

DESARROLLO DE UN MODELO PILOTO DE AGRICULTURA URBANA PARA LA  
PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS DE AUTOCONSUMO Y GESTIÓN DE LA FRACCIÓN  
ORGÁNICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL BARRIO DANUBIO DE  
VILLAVICENCIO



DAYAN JHAICIVER MORENO ORTIZ



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERA AMBIENTAL  
VILLAVICENCIO

2019

DESARROLLO DE UN MODELO PILOTO DE AGRICULTURA URBANA PARA LA  
PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS DE AUTOCONSUMO Y GESTIÓN DE LA FRACCIÓN  
ORGÁNICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL BARRIO DANUBIO DE  
VILLAVICENCIO

DAYAN JHAICIVER MORENO ORTIZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Ambiental

Director (a)

KIMBERLY PATRICIA MONTAÑEZ  
INGENIERA AMBIENTAL

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERA AMBIENTAL  
VILLAVICENCIO

2019

**Autoridades Académicas**

**P. JOSÉ GABRIEL MESA ANGULO, O.P.**

Rector General

**P. EDUARDO GONZALEZ GIL, O.P.**

Vicerrector Académico General

**P. JOSÉ ANTONIO BALAGUERA CEPEDA, O.P.**

Rector Sede Villavicencio

**P. RODRIGO GARCIA JARA. O.P.**

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

**Mg. JULIETH ANDREA SIERRA TOBÓN**

Secretaria de División Sede Villavicencio

**YESICA NATALIA MOSQUERA BELTRÁN**

Decana Facultad de Ingeniería Ambiental

## **Agradecimientos**

Tengo gratitud con Dios y la vida, por tener entre mis posibilidades a todas aquellas personas que cumplen un propósito importante a favor de mi crecimiento personal, espiritual y profesional.

A mi padre y hermanos, por ser parte esencial en este proceso, siendo quienes desde el comienzo me inspiraron y me brindaron su protección e impulso como motivo para superarme. A mi padre especialmente, por permitirme ser fuente para él y comprometerse conmigo y esta iniciativa con amor, trabajo, esfuerzo, responsabilidad, dedicación y alegría; los frutos de este proyecto son de un trabajo conjunto que representa un valor especial a nombre de nuestra estrellita; que nos bendice, nos fortalece y nos abraza con poder divino.

A Emerson, mi compañero de aventura y de vida, mi apoyo incondicional gracias por ser esa persona especial e inspiradora en mi vida, con quien cada día descubro lo maravilloso de un estilo de vida consciente y los hábitos saludables y con quien proyecto llevar a otro nivel esta iniciativa.

A mi Decana quien, con su gran gestión, su ética moral y profesional que la caracteriza; enorgullece con su representación a la facultad, dejando en alto el profesionalismo y recalcando la importancia de la excelencia.

A todo el equipo profesional y especializado con el que tuve la fortuna de participar para el desarrollo de este proyecto, primeramente, al Ingeniero Jairo Restrepo Rivera, por compartir su conocimiento y su experiencia de agricultura orgánica; y a su estudiante Duver Torres por su acompañamiento y apoyo en este aprendizaje; a mi directora de grado Kimberly Patricia Montañez por aceptar este reto y comprometerse conmigo y mi proyecto; pilares fundamentales en el resultado que con orgullo comparto en este documento.

## **Dedicatoria**

A mi mamita, quien es mi ejemplo a seguir, una mujer de gran valor, perseverante y creadora de posibilidades; quien me enseñó que no importa cómo se nos presente la vida y cuantos obstáculos hayan; se trata de trabajar por lo que nos mueve, que los sueños no son ni grandes ni pequeños.

Me enseñó que a los tiempos difíciles les llega su tiempo de calma porque todo pasa y que lo que importa es vivir con propósito el presente, despertando cada día con tareas que hacer e ir a descansar en la noche con el deber cumplido. Ella, tan firme y constante, su carácter, coraje y su grandeza le permitieron ser la mujer auténtica que en todos sus roles dio el cien por ciento; todos te admiramos y extrañamos.

Mi preciosa, eres mi luz, mi fuerza y mi motivo; tengo talladas en mi corazón y como un susurro al oído me repito una y otra vez las palabras que dijiste la última vez: “nunca olvides que Dios existe, que todo pasa y que yo te amo”.

## Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción .....	13
Planteamiento del problema .....	15
Formulación del problema .....	16
Hipótesis.....	17
Objetivos .....	18
Objetivo general .....	18
Objetivos específicos .....	18
Justificación.....	19
Alcance.....	21
Antecedentes .....	22
Marco de Referencia .....	24
Marco Teórico.....	24
Marco Conceptual .....	25
Método Biointensivo.....	25
Materia Orgánica.....	26
Bocashi.....	26
Biofertilizantes.....	27
Microorganismos Eficientes o Microorganismos de Montaña Activados.....	28
Mulch o Acolchado de suelo.....	28
Agua lluvia.....	28
Marco Legal .....	29
Metodología .....	31

Fase I. Diagnóstico Socio - Ambiental .....	31
Información Primaria. ....	31
Procesamiento de la Información.....	31
Interpretación y análisis de la Información.....	31
Determinación criterios de selección. ....	32
Fase II. Implementación Modelo Piloto de Agricultura Urbana.....	32
Planificación.....	32
Ejecución.....	33
Seguimiento y Control. ....	33
Estado de Desarrollo. ....	34
Fase III. Socialización de resultados .....	34
Resultados y análisis .....	35
Fase I. Diagnóstