan más sombra, frescura, refugio a la lluvia, humedad y filtración de aire y mitigan los impactos térmicos al interior de las ciudades en contraposición con las edificaciones que son estructuras que almacenan calor (Oke, 1989; Olgyay, 1998; Huang et al., 2007), lo que puede contribuir sustancialmente al calentamiento del aire urbano o islas de calor (Jáuregui, 2005).

Es así que en estudios recientes realizados en New York, Calgary, Vancouver, Montreal y otras ciudades de Europa y Norte América, muestran que la temperatura urbana es de 4 a 7 °C mayor que la de las áreas rurales vecinas (Makar et al., 2006), en San Juan de Puerto Rico se encontró que la temperatura de la ciudad ha incrementado 0.06°C por año durante los últimos 30 y en Columbia se ha encontrado intensificación y expansión

de la isla de calor desde 1967(Landsberg et al.,1981), convirtiéndose en una amenaza para la salud pública de considerable magnitud ya que en el estudio realizado por Martínez Navarro, Simón-Soria, & López-Abente, (2004) se establece que las altas temperaturas experimentadas en Europa tuvieron un efecto en el incremento de la mortalidad y hospitalizaciones.

Por lo que el incremento de áreas verdes no solo influye positivamente en la captación de carbono de las ciudades sino también favorece a la regulación de temperatura de las mismas, razón por la cual surge la agricultura Urbana como efectiva estrategia de gestión ambiental y desarrollo local, y según informes de la FAO (2006), se estima que unos 800 millones de habitantes de ciudades de todo el mundo participan en esta actividad (Moreno Flores, 2007).

Razón por la cual mediante este proyecto experimental se implementó agricultura urbana en los espacios verdes de la Universidad Politécnica Salesiana lo cual contribuirá en la extensión de masa vegetal, mayor captura de carbono, así como la regulación de la temperatura, y con ello a la lucha eficiente contra el Efecto invernadero, en un periodo de 5 meses.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Implementar agricultura urbana en la Universidad Politécnica Salesiana, como medida de mitigación contra el Efecto invernadero.

1.2.2 Objetivos específicos

- Medir índices de calidad de aire y suelo, en los jardines de la universidad a través de un análisis bromatológico.
- Analizar la producción hortícola y su incremento de masa vegetal para captura de carbono.
- Determinar medidas de mitigación ambiental al interior de la Universidad Politécnica Salesiana como medida de lucha contra el efecto invernadero

1.3 MARCO TEORICO

1.3.1 Cambio climático, calentamiento global, y efecto invernadero

La preocupación actual por cambios en el clima surge debido a que en el último siglo, el ritmo de éstas variaciones se ha acelerado vertiginosamente, a tal grado que afecta ya la vida en el planeta, por lo que es indispensable el estudio de tres conceptos que son relevantes en el estudio de la atmósfera, del clima y en general de la historia de la Tierra: Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático (Caballero, Lozano, & Ortega, 2007).

El Efecto Invernadero hace referencia al proceso natural por medio del cual la atmósfera de la Tierra se calienta, y es un mecanismo que ha existido desde que la Tierra tiene atmósfera y que además permite que nuestro planeta sea un lugar adecuado para que la vida exista en él, sin embargo la actividad humana interviene en el proceso natural del efecto invernadero, reforzándolo y llevándolo a constituirse en una muralla atmosférica impidiendo la salida de calor proveniente del sol, de manera que el volumen de calor que ingresa a la Tierra no vuelve a salir en la cantidad requerida produciéndose una acumulación del mismo, y con ello elevando el promedio de la temperatura de todo el

planeta (Rozas, 2003). El Calentamiento Global, se refiere a la tendencia a incrementar la temperatura global que el planeta ha mostrado durante los últimos 150 años, cuya principal causa es la contaminación humana, en particular la quema de combustibles fósiles como el carbón y el petróleo y la tala de bosques. Finalmente el cambio climático que engloba el concepto anterior, y que incluye a todas las variaciones del clima que han ocurrido durante la historia del planeta y que están asociadas a factores como cambios en la actividad solar, en la circulación oceánica, en la actividad volcánica o geológica y en la composición de la atmósfera (Caballero et al., 2007).

El Calentamiento Global está directamente relacionado con el incremento del CO₂ atmosférico, lo que conlleva a una intensificación del efecto invernadero, ya que mientras más gases de invernadero como el CO₂ se encuentren en la atmósfera terrestre, mayor será la temperatura global del planeta, y mientras menos haya, más fría será la Tierra. De esta manera se usan indistintamente ambos términos, sin embargo mientras el efecto invernadero describe el fenómeno del incremento de temperatura, el calentamiento global se refiere al mecanismo que lo causa, lo que resulta en el Cambio Climático que es un cambio significativo y duradero de los patrones locales o globales del clima, (Caballero et al., 2007).

Es difícil cuantificar en qué proporción el Calentamiento Global es atribuible a causas naturales y qué proporción es atribuible a causas humanas, pero los resultados de modelados climáticos indican que solo tomando en consideración la contribución por actividades humanas es posible explicar la tendencia tan marcada al calentamiento que se observa durante las últimas décadas (Caballero et al., 2007), de lo cual, la misma sociedad

humana con su comportamiento y estilo de vida con un enfoque totalmente economista del medio ambiente provoca el calentamiento del planeta (Rozas, 2003).

1.3.2 Cambio climático

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático o IPCC (Intergovernmental Panel for Climate Change), en su cuarto informe establece que los impactos del cambio climático serán especialmente importantes en las ciudades y en las zonas rurales, esto debido fundamentalmente a la acción antrópica como consecuencia de la emisión de gases de efecto invernadero, provocando un aumento térmico más alto registrado en los últimos 10.000 años, por otro lado este cambio también está atribuido por la presión que el hombre ejerce sobre los recursos naturales, es así que las actividades humanas, en los últimos 50 años, han modificado los ecosistemas con mayor rapidez y amplitud (FAO, 2007a).

La responsabilidad de la emisión de gases de carbono recae sobre la sociedad humana, sin embargo no todos los países conllevan la misma responsabilidad, en esencia los países desarrollados son los principales focos de emisión, ya que el 95% de las emisiones industriales de CO₂ son producidas en el hemisferio norte, siendo EE.UU el principal responsable de la emisión de los gases carbono, con un 25% del total de emisiones (Conde-Álvarez & Saldaña-Zorrilla, 2007).

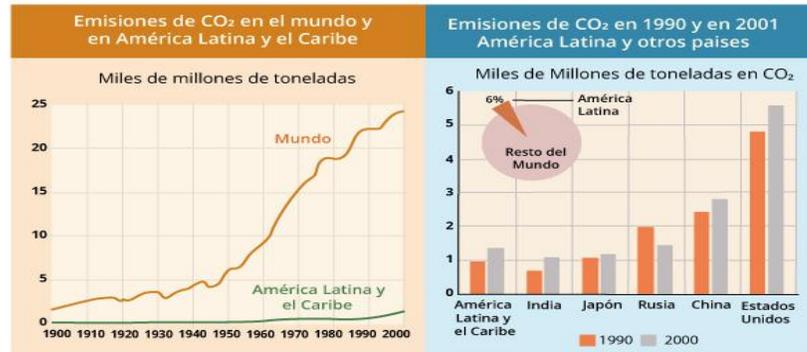


Ilustración 1 Emisiones de CO₂ América Latina y el mundo

Fuente: Proyección de adaptación al cambio climático (PACC), Ministerio del Ambiente-Ecuador 2001

1.3.2.1 Ciudades y cambio climático

En la mayor parte del mundo las ciudades crecen de forma vertiginosa, esto no solo por la evolución de la población mundial sino también como resultado de la migración del campo hacia las grandes urbes, es así que en los países más ricos los ciudadanos representan el 80% de la población, mientras que en países en desarrollo como en América Latina se ha ascendido del 20 y 30% al 80% en tan solo 50 años, como resultado de este crecimiento la población urbana consume las dos terceras partes de la energía y emite el 70 % del CO₂ (Terradas 2011). Razón por la cual las ciudades son las fuentes principales de emisión de gases de efecto invernadero (Fernández García, 2001), además en estas, se concentra más de la mitad de la población lo que conlleva a la reducción de áreas de cobertura vegetal e incrementando del área de construcción, en donde el asfalto y los edificios modifican los balances de radiación entre el suelo y el aire circundante, reduciendo de esta manera la evaporación y velocidad del viento y aumento de la escorrentía superficial, teniendo como consecuencia un efecto sobre el ambiente atmosférico y el clima, por la generación de islas de calor (García, 2007).

Las ciudades por todo lo anterior mencionado, son consideradas como un espacio de alto riesgo, debido a la mala calidad del aire y el estrés térmico y sus efectos en la mortalidad y morbilidad son evidentes, la Agencia Europea para el Medio Ambiente estimaba que en el año 1999 más de 40% de la población estaba potencialmente expuesta a niveles peligrosos de contaminación por NOx en las ciudades de la UE y se aproximó al 30% en PM10 y ozono, además la reciente ola de calor del 2003 dejó más de 1.5000 fallecimientos en Francia y más de 6.000 en España (Parry et al 2007).

Por otro lado el ozono troposférico que es un contaminante de origen fotoquímico, que se forma a partir de las emisiones de óxidos de nitrógeno procedentes de tráfico, puede verse influenciado por las elevadas temperaturas. Un estudio realizado en 15 ciudades de EEUU reveló que este contaminante aumentaría a un ritmo de 2.7 partes por billón (ppb) cada 5 años, hasta el año 2020 y de 4.2 ppb hasta el 2050 (García, 2007)

1.3.2.2 La sociedad y su contribución al cambio climático

La causa principal del calentamiento global, es el efecto invernadero, el cual no es un fenómeno nuevo, sino que es un proceso natural que siempre ha existido, sin embargo la sociedad humana en su dinámica de crecimiento, particularmente en sus mecanismos de industrialización, la modernidad y su exigencia de aumentar el nivel de vida de la población y las sociedades en su afán de consumir sin freno, ha estimulado el efecto invernadero llevándolo a niveles anormales (Rozas, 2003).

Como ya se ha mencionado sobre emisión de gases de efecto invernadero arrojados por las sociedades humanas es la principal causa del calentamiento global, sin embargo es

indispensable ir más allá e intentar llegar a los valores que sustentan el paradigma que actúa como soporte de este proceso (Rozas, 2003).

El primer paradigma denominado **“Economía de Frontera”** está asociado a la tecnología, modernidad y la economía. Este paradigma establece que los recursos naturales son infinitos e inagotables y que el planeta siempre los proveerá, la ciencia en este contexto ha sido usada fundamentalmente no para buscar recursos donde no hay sino para maximizar la obtención de recursos donde si hay, de esta manera se consideran los recursos naturales como una riqueza a explotar con valoración de dinero y poder sin ninguna proyección a su protección (Rozas, 2003).

El segundo paradigma **“Desarrollo Sustentable”** o **“Ecodesarrollo”** el cual hoy día tiene más difusión, plantea fundamentalmente la sustentabilidad, estableciendo que los recursos no deben ser explotados hasta su agotamiento sino en base a un plan moderado que permita mantenerlos en el tiempo, este paradigma hace distinción entre los recursos renovable y no renovables (Llena, F., 2001).

El Tercer paradigma denominado **“Ecología Profunda”** es radicalmente opuesto al primero, plantea un rechazo al crecimiento económico, establece que lo fundamental es el respeto a la vida, sin establecer ninguna jerarquía entre especies, señala que lo ocurrido es un abuso entre especies, donde la superioridad del ser humano le conlleva a la destrucción y muerte de otras especies (Naess, 1997; Merchant, 1995).

1.3.2.3 Cambio climático en Ecuador

Ecuador por su ubicación geográfica y topografía montañosa es vulnerable a los cambios de clima (Primera Comunicación Nacional, Quito, 2000), esta mayor vulnerabilidad a los

riesgos climáticos podría empeorar la gobernabilidad hídrica de Ecuador, siendo la producción agrícola la actividad más afectada debido a las inundaciones y sequías que afecta principalmente a cultivos de plátano, maíz, la soja, y las plantaciones de arroz en los Andes inferiores, el Amazonas, y la región costera (Primera Comunicación Nacional, 2000).

Solamente en Quito, capital del Ecuador ya se está experimentado temperaturas promedio más altas y en algunos casos, extremas, una disminución general en la precipitación, así como también lluvias más frecuentes que causan aluviones y huaicos (Dirección Metropolitana Ambiental y Fondo Ambiental, 2008), afectando la agricultura urbana que ahí se desarrolla, ya que en Quito, la mayor parte de los habitantes pobres, indígenas y migrante practican agricultura urbana para mejorar su nutrición y tener acceso a fuentes de ingresos adicionales (Dubbeling, Campbell, Hoekstra, & van Veenhuizen, 2009).

1.3.2.4 Efectos del cambio climático

Distintos organismos Internacionales como la ONU y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2001), han señalado que la temperatura promedio del aire ha incrementado 0.74°C entre 1906 y 2005 (Conde-Álvarez & Saldaña-Zorrilla, 2007). Al existir un aumento de la temperatura en todo el planeta, este tiene una gran influencia en los casquetes polares que de una u otra forma comienzan a ser impactadas por esta dinámica calórica (Rozas, 2003), y según el informe de la IPCC (2001) sería evidente el aumento del nivel del Mar, que en una apreciación moderada se estima el aumento de 88 cm del nivel del mar para el 2100, lo cual afectaría a muchos

lugares del mundo, M.(2001) señala que prácticamente desaparecerían bajo el agua millones de personas de países en desarrollo (Rozas, 2003).

Por otro lado el calentamiento global trae consigo cambios en los eventos extremos como ciclones, huracanes, sequías, lluvias, enormes inundaciones y ondas de calor, lo cual conlleva a la pérdida de vidas humanas y la incidencia de estos desastres en los sistemas productivos como la agricultura, disminuyendo los alimentos e incrementando la pobreza en países que lamentablemente ya se encontraban en malas condiciones sociales y económicas ya que según cálculos realizados por la IPCC (2001) 65 países en desarrollo para el año 2030 habrán perdido su capacidad para producir 280 millones de toneladas de cereal. A esto se suma las pérdidas económicas atribuidas a los desastres naturales provocados por cambios climáticos, los cuales han ascendido de 4000 millones de dólares anuales en 1950 a 40000 millones de dólares anuales en 1999 (Rozas, 2003).

No solamente las personas se verán afectadas por el aumento de la temperatura del planeta, sino también la flora y fauna es afectada, ya que se han constatado decenas de casos de ecosistemas modificados, desde las regiones polares hasta los mares tropicales, esto incluye el desplazamiento de especies hacia los polos y las alturas, además de la extinción de las especies que no logran adaptarse a estos ecosistemas modificados y según Malcom y Markham (2000) indican que ya se estarían extinguiendo entre 10.000 a 50.000 especies al año. Por otro lado se hace referencia a la expansión de enfermedades transmitidas por mosquitos en las regiones altas de Asia, este de África y América Latina (Rozas, 2003).

Los escenarios futuros proyectan un aumento aproximado de la temperatura de 0.2 °C por década y que para el 2100 la temperatura puede incrementarse entre 1.8 y 4.0 °C, por otro lado se proyecta un aumento del nivel del mar entre 0.18 y 0.59 m y es muy probable

que los extremos de calor y las precipitaciones torrenciales sean más frecuentes (Special Report on missions Scenarios– SRE, 2000), según el Cuarto Informe del IPCC (IPCC-WGII, 2007) se proyecta que el suministro de agua almacenada en los glaciares y en la cubierta de nieve va a declinar, reduciendo la disponibilidad de agua en las regiones dependientes del derretimiento proveniente de sistemas montañosos. Por otro lado las consecuencias del cambio climático en América Latina y el Caribe serán significativas, se estima que la vegetación de las zonas semiáridas será reemplazada por la de tierras áridas, que los bosques tropicales de la parte este de la Amazonia serán reemplazados por sabana, sin embargo los más afectados por estos cambios en el clima son el tercio de la población de América Latina y el Caribe que vive bajo el umbral de la pobreza (Conde-Álvarez & Saldaña-Zorrilla, 2007)

1.3.2.5 Medidas de mitigación mediante la transformación de ciudades.

Terradas (2011) establece que la urbanización es uno de los procesos más rápidos y de mayor importancia del cambio global que el hombre promueve sobre la faz del planeta, razón por la que el rol de las ciudades en términos de mitigación de emisiones, transacciones de créditos de carbono y adaptación a los impactos locales y regionales, es un tema de creciente interés y preocupación (Barton, 2009).

Las medidas de mitigación del cambio climático y sus efectos en las ciudades, están en mayor parte dirigidas a la atenuación de las islas de calor mediante el desarrollo de normativas encaminadas a crear una ciudad menos contaminada, más confortable y más eficiente desde el punto de vista energético y la disminución de las emisiones de contaminantes como medida de mitigación del cambio climático global. Además de la

ampliación y creación de espacio verdes y la búsqueda de nuevos materiales de pavimento y construcción que faciliten una buena ventilación en los espacios urbanos (García, 2007).

1.3.2.6 Cambio climático y agricultura urbana

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) ha destacado al cambio climático como uno de los desafíos principales para las ciudades y a la agricultura urbana como una de las estrategias para la mitigación del mismo (IPCC, 2014), por otro lado la FAO apoya la agricultura urbana y periurbana como una actividad económica reconocida, integrada en las estrategias nacionales y locales de desarrollo agrícola, los programas de alimentación y nutrición y la planificación urbana, además ayuda a los gobiernos nacionales y regionales y a las administraciones urbanas a optimizar sus políticas y servicios de apoyo a la agricultura urbana y periurbana y a mejorar los sistemas de producción, elaboración y comercialización.

En el 5to Simposio de Investigación Urbana realizado en Marsella en junio de 2009 promovió una agenda de investigación sobre el cambio climático desde la perspectiva de una ciudad y mostro como la agricultura urbana puede aumentar la adaptación, contribuir a la seguridad alimentaria en un clima cambiante, y ser un factor en un desarrollo urbano (Dubbeling et al., 2009).

La Fundación RUAF, junto con la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura, el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo, Cosecha Urbana, la Asociación China de Agricultura Urbana y la Oficina de Silvicultura y Agricultura de Nanjing, organizó una sesión llamada “Agricultura Urbana y Periurbana

para Ciudades Resilientes (Verdes, Productivas y Socialmente Inclusivas)” llevada a cabo del 3 al 7 de noviembre de 2008 en Nanjing, China, establece:

- La necesidad de un marco regulador para la agricultura urbana que facilite el desarrollo de una agricultura urbana segura y saludable.
- La importancia de integrar a la agricultura urbana en la planificación de la ciudad del mañana.
- La importancia de las políticas basadas en la acción y orientadas hacia ella, y (por tanto) de un enfoque participativo y multi-actoral para la formulación de políticas.
- La importancia de vincular las políticas municipales con las políticas del gobierno central.
- La necesidad de fortalecer capacidades para la agricultura urbana y temas relacionados, integrándola en los planes de estudios de escuelas, colegios técnicos, y universidades

1.3.3 Islas de calor y el uso de suelo

Las islas de calor se originan por el crecimiento urbano incontrolado y son consideradas como indicadores de degradación ambiental dentro de las ciudades, a escala local como global, que resulta de la sustitución de usos y coberturas de suelos naturales por superficies urbanas, capaces de absorber, almacenar y emitir calor, contribuyendo a la generación de contaminantes fotoquímicos, zonas de convergencia de aire contaminado y discomfort térmico, sobre las áreas con mayor edificación y menor vegetación (Romero Aravena & Molina, 2008)

Bello Fuentes (2009) define el fenómeno de la isla de calor como la modificación que el medio urbano ejerce sobre el clima regional, es decir es el incremento de la temperatura de las áreas urbanas con respecto a sus entornos rurales, en la que el uso del suelo ejerce una relación directa en la distribución espacial de la temperatura (Oucalt, 1972; Clarke y Peterson, 1972; Sampaio, 1981; Adehayo, 1987), por lo que la máxima intensidad de la isla térmica se presenta en zonas con mayores densidades de edificación (Bello Fuentes, 1994). Por otro lado las islas de calor conllevan a una reacción en cadena de otros factores que afectan al bienestar público ya que produce discomfort térmico, y por ende aumenta la ocurrencia de enfermedades, especialmente respiratorias, durante los días más calurosos de verano, es así que en el estudio realizado por Martínez Navarro, Simón-Soria, & López-Abente, (2004) se establece que las altas temperaturas experimentadas en Europa tuvieron un efecto en el incremento de la mortalidad y hospitalizaciones, además incrementa la demanda energética por el uso de sistemas de refrigeración y aire acondicionado (H. Romero & Sarricolea, 2006).

Sin embargo las islas de calor están condicionadas entre otros factores por la topografía de las ciudades, geometría de las calles y la distribución y composición de áreas verdes (H. Romero & Sarricolea, 2006), siendo las áreas verdes y parques urbanos espacios de atenuación de dicho fenómeno, a estos espacios se les denomina islas de frescor (Fuentes, 2009), por lo que la calidad ambiental de las ciudades es proporcional al número y tamaño de sus áreas verdes, debido a que estas proporcionan servicios ambientales tales como protección de acuíferos y control de escurrimiento en las redes interconectadas de drenaje, generación de aire limpio y reciclaje de aire contaminado, sostenimiento de poblaciones vegetales, animales viables, hábitats y zonas de escape para

las especies(Hugo Romero, Toledo, Órdenes, & Vásquez, 2001), entre las estrategias de mitigación de las islas de calor urbanas se encuentra el incremento de la cobertura vegetal (áreas verdes), techos fríos y techos vegetales.

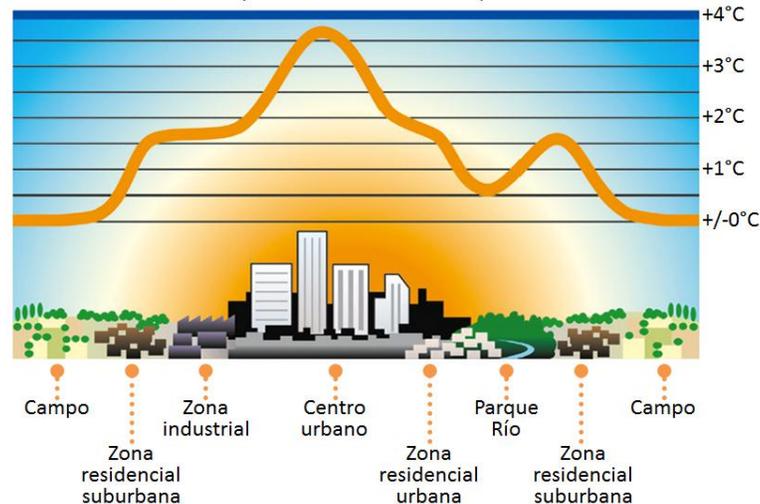


Ilustración 2 Isla de calor Urbana

Fuente: Portal de eficiencia energética y sostenibilidad de arquitectura y edificación, 2007

1.3.3.1 Tipos de islas urbanas de calor

James A. Voogt (2008) establece tres tipos de islas de calor entre ellas se encuentran; Isla de calor de la capa de dosel (ICCD) e isla de calor de la capa de perímetro (ICCP) que se refieren a un calentamiento de la atmósfera urbana, mientras que la Isla de calor de superficie (ICS) se refiere al calor relativo de las superficies urbanas.

1.3.3.2 Características de las islas de calor

La forma espacial de una isla de calor se asemeja a una línea de igual temperatura o isotermas, que sigue la forma de la zona urbanizada rodeada por zonas más frías. La intensidad de una isla de calor es una medida de la fuerza o magnitud de la isla de calor, por la noche la intensidad de la isla de calor de la capa de dosel típicamente se encuentra en un rango

de entre 1° y 3°C, sin embargo dependiendo de los factores de generación de estas islas se han registrado intensidades de hasta 12°C James A. Voogt (2008)

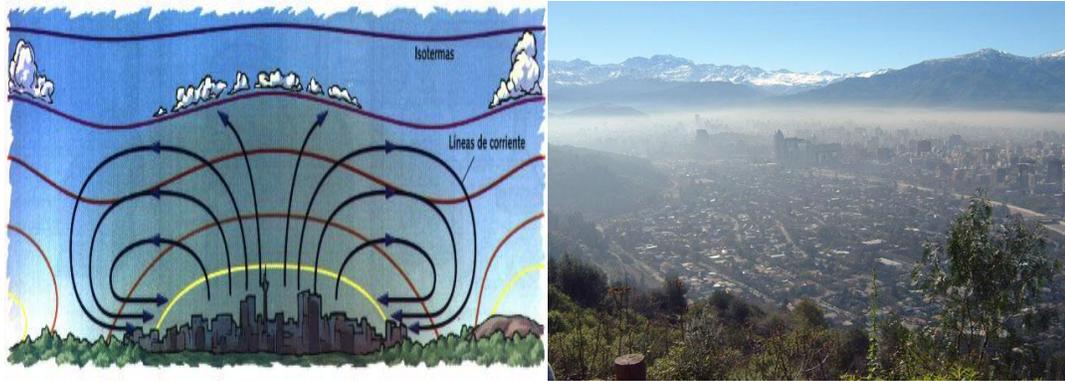


Ilustración 3 Forma de una isla de calor; Santiago de Chile
Fuente: Jesús Lohan (2012)

1.3.3.3 Factores que contribuyen al origen de las islas de calor

El variante de temperatura dentro de las ciudades depende de varios factores meteorológicos, geográficos y constructivos (Correa, De Rosa, Lesino, & LAHV-INCIHUSA-CRICYT-CONICET, 2006).

- **Variables meteorológicas**

El clima, en particular el viento y las nubes, influyen en la formación de islas de calor, OKE (1976) relaciona la velocidad de viento y el desarrollo de la isla de calor urbana esto debido a que a medida que los vientos aumentan, mezclan el aire y reducen la isla de calor, por otro lado las nubes a medida que aumentan reducen el enfriamiento nocturno por radiación, y también reducen la isla de calor (CORREA et al., 2006).

- **Variables geográficas**

Factores como la altitud, topografía presencia de cuerpos de agua modifican considerablemente la radiación solar, el régimen de vientos y la humedad ambiental. Shao

(1997) estudió el impacto de la altitud sobre la temperatura del aire en Nevada, USA en donde demostró que la altitud tiene un considerable efecto sobre la temperatura del aire, es así que la temperatura del aire decrece con la altitud hasta un máximo de 9.8°C cada 1000 m pero más frecuentemente 6.5°C cada 1000m (Tabony,1985).

En cuanto a la topografía, esta es considerada como el factor más importante que origina diferencias en la temperatura del aire durante noches con velocidad de viento menores a 2 m/s y nubosidad menor a 0.5 (Bogren et.al, 1991), es así que pequeñas diferencias en la topografía pueden producir grandes diferencias en la temperatura del aire (Correa *et al.*, 2006).

- **Variables constructivas**

El pavimento de las ciudades afecta la reflexión de los rayos solares y por lo tanto a la radiación que incide sobre la edificación, razón por la cual se acumula el calor y por ende la generación de islas de calor, además la edificación afecta al movimiento del aire especialmente la falta de ingreso nocturno de flujos de aire frío

1.3.4 Agricultura urbana

Desde 1980 los huertos urbanos han ido ganando importancia y surge como potencial plataforma de desarrollo local, mediante la complementariedad entre la recuperación de los recursos del hábitat y la creación de actividades agro-culturales, contribuyendo de esta manera con la soberanía alimentaria, la generación de empleo mejorando la calidad de vida de las personas, educación ambiental, la transformación social y la regeneración urbana(Zaar, 2011).

Es así que según informes de la FAO el agrónomo Makiko Taguchi estima que en el 2006, 800 millones de habitantes de distintas ciudades del mundo participan en la agricultura urbana, siendo la Unión Europea la que se perfila como una potencial estrategia de gestión integral del ambiente urbano, ya que solamente en Londres existían en el 2006, 737 huertos urbanos, 116 granjas urbanas y jardines comunitarios. (Moran Alonso, 2010).

En América Latina y el Caribe, la Habana es considerada como la reina de las ciudades verdes, en donde 90000 personas cultivan en huertos caseros o granjas pecuarias comerciales de la ciudad, suministrando en el 2013 alrededor de 6.700 toneladas de alimentos para casi 300.000 personas en escuelas, centros de salud pública y hospitales. Por otro lado Argentina se encamino a la implementación de la agricultura urbana desde la crisis de 2001, incorporando de esta manera la agricultura urbana en la planificación urbana y circuitos comerciales en donde ya 1800 ciudadanos de Rosario practican la horticultura (Moran Alonso, 2010).

Ecuador, Quito cuenta con 140 huertos comunitarios, 800 huertos familiares y 128 huertos escolares, gracias a un proyecto piloto que tubo inició en el barrio El Panecillo, según recoge la investigación de la FAO (Mundo, 2008).

El manual de agricultura urbana de Guadalajara define agricultura urbana como una “Técnica creada para ciudades; es una forma alternativa de producción y distribución de alimentos que aprovecha los recursos locales disponibles (basura, agua, espacios etc.) para generar productos de autoconsumo”. Por otro lado la FAO define agricultura urbana u horticultura urbana y periurbana a la producción de una gran variedad de cultivos, tales

como fruta, hortalizas, raíces, tubérculos y plantas ornamentales, en las ciudades y los centros urbanos, así como en sus zonas circundantes.

1.3.4.1 Importancia y beneficios de la agricultura urbana

La producción de alimentos dentro de las ciudades así como en la periferia (agricultura periurbana) ha contribuido de manera sustancial al suministro de alimentos, fortalecimiento de la seguridad alimentaria y nutrición y contribuye principalmente a crear ciudades más verdes, mejorando de esta manera el ambiente de las ciudades (FAO 2010)

A. Medio ambiente sano y limpio

La contaminación que se extiende rápidamente en las ciudades plantea una amenaza para la salud pública, esto provocado por la gran cantidad de residuos generados y dispuestos en vertederos sin previa clasificación, la carencia de plantas de tratamiento de aguas residuales y las emisiones provenientes del transporte y las industrias, deteriorando de esta manera los ambientes urbanos (Moreno Flores, 2007), en este contexto la agricultura urbana contribuye al uso de recursos subutilizados y no utilizados tales como terrenos baldíos que generalmente se convierten en vertederos de residuos, además de las practicas orientadas a la reutilización de los desechos mediante el compostaje y el reciclaje de aguas servidas, convirtiéndose en un alternativa de regeneración de las urbes (Ávila Sánchez, 2004).

- **Gestión de Residuos y Recuperación de Suelos (compostaje)**

Según Mougeot (2006), alrededor del 80% de los residuos generados por los habitantes urbanos de los países no desarrollados es de carácter orgánico, lo que puede

ser aprovechado en la agricultura urbana mediante el compostaje que es una técnica de obtención de abono orgánico que aumenta la capacidad productiva del suelo sin recurrir a fertilizantes artificiales de altos costos, se elabora mediante la fermentación de materias orgánicas, lo que lo convierte en una estrategia de gestión de residuos orgánicos urbanos (Moreno Flores, 2007).

- **Gestión y recuperación del agua**

Las aguas residuales adecuadamente tratadas pueden ser utilizadas en la agricultura urbana y periurbana ya que aporta con nitrógeno, fósforo y potasio requeridos para la producción de cultivos agrícolas (Ávila Sánchez, 2004), es así que la agricultura urbana puede aprovechar distintas fuentes de aprovisionamiento de agua para la irrigación de los cultivos, que dependerá principalmente de su calidad (Moreno Flores, 2007)

- **Gestión y recuperación de la biodiversidad**

Con la implementación de la agricultura urbana se favorece a la gestión de la biodiversidad en el ámbito urbano, mediante la asociación de cultivos de distintas especies vegetales, transformando espacios no utilizados en escenarios de paisaje donde se combina el valor estético, productivo, recreativo y ecológico, además de la generación de áreas verdes que conllevan a mejorar la calidad ambiental de las ciudades (Moreno Flores, 2007).

B. Soberanía alimentaria y nutricional

Según la Organización No Gubernamental “La Vía Campesina” se define soberanía alimentaria como el derecho de los pueblos, países y estados a definir sus políticas agropecuarias y de producción de alimentos , es decir permite organizar la producción y

el consumo de alimentos de acuerdo a las necesidades de las comunidades locales (La Vía Campesina, 2012).

La alimentación es el mayor componente del gasto familiar en las ciudades, ya que una familia de bajos ingresos gasta entre el 50 y 60 % de sus ingresos en alimentación, de esta manera la agricultura urbana mejora la condición de vida de las comunidades pobres de las ciudades mediante el cultivo, consumo y venta de los productos agrícolas (Moreno Flores, 2007), por otro lado el acceso a alimentos nutritivos es una dimensión clave de la seguridad alimentaria (FAO,2010)

El Programa de la FAO ejecutado en el 2010 se promueve huertos domésticos, escolares y comunitarios, cultivados por personas pobres que obtienen ingresos de la venta de frutas y hortalizas, es así que Ecuador cuenta con microhuertos de hortalizas en 54 centros para el desarrollo infantil que alimentan a 2 500 niños y obtienen suficientes ganancias de sus ventas para ser autosustentables.

C. Medios de subsistencia y sostenibles

La horticultura urbana y periurbana se ha convertido en una fuente de empleo para centenares de familias. Millones de personas de los 800 millones de personas que se estima que se dedican a la agricultura urbana producen para el mercado y emplean a tiempo completo a otros 150 millones de personas, debido a que la agricultura urbana no requiere de altos costos de implementación, tiene ciclos de producción cortos y un rendimiento elevado por unidad de tiempo, tierra y agua, así como un alto valor comercial (FAO, 2010).

En La Habana, la agricultura urbana contribuye con aproximadamente 117000 empleos, en Hanói suministra ingresos para 150 000 familias de bajos ingresos que representa el 24% de toda las familias. La República Democrática del Congo ha creado unos 40 empleos por hectárea cultivada que benefician indirectamente a unas 330 000 personas.

1.3.4.2 Factores que influyen en los cultivos urbanos

El crecimiento y desarrollo de las plantas dentro de la ciudad difiere con las plantas de campo debido a varios factores como la luz, contaminación ambiental, profundidad del suelo, etc. que de alguna forma influyen en los procesos fisiológicos de los cultivos (Jorge A, 2011).

- Los **rayos solares** es un factor que puede influir negativamente en el crecimiento de las plantas, ya que estas no reciben los requerimientos mínimos de iluminación necesaria por la interferencia de muros , casas o edificios, lo que impide desarrollar el proceso de fotosíntesis, produciendo un alargamiento de tallos y hojas (buscando la luz) los cuales van a ser más débiles y frágiles; además en el caso de hortalizas que producen frutos (ají, tomate, berenjena, etc.) y raíces gruesas (rabanito, zanahoria, nabo, etc.) van a desarrollar mayor cantidad de hojas y un pobre o nulo desarrollo del fruto o raíz (Jorge A, 2011). Para tener una producción medianamente significativa es necesario un mínimo de cuatro horas de sol diarias y entre 7 y 11 horas para buenos rendimientos.
- La **contaminación ambiental** de las ciudades por tráfico intenso o presencia de fábricas, puede retrasar o alterar el crecimiento de las plantas, provocando un

crecimiento lento de las plantas y algunas veces no hay un buen desarrollo de frutos (pocos frutos, frutos pequeños) (Jorge A, 2011).

- La **poca profundidad del suelo** hace que las raíces no crezcan hacia abajo, sino que debido a la poca cantidad de tierra cultivable en el caso de macetas o algunos jardines, ocasiona que estas crezcan en forma horizontal y se enreden entre sí, ocasionando un menor crecimiento de la parte aérea (Jorge A, 2011).
- El **agua potable**, por su contenido de cloro puede afectar a los cultivos, sin embargo se puede dejar reposar el agua durante 24 horas y posteriormente proceder al riego de los cultivos(Ortiz Franco, 2015).

1.3.4.3 Cultivo biointensivo

Un método biointensivo de cultivo se basa en agricultura ecológica a pequeña escala enfocado al autoconsumo y a la mini comercialización, de modo que se mantenga la fertilidad de la tierra mediante la no aplicación de químicos sintéticos como herbicidas, plaguicidas, hormonas, etc. con el único objetivo de una sostenibilidad ecológica a largo plazo y alta eficiencia energética no por el rendimiento de un solo cultivo como el monocultivo sino por el conjunto de productos obtenidos , para lo cual se trabaja con diferentes herramientas como; la combinación y rotación de cultivos, uso de compost y manejo ecológico de plagas (Manual de agricultura urbana, 2012).

1.3.4.3.1 Técnica de cultivo bancal profundo o doble excavación

En un sistema biointensivo de cultivo se utiliza la técnica Bancal Profundo o Doble Excavación, en la cual la tierra se trabaja a una profundidad de 60 cm y no a 20 o 30 cm como se realiza en la agricultura convencional, esto se debe a que las raíces de las plantas se desarrollan en profundidad y no hacia los costados y por ende existe la posibilidad de

sembrar más plantas por unidad de superficie, también en este tipo de sistema las plantas se protegen entre sí, creándose adentro un microclima, en donde la temperatura es termo regulada (Pia, 2005), por otro lado Jhon Jeavons en su libro “Cultivo Biointensivo de los alimentos” destaca que las raíces pueden penetrar y desarrollarse según el grado de compactación del suelo.

La construcción de los bancales debe estar a nivel del terreno con un ancho de 150 cm y una longitud no mayor a los 6 m, con un pasillo entre los bancales de 60 y 70 cm, esta es una excelente opción, especialmente para pequeños espacios, ya que, el bancal profundo permite sacar el máximo rendimiento de pequeños terrenos (Pia, 2005).

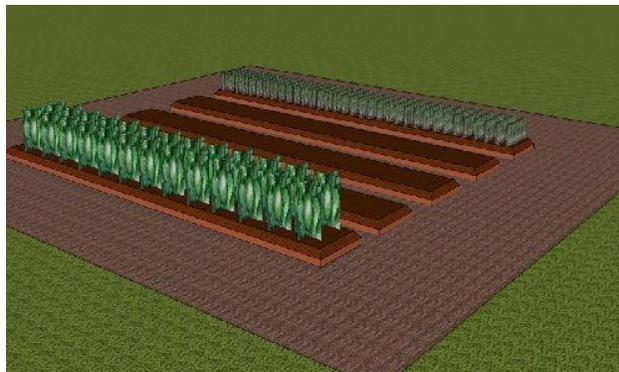


Ilustración 4 Bancal
Fuente: agromatica, 2013

1.3.4.3.2 Laboreo y fertilización del suelo

El laboreo tiene como objetivo airear y desmenuzar la tierra compactada para que las plantas puedan desarrollarse de forma adecuada y eliminar las malas hiervas, por otro lado la fertilización permite aportar a la planta con los macronutrientes como nitrógeno, fosforo y potasio (N, P, K) y micronutrientes como Cobre, Manganeso, Zinc, Boro, Cloro, Molibdeno, Hierro, para lo cual es necesario determinar el grado de fertilidad de suelo y en qué cantidad la planta necesita de estos nutrientes, en este contexto Guillermo

Schnitman en el libro de “ECO AGRO” menciona varias plantas indicadoras de fertilidad entre ellas la Ortiga (*Urtica urens*), que es un indicador del alto contenido de nitrógeno. Otra forma de detectar falta de nutrientes es realizando un análisis de suelo en laboratorio que brinda una información más detallada al productor (Pia, 2005).

Una fuente importante de nutrientes es el estiércol o abonos animales que también aportan de materia orgánica, el contenido de nutrientes depende de varios factores tales como: tipo, edad y alimentación del animal como se muestra en la siguiente ilustración (Pia, 2005).

	N%	P%	K%
VACA	0,70	0,60	0,80
CERDO	0,50	0,40	0,50
OVEJA	1	0,50	0,8
GALLINA	1,5	1,6	0,9
CABALLO	0,6	0,5	0,5
CONEJO	2,68	2,21	0,7

Ilustración 5 Aporte de nutrientes por tipo de estiércol
Fuente: (Pia, 2005)

1.3.4.3.3 Siembra

La siembra se puede realizar de manera directa en el terreno destinado a su futuro crecimiento o sembrar en almacigo (semillero) para su posterior trasplante. En el caso de la siembra directa esta se puede realizar a voleo que consiste en esparcir las semillas con la mano en el terreno, sin embargo la opción más recomendada es la siembra directa sobre surcos a una profundidad que dependerá de la semilla (SMA, 2011).

La siembra en almácigos presenta varias ventajas con respecto a la siembra directa, entre ellas esta; ahorro de semillas y agua, menor desmalezado, mejor aprovechamiento

del espacio en la huerta, etc. debido a que las semillas son sembradas en un cajón de donde obtienen los requerimientos necesarios para su crecimiento y su posterior trasplante, Pia, (2005) en su libro “ “ establece que los almácigos se pueden realizar en cajones de madera (ciprés, pino, álamo, etc.), los cuales son rellenos con una mezcla de 1/3 de arena, 1/3 de compost y 1/3 de suelo medidas en volumen, la arena es requerida en el caso de que el suelo sea arcilloso, caso contrario se utiliza solamente 2/3 de suelo y 1/3 de compost, preferiblemente cernido. Cuando las hojas de las plantas toquen el almácigo se procede al trasplante.

1.3.4.3.4 Riego

El riego es la clave para el éxito de la huerta y consiste en aportar agua al suelo para que la planta tenga el suministro de agua necesario para su crecimiento, la cantidad, frecuencia y horario de los aportes de agua al cultivo depende principalmente de las características del suelo, temporada del año y necesidad hídrica de cada especie (SMA, 2011).

Tabla 1 Requerimiento de riego por tipo de cultivo

POCO RIEGO	RIEGO MODERADO	RIEGO ABUNDANTE
Ajos	Tomate	Coles
Cebollas	Pimiento	Apio
Tomillo	Acelga	Acelga
Orégano	Habas	Alcachofa
Romero	Zanahoria	Puerros
Manzanilla	Remolacha	Calabacines

Fuente: (SMA, 2011).

En cuanto a los sistemas de riego se puede destacar riego por aspersión, goteo y riego manual. El riego manual se lo puede realizar con una regadera en el caso de no tener una suficiente presión del agua, este tipo de riego ayuda con el ahorro de agua ya que no se presenta pérdidas en comparación con el riego por aspersión, ya que solamente se dota de agua donde se necesita, sin embargo en huertas grandes presenta desventaja en cuanto al tiempo requerido para el periodo de riego. En el caso de riego por aspersión se utilizan aspersores que riegan en forma de círculos y nos permite regar grandes superficies e imita la forma de lluvia, sin embargo se riega caminos innecesarios. Por otro lado el riego por goteo o riego gota a gota, es un método de irrigación utilizado en las zonas áridas que permite la utilización óptima de agua (Pia, 2005).

1.3.4.3.5 Productos a cultivar

Para determinar el tipo de cultivo el “Manual de huertos sostenible en casa”, establece que se debe valorar las posibilidades de cultivo, en función de la cantidad de horas de luz que tengamos en cada época del año y del espacio físico disponible (Diputación de Alicante, s.f.). En la siguiente tabla se muestran las especias que se consideran dentro de la agricultura urbana.

Tabla 2 Especies consideradas dentro de la agricultura urbana

PLANTA	FAMILIA	CARACTERÍSTICAS
<p>Col</p> 	Crucíferas	<p>Aquí se incluyen repollos, berzas, lombardas (col morada) y coliflores, la distancia entre planta necesaria es de 40 cm y pueden soportar heladas tardías.</p> <p>El consumo de la col ayuda a eliminar los líquidos acumulados en el cuerpo por lo que resulta eficaz en el tratamiento de obesidad y diabetes, además tiene pocas calorías y alto valor nutritivo.</p>
<p>Lechuga</p> 	Compuestas	<p>Se siembran en semillero y posteriormente deben ser trasplantadas, la temperatura óptima para su desarrollo es de 15-18 °C.</p> <p>La lechuga posee minerales como el magnesio, potasio, calcio, sodio, hierro o selenio, además tiene flavonoides que cuidan el corazón, protegen el hígado, combate los radicales libres y ayuda a regular los niveles de azúcar en sangre.</p>
<p>Zanahoria</p> 	Umbelíferas	<p>Se siembra directamente durante todo el año, evitando meses de frío extremo, el fruto tarda 110 días en desarrollarse.</p> <p>Son muy ricas en fibra, ácido fólico, potasio, calcio, magnesio, vitamina C y A.</p>
<p>Cebollas</p> 	Liliáceas	<p>La cebolla soporta las heladas y se trasplanta a una distancia de 25 cm cada mata. La cebolla al igual que los ajos y puerros constituye uno de los mejores antibióticos naturales y son considerados como medicina para enfermedades respiratorias.</p>
<p>Acelga</p> 	Quenopodiáceas	<p>Es una planta de clima templado que se hiela por debajo de los 6 °C y se siembre directamente.</p> <p>La acelga contiene altas cantidades de vitamina A, que ayuda a fortalecer el sistema inmunológico.</p>

Fuente: (Pia, 2005), (SMA, 2011).

Tabla 3 Tiempo requerido para la germinación y cosecha

Planta	Germinación (días)	Cosecha (días)
Acelga	8 a 10	90-100
Ajo	10	180
Apio	12-30	90-120
Cebolla verde	12-20	120
Lechuga	6-7	70
Cilantro	20-30	45
Perejil	20-30	Floración
Rabano	5-8	30-35
Remolacha	7-10	80-90
Tomate	12-20	90-120
Zanahoria	7-12	90

Fuente: (Diputación de Alicante, s.f 2011.).

1.3.4.3.6 Manejo ecológico de plagas

“ Se habla de plaga cuando un animal, planta o microorganismo, aumenta su densidad poblacional hasta niveles anormales y como consecuencia de ello afecta directa o indirectamente a la especie humana, ya sea porque perjudique su salud, los predios agrícolas, forestales o ganaderos, de los que el ser humano obtiene alimentos, forrajes, textiles, madera” (Brechelt, 2004), razón por la cual hace más de 60 años empezó la comercialización de plaguicidas de síntesis química como una solución efectiva para las plagas, sin embargo a pesar de que se aplican aproximadamente tres millones de toneladas de plaguicidas cada año, las pérdidas de cultivos por ataque de plagas superan el 40%, esto se debe principalmente a que los agroquímicos matan a los predadores naturales o

insectos benéficos, por lo tanto, rompen el equilibrio biológico y aumentan la vulnerabilidad al ataque de plagas (Pia, 2005). Además de los efectos nocivos que se manifiestan sobre el ambiente y la salud de las personas, ya que según la Organización Mundial de la salud cada año se presentan aproximadamente tres millones de casos de intoxicaciones agudas por plaguicidas y 220000 defunciones al año, siendo Centro América la que presenta mayor consumo de plaguicidas con un consumo de 45000 toneladas al año. Rachel Carson en su libro “Silent Spring” (Primavera Silenciosa), hace una advertencia elocuente y urgente sobre los peligros de los plaguicidas sintéticos, de la misma manera Theo Colborn, John Peterson Myers y Dianne Dumanoski escribieron en 1994 “Our Stolen Future”, (Nuestro Futuro Robado) que plantea nuevas interrogantes acerca de las sustancias químicas sintéticas y el futuro de la vida sobre la Tierra (Consuegra, 2004), de lo cual surge el manejo integrado de plagas como una nueva alternativa de control.

Dentro de los huertos urbanos es importante implementar la mayor biodiversidad posible, con el objetivo de conseguir un cultivo equilibrado entre hortalizas, plantas aromáticas y ornamentales, de manera que contribuya a establecer una asociación benéfica que funcione como repelente de posibles plagas y enfermedades. Vázquez Moreno & Fernández González (2013) en su artículo “Manejo agroecológico de plagas y enfermedades en la agricultura urbana: caso de estudio la Habana”, establece que los agricultores realizan diversas prácticas agronómicas de interés fitosanitario, entre ellas se encuentra el diseño espacial de los cultivos, fechas de siembra, rotación de cultivos barreras vivas y plantas repelentes. Dentro de las plantas más utilizadas como barrera viva

se encuentra el maíz y girasol, mientras que la flor de muerto (*Tagetes spp.*), orégano y la albahaca son plantas repelentes de insectos.

Tabla 4 Efecto repelente de plantas hacia algunas plagas

PLANTA	EFEECTO REPELENTE
Ajo, cebolla y puerro	Pulgón y mosca de la zanahoria
Ajaedra de jardín	Pulgón negro de frijol
Albahaca	Mosca y pulgones
Apio	Mariposa blanca de col
Artemisa	Mariposa blanca de col
Borraja	Gusanos del tomate
Caléndula	Mosca blanca, mosca de ganado y nematodos
Capuchina	Pulgones
Eneldo	Mosca blanca de la col
Helecho	Hormigas y babosa
Hierbabuena	Afidios, pijos
Hisopo	Babosas
Menta	Hormigas, pulgas de la tierra y mariposa blanca
Orégano	Hormigas y moscas
Ortiga	Hongos y nematodos
Poleo	Hormigas
Ruda	Moscas y polillas
Zanahoria	Mosca de cebolla

Fuente: Manual de huertos sostenibles, (2010)

- **Extractos de plantas en el control de plantas**

Según Josep Roselló i Oltra, (2003), los extractos de vegetales son productos a base de sustancias producidas por las plantas que pueden reforzar la fortaleza de la planta o repeler o suprimir al patógeno. El reemplazo de insecticidas sintéticos por sustancias vegetales representa una alternativa viable para el control de plagas, esto debido a que en la naturaleza se encuentran varias sustancias activas que correctamente aplicadas, pueden controlar insectos plagas de manera eficiente, sin embargo el control de plagas mediante este método no deja de ser una medida de emergencia que se debe usar con mucha

precaución. El uso de sustancias botánicas para el control de plagas presenta varias ventajas entre ellas; bajo costo de preparación, no tienen efecto residual prolongado en comparación con insecticidas sintéticos, no son venenosos para los mamíferos, de esta manera se pueden encontrar aproximadamente 866 plantas que funcionan como insecticidas (Brechelt, 2004).

Pia (2005) en su libro “Huerta orgánica biointensiva” , de la misma manera que Brechelt (2004) en su manual “ Manejo ecológico de plagas y enfermedades” dan a conocer varios preparados naturales que se podrían utilizar en el control de plagas, de los cuales se destaca:

Tabla 5 Extractos naturales y sus efectos repelentes

PLANTA	PREPARACIÓN	EFECTO REPELENTE	BIBLIOGRAFIA
Ají (<i>Capsicum frutescens</i>) Posee un alto contenido de alcaloides, que tienen efecto insecticida, repelente y antiviral.	Mezclar 100 gr de las frutas maduras secas y molidas con 1 litro de agua. Una parte de este concentrado se puede diluir con 5 partes de una solución agua-jabón.	Larvas de lepidópteros, áfidos y virus	Brechelt (2004)
Papaya (<i>Carica papaya</i>) Las hojas de este árbol contienen enzimas y alcaloides que pueden ser utilizadas como fungicida y nematicida.	Mezclar 2 libras de hojas molidas con 1/8 de pasta de jabón rayado en 1 galón de agua y se deja reposar 2 a 3 horas.	Hongos y nemátodos	Brechelt (2004)

<p>Tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>)</p> <p>El tabaco tiene como principio activo la nicotina que actúa sobre el sistema nervioso de los insectos a través de la respiración, ingesta y contacto. Funciona como insecticida, fungicida, repelente y acaricida.</p>	<p>Hervir 12 onzas de tabaco durante 20 minutos en un galón de agua para 60 litros de insecticida.</p> <p>John Jeavons recomienda en su libro esperar alrededor de 30 días para consumir las plantas tratadas mediante este método</p>	<p>Larvas de lepidópteros y coleópteros(pulgones, gusanos, hormigas)</p>	<p>Brechelt (2004) Pia (2005)</p>
<p>Alcohol de ajo (<i>Allium Sativum</i>)</p>	<p>Picar 4 ó 5 dientes de ajo y se mezclar en 500 cc de alcohol fino y 500 cc de agua. Licuar durante 3 minutos y filtrar con tela o lienzo. Reposar en un lugar frío, ya que el frío potencia su poder insecticida.</p>	<p>Pulgones</p>	<p>Pia (2005)</p>
<p>Piretro (<i>Chrysanthemum cinerariifolium</i>)</p> <p>Las flores contienen piretrina, la sustancia activa, que ya en concentraciones muy bajas es biológicamente activa.</p>	<p>Se mezcla una cucharada sopera de polvo de piretro (flores trituradas) en 0,5 litros de agua, se le agrega un poco de jabón líquido y se deja reposar 30 minutos. Se filtra y se aplica inmediatamente.</p>	<p>Orugas, escarabajos, áfidos, arañuelas, saltahojas, thrips, palomillas.</p>	<p>Brechelt (2004) Pia (2005)</p>

Fuente: Brechelt (2004) Pia (2005)

Elaborado por: Autor

- **Asociación de cultivos**

La asociación de cultivos consiste básicamente en la combinación de cultivos que establezcan una relación benéfica en cuanto a la protección de plagas o el aprovechamiento de recursos como agua, luz solar y nutrientes, los mecanismos de regulación natural que pueden ser estimulados en los policultivos alimento, camuflaje, ambiente de la planta, confusión, repelencia y enemigos naturales, como se puede ver en la siguiente ilustración.

NOMBRE	 ASOCIACIÓN FAVORABLE	 ASOCIACIÓN DESFAVORABLE	NOMBRE	 ASOCIACIÓN FAVORABLE	 ASOCIACIÓN DESFAVORABLE
Acelgas	apio, lechugas, cebollas.	espárragos, puerros, tomates.	Lechugas	remolachas, cebollas, guisantes, repollos, fresas, pepinos, puerro, zanahorias, maíz, patatas.	perejil, apio.
Ajos	fresas, lechugas, remolacha, tomates, zanahorias, nabos, patatas.	guisantes, judías, repollos.	Maíz	pepinos, guisantes, judías, tomates.	remolachas, patatas, apio.
Alcachofas	lechugas, judías, guisantes, rábanos.	patatas.	Nabos	guisantes, judías, espinacas, lechugas, tomates, pepinos, repollos, puerros.	zanahorias.
Apio	repollos, acelgas, judías, pepinos, puerros, tomates.	zanahorias.	Patatas	ajos, repollos, guisantes, habas, rábanos, judías, tomates, apio.	berenjenas, cebollas, maíz, pepinos.
Berenjenas	judías.	patatas.	Pepinos	espárragos, apio, repollos, guisantes, albahaca, maíz, hinojo, judías, lechugas.	patatas, tomates, rábanos.
Calabazas y calabacines	patatas, albahaca, judías, cebollas, maíz, guisantes.	rábanos.	Pimiento	albahaca.	
Cebollas	repollos, fresas, lechugas, pepinos, remolacha, tomates, zanahorias, puerros, espinacas, calabacines, perejil.	guisantes, repollos, patatas, judías.	Puerros	espárragos, apio, espinacas, cebollas, lechugas, fresas, tomates, zanahorias.	remolachas, perejil, repollos, acelgas, guisantes.
Escarolas	fresas, nabos.		Rábanos	espinacas, guisantes, lechugas, puerros, ajos, pepinos, zanahorias, tomates, judías.	repollos, calabazas.
Espárragos	guisantes, puerros, tomates, perejil, lechuga, rábanos, pepinos.	cebollas, remolachas.	Remolachas	apio, cebollas, repollos, lechugas.	judías, espárragos, puerros, zanahorias, tomates, espinacas.
Espinacas	fresas, judías, zanahorias, cebollas, nabos, rábanos, patatas, repollos.	acelgas, remolachas.	Repollos	apio, judías, lechugas, patatas, pepinos, remolacha, tomates, guisantes, puerros.	ajos, hinojo, rábanos, fresas, cebollas.
Fresas	ajos, espinacas, lechugas, cebollas, puerros, tomillo.	repollos.	Tomates	ajos, albahaca, apio, cebollas, repollos, espárragos, puerros, zanahorias, rábanos, patatas, perejil, maíz.	remolachas, hinojo, guisantes, acelgas, pepinos, judías.
Guisantes	espárragos, apio, repollos, lechugas, nabos, patatas, pepinos, rábanos, zanahoria, maíz.	ajos, cebollas, puerros, perejil.	Zanahorias	cebollas, guisantes, judías, lechugas, patata, puerros, puerros, rábanos, perejil, ajos.	remolachas, acelgas.
Habas	espinacas, lechugas, patatas, romero, alcachofas, apio.	ajos, coliflor, puerros.			
Judías de enrame	berenjenas, fresas, patatas, zanahorias, apio, espinacas, lechugas, nabos, rábanos, repollos, maíz.	ajos, hinojos, acelgas, remolachas, cebollas.			

Tabla 1. Asociaciones de cultivo

Ilustración 6 Asociación de cultivos

Fuente: (Área de gobierno de medio ambiente y movilidad de Madrid, 2011)

- **Rotación de cultivos**

Repetir el mismo cultivo en el mismo suelo puede ocasionar perjuicios, esto debido a que cada planta requiere de un tipo y cantidad de nutriente determinado, por lo que estos nutrientes se agotan y afectan al cultivo haciéndolo más vulnerable al ataque de plagas, por otro lado el suelo es habitat para muchos hongos y bacterias causantes de enfermedades, por lo que si se siembra nuevamente el mismo cultivo en el suelo, este posiblemente contraerá la enfermedad (Pia, 2005).

La rotación de cultivos es el método de control de plagas más antiguo ya que crea ambientes menos favorables para el desarrollo de organismos nocivos. En los sistemas de producción orgánicos la rotación de cultivos constituyen la medida principal para el control de malezas, plagas y enfermedades (Lampkin, 1990), esto se debe a que el cambio estacional de la fuente de alimento que es el cultivo produce cambios en la población de los fitófagos e impide que se alcancen niveles poblacionales altos, pues se rompe el ciclo biológico de los diferentes organismos, sin embargo el control de plagas mediante rotación de cultivos depende principalmente del organismo que se requiere regular, ya que si bien es cierto puede resultar en una medida efectiva contra ciertas especies también puede ser totalmente ineficiente en el caso de otras (Consuegra, 2004), en la siguiente tabla se muestran rotaciones de cultivo efectivos para la regulación de plagas.

Tabla 6 Rotación de cultivos en la regulación de plagas

Cultivo principal	Cultivo en rotación	Organismo nocivo	Referencia
Papa	Trigo	<i>Leptinotarse decemlineata</i>	Wright, 1984
Trigo	Barbecho invierno, trigo	<i>Cephus pygmeus</i>	Glebov, 1995
Soya	Maíz	<i>Sternechus subsignatus</i>	Braga da Silva, 1996

Fuente: tomado de (Consuegra, 2004)

1.3.4.4 Microbiota en hortalizas

Cada vegetal cuenta con una microbiota muy diversa, cuyo origen puede ser el suelo donde se cultiva, el agua de riego, el aire, insectos, animales y las actividades humanas. Las hortalizas de hoja que tienen mayor superficie son la que presentan más contaminación debido a que la carga microbiana se focaliza en la parte externa de la planta, lo que representa un problema de salud pública ya que se ha incrementado la frecuencia de brotes de enfermedades gastrointestinales asociados al consumo de frutas y hortalizas, causadas principalmente por *Escherichia coli*, *salmonella*, *Listeria monocytogenes* (Martínez & Villalobos, 2008), en donde las ensaladas pueden constituir una fuente importante de estos patógenos ya que no se someten a procesos mínimos de desinfección de manera que la carga microbiana no se reducen hasta niveles adecuados para su consumo (Osorio, Torres y Sánchez 2011).

Tabla 7 Patógenos causantes de enfermedades alimentarias en hortalizas

PATÓGENO	HORTALIZA
<i>Aeromonas spp.</i>	Brotes de alfalfa, espárrago, brócoli, coliflor, lechuga, pimiento.
<i>Bacillus cereus</i>	Brotes de distintas especies
<i>Escherichia coli</i> <i>0157: H7</i>	Repollo, apio, cilantro, lechuga, brotes de alfalfa
<i>Listeria monocytogenes</i>	Repollo, pepino, repollo cortado, papa, rabanito, ensaladas, tomates y otras hortalizas
<i>Salmonella spp.</i>	Alcaucil, tomate, brotes de alfalfa, coliflor, apio, berenjena, endivias, pimiento, lechuga, rabanito
<i>Clostridium botulinum</i>	Repollo cortado
<i>Shigella spp.</i>	Perejil, hortalizas de hoja, lechuga
<i>Hepatitis A</i>	Lechuga

Citado en: Determinación de microbiológica y de metales pesados en berro expendido en los distintos mercados del distrito metropolitano de Quito (Cabascango, 2016)

En el trabajo “DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y E. COLI EN MUESTRAS DE LECHUGA EXPENDIDAS EN CUATRO MERCADOS DE LA CIUDAD DE CUENCA” realizado por Vélez Bravo & Ortega González, (2013) se especifica que en Ecuador las normas INEN no establecen criterios microbiológicos para verduras y hortalizas, sin embargo se considera como normativa a la Recopilación de Normas Microbiológicas de los Alimentos y Asimilados (superficies, aguas diferentes de consumo, aire, subproductos) y otros Parámetros Físico químicos de interés sanitario de Morangas y De Pablo, (2015)

Los criterios microbiológicos establecidos dentro de esta normativa se mencionan en la siguiente tabla:

Tabla 8 Criterios microbiológicos para hortalizas

MICROORGANISMO	LÍMITES
Aerobios mesófilos	$10^2 - 10^5$ UFC/g
Coliformes	$10^2 - 10^4$ UFC/g
<i>E. coli</i>	$10 - 10^2$ UFC/g
<i>Salmonella</i>	Ausencia/25 g
Mohos y levaduras	Mohos/Levaduras: $10 - 10^4$ UFC/g Mohos: Cepas no toxigénicas

Fuente: Morangas y De Pablo, (2015)

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca cuenta con espacios verdes, los cuales fueron destinados para la implementación de agricultura urbana en donde se llevó a cabo la siembra de col (*brassica viridis*), brócoli (*Brassica Oleracea Italica*), col morada (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*), coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*), lechuga de hoja y lechuga romana (*Lactuca sativa*). Las herramientas utilizadas para el laboreo fueron azadón y pala, mientras que el riego del cultivo se realizó de forma manual con una manguera. Es importante mencionar que el huerto se localizó dentro del parqueadero de la UPS en una superficie de 45 m². A más de esto un factor importante radica en la presencia de los tubos de escape de los automóviles del parqueadero como se puede observar en la imagen.

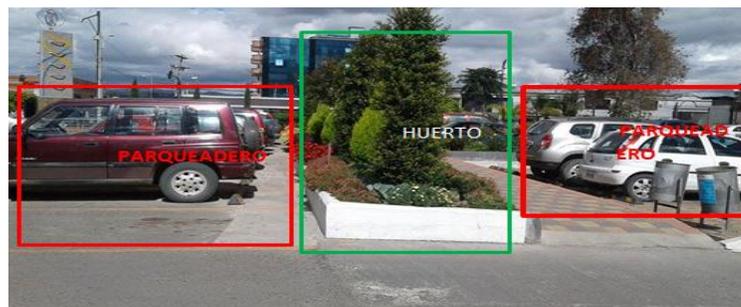


Ilustración 7 Ubicación de la huerta

Fuente: Autor (2016)

2.1 Implementación y mantenimiento de la huerta

2.1.1 Laboreo y abonado

El laboreo o preparación del suelo se realizó con 1 semana de anterioridad para favorecer los procesos biológicos del suelo y de modo que se evite la compactación del suelo, una vez ya realizada la siembra se realizó labores culturales de desmalezado cada 2 semanas para permitir el libre crecimiento de la planta.

La deshierba se llevó a cabo de manera manual y con la ayuda de una azada que es una herramienta utilizada para este fin, sacando las hierbas desde la raíz cuando estas tenían una altura aproximada de 3 a 5 cm de alto.

2.1.2 Siembra

Tanto la col (*brassica viridis*), brócoli (*Brassica Oleracea Italica*), col morada (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*), coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*) y las dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa*), se compraron de semillero o almacigo, y posteriormente fueron trasplantados en el huerto para los cual se realizó orificios en el suelo con la ayuda de una estaca, esta tarea se llevó a cabo en horas de la tarde de modo que la planta se recupere durante la noche y no decaiga con el sol. La técnica de cultivo fue la bancal, en un terreno de 45,5 m² de área (largo 35m, ancho 1,3m), el mismo que se dividió en 12 parcelas de 3 metros de largo y 1,3 m de ancho cada una. En las cuales se sembraron 6 tipos de hortalizas y una repetición por cada uno de ellos.

Tabla 9 Datos de cultivo por parcela

Parcela	Cultivo	N° de plantas por parcela	Distancia entre plantas (cm)	Fecha de siembra	Fecha de cosecha
1 y 7	Col <i>B. oleracea viridis</i>	12	30	13 - 18 de abril 2016	15 de Julio 2016
2 y 8	Lechuga de hoja <i>Lactuca sativa</i>	12	30		14 de Julio de 2016
3 y 9	Coliflor <i>Brassica oleracea var. Botrytis</i>	12	30		11 de Julio 2016
4 y 10	Lechuga Romana <i>Lactuca sativa</i>	12	20		14 de Julio de 2016
5 y 11	Brócoli <i>Brassica Oleracea</i>	12	30		11 de Julio 2016
6 y 12	Col morada <i>Brassica oleracea var. capitata f. rubra</i>	12	30		13 de Julio 2016

Elaborado por: Autor

La huerta estaba rodeada por plantas ornamentales: escancel, manzanillón. Mientras que cada cultivo estaba separado por un árbol ornamental ya sea del género *Cupressus sp* o *Eugenia sp* intercalados; como se puede observar en la siguiente ilustración.



Ilustración 8 Distribución de las parcelas

Elaborado por: Autor



Ilustración 9 Distribución de las parcelas

Elaborado por: Autor

2.1.3 Riego

El método de riego utilizado fue de forma manual con regadera. El agua aplicada para el riego de la huerta fue la potable y el horario de riego establecido fue pasando un día, y dependiendo de las condiciones climáticas de la ciudad de Cuenca.



Ilustración 10 Método de riego

Fuente: Autor

2.1.4 Manejo de plagas

El control de plagas se llevó a cabo mediante la elaboración de un insecticida orgánico a base de ají y tabaco. Según (Ospina, 2012) el ají es considerado como una fruta con características alelopáticas, lo que permite la producción de un insecticida con atributos similares a los de un insecticida químico, por otro lado en el estudio “El uso de biocidas botánicos para el control de plagas en la agricultura urbanas” realizado por

Rodríguez, Monar, & Andrade (2014) se estudió la eficiencia de cinco biocidas orgánicos entre ellos la albahaca, ruda, tabaco, ají y orégano, de lo cual se reportó los biocidas preparados a base de ají y tabaco como los más recomendables, ya que se obtuvieron eficiencias del 195% para cultivos de lechuga y tomate.

Para la elaboración del insecticida orgánico se utilizó 2 litros de agua, 2 ajíes y 1 tabaco. Se procedió a licuar 1 litro de agua con los dos ajíes (incluido las pepas) lo cual se colocó en un recipiente y se adicionó el tabaco, esta mezcla se dejó reposar por 24 horas y se filtró, una vez concluido, se adicionó el 1 litro de agua y se lo aplicó en las plantas.

Tabla 10 Número de fumigaciones por cultivo

Parcela	Cultivo	Fumigaciones por semana
1 y 7	Col	Se aplicó 2 veces por semana.
2 y 8	Lechuga de hoja	Se realizaron dos fumigaciones por semana durante 4 semanas consecutivas.
3 y 9	Coliflor	Se aplicó 1 vez por semana.
4 y 10	Lechuga Romana	Se realizaron dos fumigaciones por semana durante 4 semanas consecutivas.
5 y 11	Brócoli	Se aplicó 1 vez por semana.
6 y 12	Col morada	Se aplicó 2 veces por semana.

Elaborado por: Autor

Uno de los problemas más importantes dentro de nuestra huerta era la presencia de aves que se alimentaban de las plantas, para lo cual se colocó mallas sobre los cultivos con el fin de impedir el paso de las aves y obtener buenos resultados en la producción de hortalizas.



Ilustración 11 Colocación de malla para control de aves

Elaborado por: Autor

3.2 Incremento de masa vegetal de los cultivos

Para el incremento de masa vegetal de los diferentes cultivos se procedió a medir todos los vegetales por semana.

El modelo estadístico aplicado fue el de regresión lineal ya que es un método que permite estudiar la relación entre variables, es decir cuantifica la relación que hay entre una variable dependiente y uno o más variables independientes con el fin de desarrollar una ecuación lineal con fines predictivos (Llivichuzca, 2016). En este caso se estudió la influencia del factor tiempo en el incremento de masa vegetal de los cultivos.

Para determinar la medida de calidad de ajuste del modelo se verificó mediante el coeficiente de determinación R^2 . Por lo tanto mientras mayor sea R^2 mejor es el modelo empleado, de igual manera se verificaron los supuestos de linealidad, independencia, homocedasticidad, normalidad y no colinealidad.

Las hipótesis establecidas para este modelo son:

- H_0 : el factor tiempo no está relacionado con el incremento de masa vegetal
- H_i : el factor tiempo está relacionado con el incremento de masa vegetal

3.3 Cálculo de stocks de carbono en vegetación no arbórea

Toda actividad relacionada con el uso de suelo y la cantidad de biomasa en el mismo, tiene el potencial de alterar la cantidad de carbono almacenado y emitido hacia la atmósfera, lo que influencia directamente en la dinámica del clima de la Tierra, esto debido al intercambio de carbono entre el reservorio terrestre y el atmosférico como resultado de la fotosíntesis, respiración, y de la emisión de gases causada por la acción humana. La fotosíntesis es el proceso mediante el cual las plantas fijan el carbono en la biomasa de la vegetación, y consecuentemente constituyen, junto con sus residuos (madera muerta y hojarasca), un stock natural de carbono (MacRobert, 2009).

En la “Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales” desarrollada por MacRobert (2009) se establece la metodología para la determinación de biomasa en vegetación no arbórea, como plantas herbáceas, arbustivas y gramíneas, en todas las formas de uso del suelo (forestal, agrícola y pasturas), de la misma manera se establece la relación entre BIOMASA-C-CO₂.

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

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

En el desarrollo de este proyecto experimental para la determinación de la biomasa en vegetación no arbórea se basó en la metodología propuesta por MacRobert (2009), para lo cual se cosechó todos los vegetales (con raíz) de las dos parcelas y se pesó (masa fresca de la muestra), posteriormente se procedió a tomar una sub-muestra (masa fresca de la sub-muestra) que se guardó en bolsas plásticas debidamente identificadas, y se transportaron al laboratorio de la UPS, en donde se pesó y seco en un horno-estufa a 60

°C (masa seca de la sub-muestra), hasta obtener un peso constante, de esta manera se obtuvo la relación entre materia seca y húmeda y la cantidad de carbono.

Tabla 11 Pesos de las muestras y sub-muestras

CULTIVO	PARCELA	MFm (kg)	MFs (Kg)	MSs (kg)
Col Híbrida	1	36.000	0.237	0.036
	2	35.880	0.235	0.034
Col Morada	1	28.800	0.150	0.012
	2	29.400	0.152	0.016
Lechuga de Hoja	1	1.499	0.051	0.003
	2	0.433	0.051	0.005
Brócoli	1	9.635	0.210	0.012
	2	5.750	0.220	0.030
Lechuga Romana	1	0.990	0.050	0.004
	2	0.980	0.020	0.003
Coliflor	1	1.495	0.050	0.007
	2	9.688	0.050	0.008

Elaborado por: Autor

- Cálculo de la materia seca de la muestra:

$$MSm = \left(\frac{MF_{submuestra}}{MS_{submuestra}} \right) * MF_{muestra}$$

Dónde:

- MSm= materia seca de la muestra (kg/parcela)
- MFsubmuestra = materia fresca (kg) de la sub-muestra llevada para la determinación de la cantidad de humedad.
- MSsubmuestra = materia seca (kg) de la submuestra llevada para la determinación de la cantidad de humedad.
- MFmuestra = materia fresca de la muestra (kg/ parcela)

- Cálculo de la cantidad de carbono en la muestra de la vegetación no arbórea

$$\Delta C_{\text{muestra}} = MS_{\text{m}} * CF$$

Dónde:

- ΔC_{BN} muestra: Cantidad de carbono en la biomasa de la muestra de vegetación no arbórea (kg C/parcela)
- CF: es la fracción de carbono (kg C /kg MS) determinada en el laboratorio o utilizando el valor padrón del IPCC = 0,5.

3.3.1 Carbono (C) y dióxido de carbono (CO₂) secuestrado por cultivo

Para el análisis de la cantidad de carbono y CO₂ secuestrado por cada cultivo, se utilizó el programa SPSS 2016, mediante el cual se realizaron todos los análisis estadísticos.

Para la determinación del cultivo que secuestra la mayor cantidad de C y CO₂, se planteó un diseño completamente al azar (DCA) que es un modelo lineal que está representado por la siguiente ecuación.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

- Y : Es la respuesta (variable de interés)
- μ : Es la medio general del experimento
- τ_i : Es el efecto de tratamiento
- ϵ_{ij} : Es el error aleatorio asociado a la respuesta

Mediante este modelo se estudió el efecto del tipo de cultivo (variable independiente), que es el factor de entrada con 6 niveles (col híbrida, col morada, lechuga de hoja, coliflor, brócoli, lechuga romana) que actúa sobre la variable dependiente que es la cantidad de carbono secuestrado.

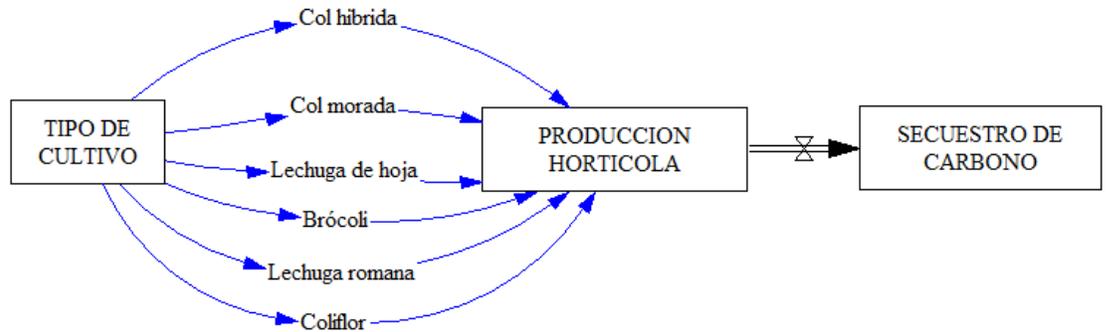


Ilustración 12 Variables de entrada y salida del Diseño Completamente al Azar

Fuente: Autor

Las hipótesis establecidas para este modelo son:

- $H_0 (u_1 = u_2)$: no existe diferencia significativa en la cantidad de C y CO_2 secuestrado por cada cultivo
- $H_i (u_1 \neq u_2)$: existe diferencia significativa en la cantidad de C y CO_2 secuestrado por cada cultivo

2.2 Análisis microbiológico

2.2.1 Recolección y preparación de la muestra de muestra

Se recolectó como muestra una planta por cultivo en una bolsa de Stomacher estéril, y se transportó al laboratorio Ciencias de la Vida de la UPS. El muestreo se llevó a cabo mediante lo establecido en la Norma Mexicana NMX-F-285-1977 “MUESTREO Y TRANSPORTE DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA SU ANALISIS

MICROBIOLÓGICO” (NMX-F-285-1977), mientras que para la preparación de la muestra se implementó lo establecido en la Norma Mexicana NMX-F-286-1992 “PREPARACIÓN Y DILUCIÓN DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS”. La marcha implementada se encuentra en el anexo I.

2.2.2. Recuento de E. coli y Coliformes en placas petrifilmTM

Para el análisis de coliformes y E. coli se usó las placas petrifilm, ya que es un método validado por la Association of Official Analytical Chemist (AOAC INTERNACIONAL)¹. Las Placas PetrifilmTM para el Recuento de E.coli/Coliformes (Placa Petrifilm EC) contienen nutrientes de Bilis Rojo Violeta que es un agente gelificante soluble en agua fría, un indicador de actividad de la glucuronidasa y un indicador que facilita la enumeración de las colonias. El recuento de coliformes y E. coli se llevó a cabo en 2 fases específicas:

A. Preparación de la muestra

A1. Se pesó 25 gr de la muestra, obtenidos de diferentes zonas del producto, con la ayuda de un cuchillo estéril.



A2. Se Agregó 225 ml de agua de peptona al 0.1%



¹ Programa de validación multi-laboratorio para métodos patentados y no patentados, donde se requiere el mayor grado de confianza en la performance del mismo.

A3. Finalmente se licuó durante 1-2 minutos hasta obtener una suspensión completa y homogénea.



B. Inoculación e incubación de la muestra

B1. La placa petrifilm se colocó en una superficie plana, y se levantó la película superior

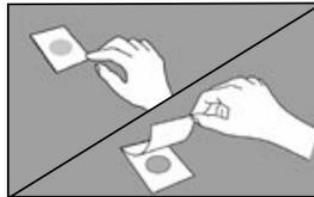


Ilustración 13 Inoculación de la muestra

Fuente: (3M, Guía de interpretación)

B2. Posteriormente con la ayuda de una pipeta estéril se colocó 1 ml de la muestra preparada sobre la superficie (centro) de la placa Petrifilm.

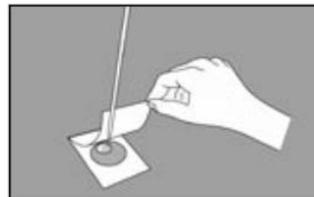


Ilustración 14 Inoculación de la muestra

Fuente: (3M, Guía de interpretación)

B3. Se colocó el esparcidor cubriendo totalmente la muestra de manera que se distribuya el inculo sobre toda el área de la placa.



Ilustración 14 Inoculación de la muestra

Fuente: Autor

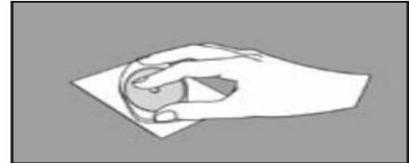


Ilustración 15 Inoculación de la muestra

Fuente: (3M, Guía de interpretación)

B4. Se incubó la muestra 37°C por 24 a 48 horas.

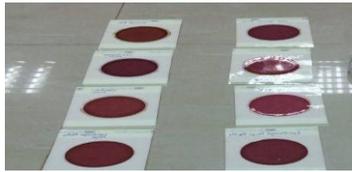


Ilustración 16 Incubación de la muestra

Fuente: Autor

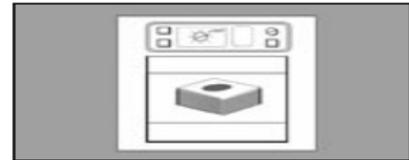


Ilustración 17 Incubación de la muestra

Fuente: (3M, Guía de interpretación)

2.2.3 Análisis de Salmonella

La Salmonella es muy estudiada como patógeno cuando se encuentra en alimentos, por lo que existen diversos protocolos para su aislamiento, sin embargo los principios y las etapas empleadas son similares, el procedimiento se basa generalmente en preenriquecimiento, enriquecimiento selectivo, aislamiento en medios de cultivos selectivos y diferenciales, identificación bioquímica y confirmación serológica de los microorganismos.

Dentro de las Normativa Ecuatoriana para el análisis de Salmonella se encuentra la NTE INEN 1529-15:2009 “Control microbiológico de los alimentos Salmonella” que describe la metodología para la detección de este microorganismo, sin embargo solamente determina la presencia o ausencia de Salmonella. Por lo que dentro de este trabajo experimental se consideró la Norma Mexicana NOM-114-SSA1-1994, “BIENES Y

SERVICIOS. MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE SALMONELLA EN ALIMENTOS”, como la metodología a seguir ya que describe un esquema general que consiste de 5 pasos:

- **Preenriquecimiento**, es el paso donde la muestra es enriquecida en un medio nutritivo no selectivo, que permite restaurar las células de Salmonella dañadas a una condición fisiológica estable, en este caso se utilizó caldo lactosado.
- **Enriquecimiento selectivo**, empleado con el propósito de incrementar las poblaciones de Salmonella e inhibir otros organismos presentes en la muestra, para el enriquecimiento selectivo se usó el medio de cultivo de Simmons y Klingler.
- **Selección en medios sólidos** (aislamiento), en este paso se utilizan medios selectivos que restringen el crecimiento de otros géneros diferentes a Salmonella y permite el reconocimiento visual de colonias sospechosas, para lo cual se usó el medio de cultivo altamente selectivo verde brillante.
- **Identificación bioquímica**, este paso permite la identificación genérica de los cultivos de Salmonella y la eliminación de cultivos sospechosos falsos.
- **Serotipificación**, es una técnica serológica que permite la identificación específica de un cultivo.

La determinación de Salmonella se realizó en el laboratorio “Ciencias de la Vida” de la Universidad Politécnica Salesiana, mediante lo establecido en la Norma Mexicana NOM-114-SSA1-1994, “BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE SALMONELLA EN ALIMENTOS”. La marcha para la determinación de Salmonella se encuentra en el anexo II.

2.3 Determinación de la concentración de plomo

En este proyecto experimental se procedió a la determinación solamente de plomo debido a que la huerta se encuentra dentro del parqueadero de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, la determinación de este metal se realizó al suelo y a los vegetales en el laboratorio mediante espectrofotometría de Absorción Atómica con una longitud de onda de 217 nm, para lo cual la muestra de suelo se digirió mediante refluo con 20 mL de agua regia (HCl + HNO₃) 3:1 por una hora, posteriormente se filtraron y aforaron a 50 mL, mientras que las muestras de los vegetales fueron digeridas con 20 mL de HNO₃ por una hora, posteriormente se filtraron y aforaron a 50 mL.

3. RESULTADOS

3.1 Concentración de microorganismos patógenos (E. coli, Coliformes y Salmonella) y plomo de los vegetales cosechados.

- **Concentración de microorganismos patógenos (E. coli, Coliformes y Salmonella)**

Tabla 12. Concentración de microorganismos patógenos

PARCELA 1		TÉCNICAS UTILIZADAS								
Especie		E. Coli / Coliformes Totales				Pruebas bioquímicas preliminares (Salmonella)		Pruebas bioquímicas Complementarias (Salmonella)		Agar SS
		3M Placas Pitrifilm Placa para el recuento				Lia	Klingler	Citrato de Simmons	R. de Kobac	Identificación
Común	Científico	Etiqueta	Peso (gr)	E. coli/	co totales					
Col Híbrida	<i>Brassica Olerácea Var. Capitata</i>	P1M1Mic	301,66	2	4650 UFC/g	-	-	-	-	0 UFC/g
Col Morada	<i>Brassica Olerácea Var. Capitata f. rubra</i>	P1M1Mic	154,17		0 UFC/g	-	-	-	-	0 UFC/g
Lechuga de Hoja	<i>Lactuca Sativa Var. Logifolia</i>	P1M1Mic	62,2		0 UFC/g	-	-	-	-	0 UFC/g
Brócoli	<i>Brassica Olerácea Var. Italica</i>	P1M1Mic	235		0 UFC/g	-	-	-	-	0 UFC/g
Lechuga Romana	<i>Lactuca Sativa</i>	P1M1Mic	50		0 UFC/g	-	-	-	-	0 UFC/g
Coliflor	<i>Brassica Olerácea Var. Botrytis</i>	P1M1Mic	50		0 UFC/g	-	-	-	-	0 UFC/g

Elaborado por: Autor

Tabla 13. Concentración de microorganismos patógenos

PARCELA 2		TÉCNICAS UTILIZADAS								
Especie		E. Coli / Coliformes Totales				Pruebas bioquímicas preliminares (Salmonella)		Pruebas bioquímicas Complementarias (Salmonella)		Agar SS
		3M Placas Pitrifilm Placa para el recuento								
Común	Científico	Etiqueta	Peso (gr)	E. coli/	co totales	Lia	Klingler	Citrato de Simmons	R. de Kobac	Identificación
Col Híbrida	<i>Brassica Olerácea Var. Capitata</i>	P2M1Mic	249,59		0 UFC/g	-	-	-	-	0 UFC/g
Col Morada	<i>Brassica Olerácea Var. Capitata f. rubra</i>	P2M1Mic	149,61		0 UFC/g	-	-	-	-	0 UFC/g
Lechuga de Hoja	<i>Lactuca Sativa Var. Logifolia</i>	P2M1Mic	51	3	30 UFC/g	-	-	-	-	0 UFC/g
Brócoli	<i>Brassica Olerácea Var. Italica</i>	P2M1Mic	231		0 UFC/g	-	-	-	-	0 UFC/g
Lechuga Romana	<i>Lactuca Sativa</i>	P1M1Mic	20		0 UFC/g	-	-	-	-	0 UFC/g
Coliflor	<i>Brassica Olerácea Var. Botrytis</i>	P1M1Mic	50		0 UFC/g	-	-	-	-	0 UFC/g

Elaborado por: Autor

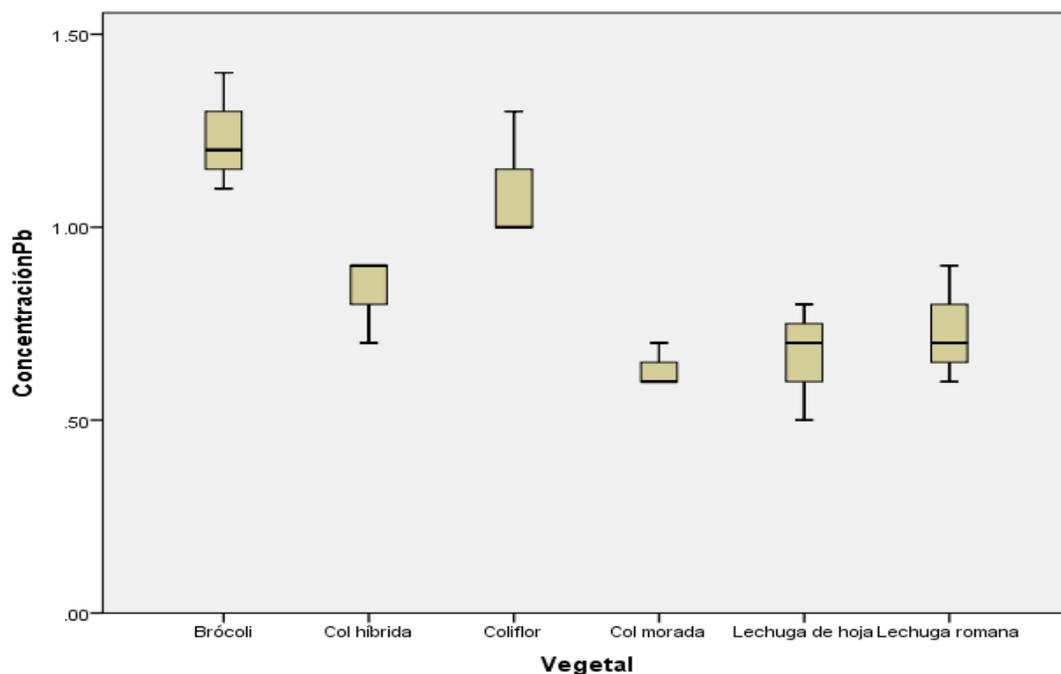
- **Concentración de plomo**

Tabla 14 Concentración de Pb en los vegetales

Muestra	PARCELA 1	PARCELA 2
	Concentración (mg/kg)	Concentración (mg/kg)
Col híbrida	0.9	0.8
	0.9	0.7
	0.7	0.8
Lechuga de hoja	0.7	0.7
	0.5	0.9
	0.8	0.6
Col morada	0.7	0.7
	0.6	0.8
	0.6	0.7
Brócoli	1.4	1.1
	1.2	1.0
	1.1	1.3
Lechuga romana	0.6	0.6
	0.7	0.7
	0.9	0.8
Coliflor	1.0	1.3
	1.3	1.1
	1.0	1.1

Elaborado por: Autor

La concentración de Pb varía de acuerdo al vegetal, ya que como se puede ver en el diagrama de cajas (grafico 1) los vegetales que contienen mayor concentración de Pb son el brócoli y coliflor con una media de 1.2 mg/kg y 1.1 mg/kg respectivamente, mientras que la col morada presenta menor concentración de Pb con una media de 0.63 mg/kg, 0.66 mg/kg para la lechuga de hoja y 0.83 para la col híbrida.



Grafica 1 Concentración de Pb

Elaborado por: Autor

3.2 Análisis de la producción hortícola y su incremento de masa vegetal para captura de carbono.

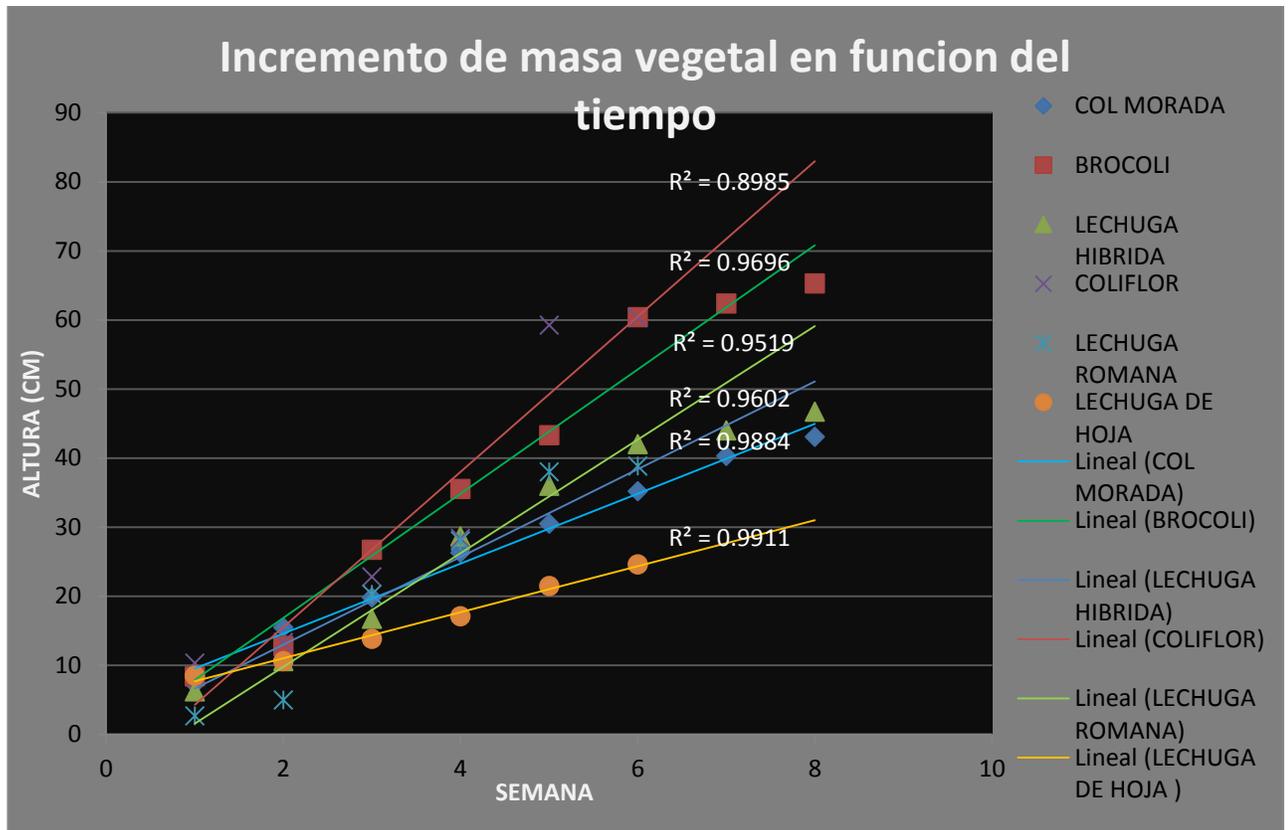
3.2.1 Incremento de masa vegetal

Tabla 15 Crecimiento de vegetales por semana

ALTURA POR SEMANA (cm)								
VEGETAL	1	2	3	4	5	6	7	8
COL MORADA	7.3	15.5	19.8	26.3	30.5	35.2	40.3	43.1
BROCOLI	8.4	12.8	26.73	35.54	43.32	60.4	62.4	65.3
LECHUGA HIBRIDA	6.25	10.6	16.71	28.66	36	42	44	46.7
COLIFLOR	10.33	13.33	22.83	28.38	59.25	60.33		
LECHUGA ROMANA	2.66	5	20.26	28	38	38.83		
LECHUGA DE HOJA	8.5	10.6	13.84	17.09	21.48	24.63		

Fuente: Autor

Como se visualiza en el diagrama de dispersión (grafico 1), los valores de las alturas de los diferentes vegetales van de manera creciente en función del tiempo.



Grafica 2 Ecuación lineal del análisis de variables tiempo e incremento de masa vegetal
Elaborado por: Autor

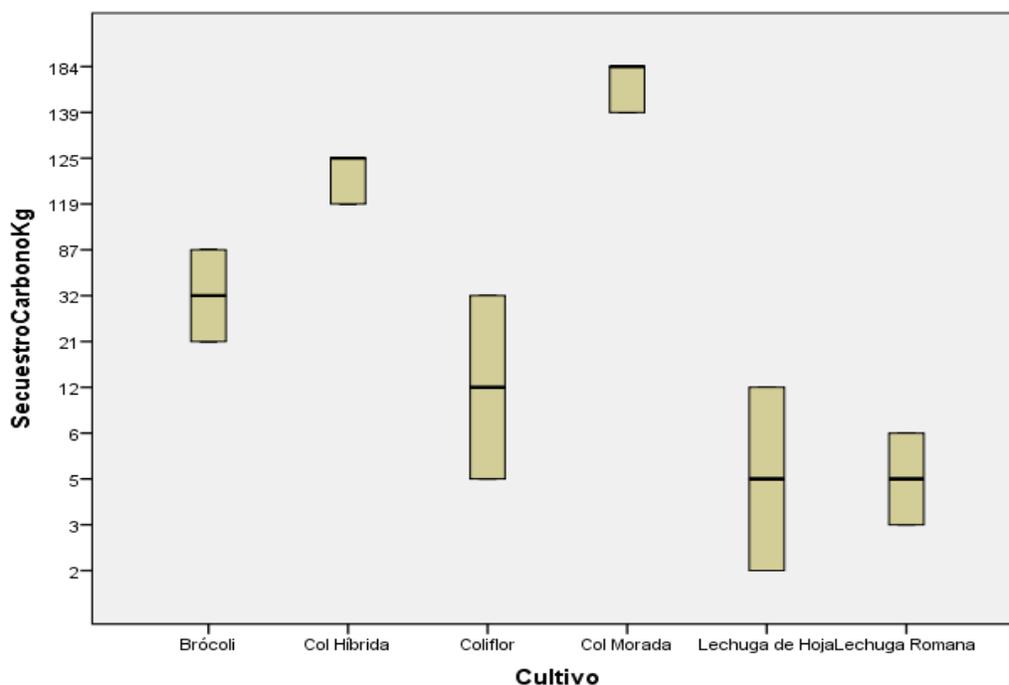
3.2.2 Secuestro de carbono

Como se puede ver en la tabla 16, se secuestra un total de 0.736 toneladas de carbono que equivalen a 736 kg de carbono (sumatoria de todas las parcelas).

Tabla 16 Secuestro de carbono por parcela

CULTIVO	PARCELA	MFs (Kg)	MSs (kg)	MFm (kg)	MSm (Kg)	Kg C/parcela	tnC/parcela
Col Híbrida	1	0.237	0.036	36.000	238.858	119.429	0.119
	2	0.235	0.034	35.880	249.905	124.953	0.125
Col Morada	1	0.150	0.012	28.800	367.709	183.854	0.184
	2	0.152	0.016	29.400	277.910	138.955	0.139
Lechuga de Hoja	1	0.051	0.003	1.499	24.327	12.163	0.012
	2	0.051	0.005	0.433	4.543	2.272	0.002
Brócoli	1	0.210	0.012	9.635	173.091	86.546	0.087
	2	0.220	0.030	5.750	42.364	21.182	0.021
Lechuga Romana	1	0.050	0.004	0.990	12.568	6.284	0.006
	2	0.020	0.003	0.980	6.429	3.214	0.003
Coliflor	1	0.050	0.007	1.495	10.428	5.214	0.005
	2	0.050	0.008	9.688	63.988	31.994	0.032
TOTAL Tn C secuestrado						736.060	0.736

Elaborado por: Autor



Grafica 3 Secuestro de carbono por cultivo

Elaborado por: Autor

Realizado el ANOVA se determinó que los tratamientos son significativos ya que como se muestra en la tabla 14 el valor de $p < 0.05$ por lo que se rechaza la hipótesis nula, que establece que no existe diferencia significativa entre el carbono secuestrado por cada cultivo.

Tabla 17 ANOVA secuestro de carbono por especie

ANOVA unidireccional: kg C/ especie vs. Vegetal					
Fuente	GL	SC	CM	F	P
Vegetal	5	43460	8692	14.60	0.003
Error	6	3572	595		
Total	11	47031			

S = 24.40 R-cuad. = 92.41% R-cuad.(ajustado) = 86.08%

Fuente: Autor

Debido a que hay diferencia significativa entre los cultivos y su cantidad de carbono absorbido se aplicó la prueba de Tukey mediante la cual se realiza una

comparación entre las medias de todos los cultivos, de los cuales la col morada actúa como mayor sumidero de carbono.

Tabla 18 Prueba de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey			
	N	Media	Agrupación
col morada	2	161.40	A
col híbrida	2	122.19	A B
brócoli	2	53.86	B C
coliflor	2	18.60	C
lechuga de hoja	2	7.22	C
lechuga romana	2	4.75	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%

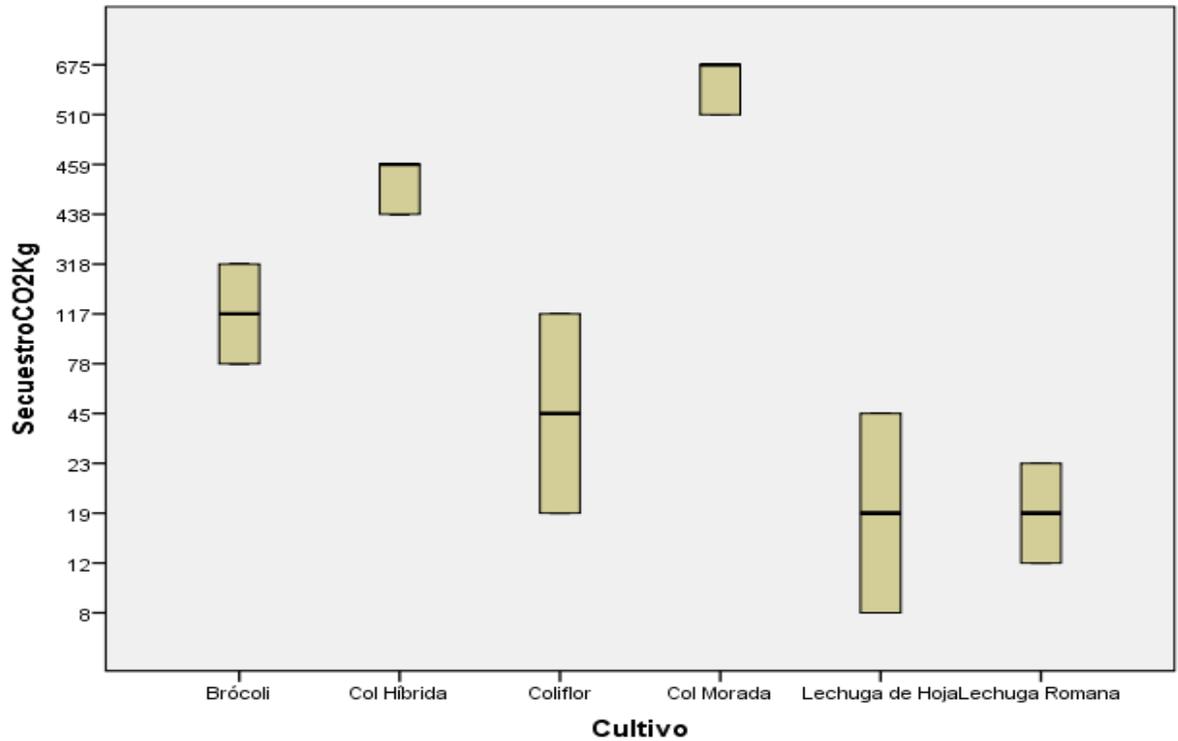
Fuente: Autor

3.2.3 Secuestro de CO₂

Tabla 19 Secuestro de CO₂ por especie

CULTIVO	PARCELA	tn CO ₂ /parcela	kg CO ₂ /parcela
Col Híbrida	1	0.438	438.304
	2	0.459	458.576
Col Morada	1	0.675	674.745
	2	0.510	509.966
Lechuga de Hoja	1	0.045	44.639
	2	0.008	8.337
Brócoli	1	0.318	317.622
	2	0.078	77.739
Lechuga Romana	1	0.023	23.062
	2	0.012	11.797
Coliflor	1	0.019	19.136
	2	0.117	117.418
TOTAL Tn C secuestrado		2.701	2701.341

Elaborado por: Autor



Grafica 4 Secuestro de CO₂

Elaborado por: Autor

Realizado el ANOVA se determinó que el valor de $p < 0.05$ por lo que se acepta la hipótesis alternativa que establece que existe diferencia significativa en la cantidad de CO₂ secuestrado por cada especie.

Tabla 20 ANOVA secuestro de CO₂ por especie

ANOVA unidireccional: kg CO ₂ /especie vs. especie					
Fuente	GL	SC	CM	F	P
especie	5	585353	117071	14.60	0.003
Error	6	48106	8018		
Total	11	633459			

S = 89.54 R-cuad. = 92.41% R-cuad. (ajustado) = 86.08%

Fuente: Autor

Dado que hay diferencia significativa entre los tratamientos, se realizó la prueba de Tukey que es una prueba múltiple de medias, mediante la cual se compararon las medias de todos los cultivos.

Tabla 21 Prueba de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey			
	N	Media	Agrupación
col morada	2	592.4	A
col hibrida	2	448.4	A B
brócoli	2	197.7	B C
coliflor	2	68.3	C
lechuga de hoja	2	26.5	C
lechuga romana	2	17.4	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%

Fuente: Autor

3.3 Medidas de mitigación ambiental al interior de la Universidad Politécnica Salesiana como medida de lucha contra el efecto invernadero.

- **Jardines verticales**

Actualmente (2016) en la Universidad Politécnica Salesiana ya se ha iniciado con la implementación de jardines verticales, convirtiéndose este en un sumidero de carbono, además de presentar otras ventajas como la reducción de la temperatura al interior de la edificación en días de sol, atrapan el smog y polvo proveniente de los carros que transitan por vías cercanas, son un aislante natural de ruido, ya que absorben y reducen sonidos de alta frecuencia (reduce hasta 10 decibeles), generación de oxígeno (un metro cuadrado provee de oxígeno para una persona durante un año), absorción de metales pesados y reduce el estrés (Gonzales, 2003).

- **Áreas verdes**

La implementación de espacios verdes dentro de la Universidad es una medida de lucha contra el efecto invernadero, además mejoran la salud de la población, ya que actúan como pulmones que renuevan el aire polucionado , al tiempo que relajan y suponen una

evasión necesaria para olvidar el hormigón, constituyendo auténticas burbujas de naturaleza.

- **Edificios verdes**

En el artículo “Edificios verdes” publicado por la revista EROSKI CONSUMER (2003), hace especial incidencia al impacto que las edificaciones ejercen sobre el medio ambiente y los recursos naturales, ya que constituyen una fuente importante de contaminación que afecta la calidad del aire urbano y por ende favorece al efecto invernadero debido a que suponen la mitad de dióxido de sulfuro emitido a la atmósfera, la cuarta parte de generación de dióxido nitroso y la tercera parte de dióxido de carbono. Sin embargo la mayoría de estas emisiones se podrían reducir si se construyeran edificios verdes que para su funcionamiento usen en lo menor posible energía no renovable.

La construcción de estos edificios verdes reduce entre un 50% y un 80% de ahorro energético respecto de los edificios convencionales, para lo cual es fundamental determinar las condiciones del terreno, el recorrido del sol y las corrientes de aire, aplicando todos estos aspectos en la distribución de los espacios y la orientación de las ventanas con la finalidad de que no sea necesario el uso del aire acondicionado o calefacción, por otro lado los edificios construidos a partir de criterios de sostenibilidad disponen de sistemas de energía renovable como pequeñas plantas eólicas o instalaciones solares.

Por lo anterior mencionado se ha considerado las edificaciones verdes como una medida de lucha contra el efecto invernadero ya que aumenta la eficiencia y reduce el impacto

ambiental, además mejora el bienestar de sus usuarios, ya que potencia la luz natural, contribuyendo al ahorro económico y reduciendo el posible estrés de los ocupantes.

3.4 Discusión

Según la normativa europea la concentración máxima de plomo en Hortalizas del género Brassica y hortalizas de hoja es de 0.30 mg/kg (ANEXO 3). Sin embargo como se visualiza en la tabla 14, la concentración de Pb sobrepasa los límites máximos permisibles por esta normativa, siendo el brócoli y coliflor los vegetales que presentan mayor concentración con un contenido de plomo de 1.2 mg/kg, de igual manera las concentraciones de plomo no varían de acuerdo a las parcela, ya que tanto la parcela 1 como la 2 presentan concentraciones similares.

En la tabla 15, se pueden observar los datos de altura registrados por semana de cada cultivo, siendo el brócoli el vegetal de mayor altura, ya que alcanzó una altura de 65 cm en la octava semana, por otro lado está la lechuga de hoja que alcanzó una altura de 24 cm. los valores de altura se incrementan desde la semana 1 hasta la fecha de cosecha, y mediante los valores de R^2 se verificó que las variables están relacionadas.

Los valores de carbono secuestrado por cultivo se muestran en el diagrama de cajas (grafico 2), la col morada presenta una media de 161 kg de carbono secuestrado, valor muy cercano a la col híbrida que representa una media de 122 kg de C. Por otro lado tanto la lechuga de hoja como la lechuga romana alcanzan una media de 7 y 4 kg de C respectivamente. En lo que respecta el brócoli alcanza un valor máximo de 90 kg de C mientras de la coliflor alcanza una media de 18.60 kg de Carbono secuestrado. Mediante este análisis se deduce que la col morada actúa como mayor sumidero de carbono.

De los valores obtenidos de carbono, mediante la relación *1 tonelada de C= 3.67 toneladas de CO₂*, se determinó la cantidad de CO₂ secuestrado por especie, los valores de secuestro de CO₂ se muestran en la tabla 19, con un total de 2,70 tn de CO₂.

Tanto la lechuga de hoja como lechuga romana, representan una media de 26 y 17 kg de CO₂ secuestrado respectivamente, y una media de 68 kg de CO₂ para la coliflor. Por otro lado el brócoli representa una media de 197 kg de CO₂, los valores más altos de secuestro de CO₂ están dados por la col morada y col híbrida con 592 y 448 kg de CO₂ secuestrado respectivamente.

Al realizar la prueba de Tukey, esta permitió determinar que la col morada y col híbrida secuestran mayor cantidad de CO₂ que el resto de cultivos, mientras que la coliflor, lechuga de hoja y lechuga romana secuestran aproximadamente la misma cantidad de carbono razón por la cual comparten la misma letra (C).

4. CONCLUSIONES

1. La concentración de Pb en los vegetales cosechados dentro de los Huertos de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca varió de acuerdo al cultivo, además estos sobrepasan los límites máximos permisibles de concentración de Pb en hortalizas establecidos por la normativa de la Unión Europea que establece una concentración máxima de Pb de 0.3 mg/kg, sin embargo todos los vegetales cosechados supera dicho límite, siendo el brócoli y coliflor los vegetales que presentaron mayor concentración con un contenido de plomo de 1.2 mg/kg.

2. Por otro lado el incremento de masa vegetal está en función del tiempo y de las plagas que se presentaron en cada cultivo, siendo el brócoli el vegetal de mayor altura, ya que alcanzó una altura de 65 cm en la octava semana, por otro lado está la lechuga de hoja que alcanzó una altura de 24 cm.
3. Desde el punto de vista estadístico, mediante la aplicación del modelo completamente al azar, se demostró que la captura de carbono si varía según el tipo de cultivo (col híbrida, col morada, lechuga de hoja, lechuga romana, brócoli, coliflor), ya que el cultivo que mayor cantidad de carbono secuestró es la col morada con una media de 161 kg de carbono por parcela, valor muy cercano a la col híbrida que representó una media de 122 kg de C/ parcela. Por otro lado tanto la lechuga de hoja como la lechuga romana alcanzaron una media de 7 y 4 kg de C/ parcela respectivamente.
4. De igual manera el secuestro de dióxido de carbono varió de acuerdo al cultivo, es así que la col morada y col híbrida secuestraron 592 y 448 kg de CO₂/ parcela respectivamente, mientras que los valores más bajos de secuestro de CO₂ están dados por la lechuga romana que representó una media de 26 kg CO₂/parcela y 17 kg de CO₂/ parcela para la lechuga de hoja.
5. Con los resultados obtenidos de los análisis realizados a las hortalizas, se deduce que estos no son aptos para el consumo humano debido a las concentraciones altas plomo que presentaron. Sin embargo con este procedimiento se podría hacer frente al efecto invernadero, en este caso en las instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, lo cual contribuirá en la extensión de masa vegetal, mayor captura de carbono, así como la regulación de la temperatura.

5. RECOMENDACIONES

- En estudios futuros es necesario analizar otros metales (Hg, Cd, etc) pesados en las hortalizas.
- Se recomienda analizar la eficiencia de diferentes tipos de plaguicidas orgánicos aplicados en la agricultura urbana.
- De la misma manera se recomienda estudiar las plagas que se presentan y atacan a los diferentes cultivos.
- Es necesario estudiar el aporte de la agricultura urbana en la regulación de la temperatura de las urbes.

6. BIBLIOGRAFIA

3M. Placas petrifilm para el recuento de E.coli/Coliformes. Guia para la interpretación

(s. f.). Recuperado a partir de <http://multimedia.3m.com/mws/media/4449500/3m-petrefilm-e-coli-coliform-count-plate-interpretation-guide-spanish.pdf>

A, J. (2011, abril 22). ALTERNATIVA ECOLÓGICA: PROBLEMAS DE LAS PLANTAS EN LA AGRICULTURA URBANA. Recuperado a partir de <http://ecosiembra.blogspot.com/2011/04/problemas-de-las-plantas-en-la.html>

James A. Voogt (2008) , Islas de Calor en Zonas Urbanas: Ciudades Más Calientes . Recuperado 21 de mayo de 2016, a partir de <http://www.actionbioscience.org/esp/ambiente/voogt.html>

- Ángel, L., Ramírez, A., & Domínguez, E. (2010). Isla de calor y cambios espacio-temporales de la temperatura en la ciudad de Bogotá. *Rev. Acad. Colomb. Cienc*, 34(131), 173–183.
- Ávila Sánchez, H. (2004). La agricultura en las ciudades y su periferia: un enfoque desde la Geografía. *Investigaciones geográficas*, (53), 98-121.
- Barton, J. R. (2009). Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades-regiones. *Revista de geografía Norte Grande*, (43), 5-30.
<http://doi.org/10.4067/S0718-34022009000200001>
- Bello Fuentes, V. (1994). La isla de calor y los usos del suelo en Guadalajara. Recuperado a partir de <http://dspace.uah.es/dspace/handle/10017/1032>
- Brechelt, A. (2004). El manejo ecológico de plagas y enfermedades. *Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL)*. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). RD. Recuperado a partir de http://www.rap-al.org/db_files/PlaguiAL_InfoPa_RepDominicana_ManejoEcoPlaga_2004.pdf
- Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (2007). Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. *Revista digital universitaria*, 8(10). Recuperado a partir de https://www.researchgate.net/profile/Margarita_Caballero/publication/267265718_EfEcto_invErnadEro_calEntamiEnto_global_y_cambio_climtico_una_pErspEctiva_dEsde_las_ciEncias_dE_la_tiErra/links/54aa9d1d0cf25c4c472f411c.pdf
- Causas del cambio climático | PACC. (s. f.). Recuperado a partir de <http://www.pacc-ecuador.org/cambio-climatico/causas-del-cambio-climatico/>

- Conde-Álvarez, C., & Saldaña-Zorrilla, S. (2007). Cambio climático en América Latina y el Caribe: impactos, vulnerabilidad y adaptación. *Ambiente y desarrollo*, 23(2), 23–30.
- Consuegra, N. P. (2004). *Manejo ecológico de plagas*. Ciudad de La Habana, Cuba: Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural-CEDAR.
- Córdova, G., & Maritza, V. (2013). Inventario Nacional de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector transporte al 2012. Recuperado a partir de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1860>
- CORREA, E., De Rosa, C., Lesino, G., & LAHV-INCIHUSA-CRICYT-CONICET, V. (2006). MONITOREO DE CLIMA URBANO. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS FACTORES QUE DETERMINAN LA ISLA DE CALOR Y SU APOORTE AL DISEÑO DE LOS ESPACIOS URBANOS. *AVERMA, Salta*, 10, 41–48.
- Cuenca no cuenta con suficientes áreas verdes- Noticias de Cuenca - Azuay - Ecuador - El tiempo de Cuenca. (s. f.). Recuperado 18 de marzo de 2016, a partir de <http://www.eltiempo.com.ec/noticias-cuenca/173573-cuenca-no-cuenta-con-suficientes-a-reas-verdes/>
- Dubbeling, M., Campbell, M., Hoekstra, F., & van Veenhuizen, R. (2009). Construyendo Ciudades Resilientes. *Revista Agricultura Urbana*• Número. Recuperado a partir de http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_au_1-18/AU22/1b_editorial_rau22.pdf
- García, F. F. (2007). Impactos del cambio climático en las áreas urbanas y rurales. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, (66-67). Recuperado a partir de http://www.geoclima-uam.es/mediapool/128/1280358/data/Impacto_cambio_climtico_1_.pdf

- FAO (2010) CREAR CIUDADES MAS VERDES. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/pdf/ggc-es.pdf>
- (<HTTP://WWW.CONSUMER.ES/>), E. C. (2003, junio 1). Edificios verdes: Construir de forma sostenible | Revista. Recuperado 18 de septiembre de 2016, a partir de <http://revista.consumer.es/web/es/20030601/medioambiente/61235.php>
- Hubenthal, A. (2010). Evaluación del sector transporte en Ecuador con miras a plantear medidas de mitigación al Cambio Climático. *UNDP*. <http://www.undpcc.org/docs/National%20issues%20papers/Transport>, 20. Recuperado a partir de [http://www.undpcc.org/docs/National%20issues%20papers/Transport%20\(mitigation\)/06_Ecuador%20NIP_transport%20mitigation.pdf](http://www.undpcc.org/docs/National%20issues%20papers/Transport%20(mitigation)/06_Ecuador%20NIP_transport%20mitigation.pdf)
- huertos-sostenibles.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de <http://web.ua.es/es/ecocampus/documentos/consejos-ambientales/huertos-sostenibles.pdf>
- Jáuregui, E. (2005). Possible impact of urbanization on the thermal climate of some large cities in México. *Atmósfera*, 18(4), 249-252.
- MacRobert, J. (2009). *Seed business management in Africa*. Harare, Zimbabwe: CIMMYT.
- Manual de agricultura urbana - manual-agricultura-urbana.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de <http://www.ecohabitar.org/wp-content/uploads/2013/10/manual-agricultura-urbana.pdf>
- Vicento Bello Fuentes (2009). La isla de calor nocturnay los usos del suelo en Alcalá de Henares . *Revista iberoamericana de psicología del ejercicio y el deporte*, 4(1), 15–28.

Martínez, L. R., & Villalobos, E. (2008). Diagnóstico de la calidad microbiológica de frutas y hortalizas en Chihuahua, México. *BOTANICA EXPERIMENTAL*, 129.

Martínez Navarro, F., Simón-Soria, F., & López-Abente, G. (2004). Valoración del impacto de la ola de calor del verano de 2003 sobre la mortalidad. *Gaceta Sanitaria*, 18, 250-258.

Moran Alonso, N. (2010). Agricultura urbana: un aporte a la rehabilitación integral. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, (111), 99–111.

Moreno Flores, O. (2007). Agricultura Urbana: Nuevas Estrategias de Integración Social y Recuperación Ambiental en la Ciudad. Recuperado a partir de [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117766/Articulo_agricultura_urbana%20\(revista%20DU&P\).pdf?sequence=1](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117766/Articulo_agricultura_urbana%20(revista%20DU&P).pdf?sequence=1)

Mundo, C. B. (s. f.). 10 ciudades latinoamericanas que se destacan por la agricultura urbana. Recuperado 18 de mayo de 2016, a partir de http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/04/140409_ciencia_agricultura_urbana_fao_diez_ciudades_america_latina_np

DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION EN SALUD PUBLICA DE LA SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA, DIRECCION GENERAL DE CONTROL DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y MEDICAMENTOS DE LA SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA, MICROBIOLOGIA ESPECIALIZADA, CENTRO DE CONTROL TOTAL DE CALIDADES, ASOCIACION DE TECNICOS EN ALIMENTOS (s. f.) Norma Mexicana NMX-F-285-1977. Recuperado a partir de <http://www.conadesuca.gob.mx/eficienciaproductiva/Normas/2013/NMX-f-285-1977.pdf>

- Normas microbiológicas de los alimentos (Enero 2014).pdf. (s. f.). Recuperado a partir de [https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/sanidad_alimentaria/es_1247/adjuntos/Normas%20microbiol%C3%B3gicas%20de%20los%20alimentos%20\(Enero%202014\).pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/sanidad_alimentaria/es_1247/adjuntos/Normas%20microbiol%C3%B3gicas%20de%20los%20alimentos%20(Enero%202014).pdf)
- Ortiz Franco, C. C. (2015). Diseño de un modelo de agricultura urbana para el desarrollo de huertos familiares en la parroquia Atahualpa, provincia de Santa Elena. Recuperado a partir de <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2228>
- Pardos Carrión, J. A., Espanya, Ministerio de Ciencia e Innovación, & Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (Espanya). (2010). *Los Ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global*. [Madrid]: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Ministerio de Ciencias e Innovación.
- Pia, F. (2005). Huerta organica biointensiva. *Centro de Investigación y Enseñanza en Agricultura Sostenible. Río Negro, Argentina*. Recuperado a partir de http://caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/Huerta_organica%20CIESA.pdf
- González Jose (2013) Jardines verticales como alternativa ecologica. CEGESTI. Recuperado a partir de http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_243_141013_es.pdf
- Rodríguez, J. E. F., Monar, J. B., & Andrade, X. F. (2014). El uso de biocidas botánicos para el control de las plagas en agricultura urbana (II parte y final). *Alternativas*, 15(2), 43-52.

- Romero Aravena, H., & Molina, M. (2008). Relación espacial entre tipos de usos y coberturas de suelos e islas de calor en Santiago de Chile. Recuperado a partir de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117775/Molina_Anales.pdf?sequence=1
- Romero, H., & Sarricolea, P. (2006). Patrones y factores de crecimiento espacial de la ciudad de Santiago de Chile y sus efectos en la generación de islas de calor urbanas de superficie. *Clima, Sociedad y Medio Ambiente. Zaragoza: Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (Serie A N° 5)*, 827–837.
- Romero, H., Toledo, X., Órdenes, F., & Vásquez, A. (2001). Ecología urbana y gestión ambiental sustentable de las ciudades intermedias chilenas. *Ambiente y Desarrollo*, 17(4), 45–51.
- Rozas, G. (2003). Aproximación psico comunitario ambiental al problema de calentamiento global. *Revista de Psicología*, 12(2), Pág–19.
- Terradas.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de <http://www.uned.ac.cr/ecen/images/catedras/Terradas.pdf>
- U0671713.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0671713.pdf>
- Llivichuzaca Maricela (2016) Tratamiento electroquimico de lodos residuales. Universidad Politecnica Salesiana. Recuperado a partir de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12048/1/UPS-CT005871.pdf>
- Cabascango (2016). Determinacion microbiologica y de metales pesados en berro (*Nasturtium officinale* R.Br) expendido en los diferentes mercados del distrito metropolitano de Quito. Recuperado a partir de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12149/1/UPS-QT09800.pdf>

Vázquez Moreno, L. L., & Fernández González, E. (2013). AGROECOLOGICAL PEST MANAGEMENT IN THE URBAN AGRICULTURE. CASE STUDY HAVANA CITY, CUBA.

Vélez Bravo, A. P., & Ortega González, J. E. (2013). Determinación de coliformes totales y E. Coli en muestras de lechuga expandidas en cuatro mercados de la ciudad de Cuenca. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/4301>

Zaar, M.-H. (2011). Agricultura urbana: algunas reflexiones sobre su origen e importancia actual. *Biblio 3w: revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales*, 16. Recuperado a partir de <http://www.raco.cat/index.php/Biblio3w/article/view/250870>

7. ANEXOS

ANEXO 1: PREPARACION DE LA MUESTRA PARA EL ANALISIS MICROBIOLOGICO

Tabla 22 Preparación de la muestra para análisis microbiológico.

a. Se pesó 10 gr de la muestra, obtenidos de diferentes zonas del producto, con la ayuda de un cuchillo estéril.	
b. Se Agregó 90 ml de agua de peptona al 0.1%	
c. Finalmente se licuó durante 1-2 minutos hasta obtener una suspensión completa y homogénea.	

Elaborado por: Autor

ANEXO II: MARCHA PARA LA DETERMINACION DE SALMONELLA EN VEGETALES

Tabla 23 Marcha para la determinación de Salmonella

<p>1. Se pesó 25.0 g de muestra y se colocó en una bolsa de Stomacher estéril</p>	
<p>2. Se vertió 225mL de agua de peptona estéril en la bolsa.</p>	
<p>3. Posteriormente se homogenizó la muestra con el diluyente durante 30.0 segundos en el Stomacher.</p>	
<p>4. Se transfirió asépticamente la mezcla homogeneizada a un recipiente estéril de boca ancha con tapón de rosca y se dejó reposar por 60.0 min.</p>	
<p>5. Se ajustó a un pH 6.8 con NaOH 1 N estéril.</p>	
<p>6. Se incubó la muestra a 35 °C por 24 horas. (cultivo de preenriquecimiento)</p>	
<p>7. Se transfirió 1.0 mL del cultivo de preenriquecimiento (con una pipeta de vidrio de 1 mL, estéril) a un tubo con 10.0</p>	

<p>mL de los siguientes medios de enriquecimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Simmons - Klingler 	
<p>8. Se incubó los tubos a 35 °C por 24 horas</p>	
<p>9. Para el aislamiento diferencial de Salmonella se utilizó el medio de cultivo verde brillante, para lo cual se tomó una muestra del cultivo anterior con asa microbiológica estéril y se sembró en estría en cajas de Petri.</p>	
<p>10. Se incubó las cajas ya sembradas en posición invertida a 35 °C por 24 horas</p>	

Elaborado por: Autor

ANEXO III LÍMITES PERMISIBLES DE CONCENTRACION DE METALES

PESADOS EN ALIMENTOS (NORMATIVA UNION EUROPEA)

PRODUCTO	Contenido máximo (mg / Kg peso fresco)
Leche cruda (2), leche tratada térmicamente y leche para la fabricación de productos lácteos	0,020
Preparados para lactantes y preparados de continuación (3) (4)	0,020
Carne (excluidos los despojos) de bovinos, ovinos, cerdos y aves de corral (2)	0,10
Despojos de bovinos, ovinos, cerdos y aves de corral (2)	0,50
Carne de pescado (5) (6)	0,30
Crustáceos (7): carne de los apéndices y del abdomen (17). En el caso de los cangrejos y crustáceos similares (Brachyura y Anomura), la carne de los apéndices.	0,50
Moluscos bivalvos (7)	1,5
Cefalópodos (sin vísceras)	1,0
Leguminosas verdes (8), cereales y legumbres secas	0,20
Hortalizas, excluidas las del género Brassica, las hortalizas de hoja, las hierbas frescas, las setas y las algas marinas (8). En el caso de las patatas, el contenido máximo se aplica a las patatas peladas	0,10
Hortalizas del género Brassica, hortalizas de hoja (18) y las siguientes setas (8): Agaricus bisporus (champiñón), Pleurotus ostreatus (seta de ostra) y Lentinula edodes (seta shiitake)	0,30
Frutas, excluidas las bayas y frutas pequeñas (8)	0,10
Bayas y frutas pequeñas (8)	0,20
Grasas y aceites, incluida la grasa láctea	0,10
Zumos de frutas, zumos de frutas concentrados reconstituidos y néctares de frutas (9)	0,050
Vinos (incluidos los vinos espumosos y excluidos los vinos de licor) sidras, peradas y vinos de frutas (10)	0,20 (11)
Vinos aromatizados, bebidas aromatizadas a base de vino y cócteles aromatizados de productos vitivinícolas (12)	0,20 (11)
Complementos alimenticios (16)	3,0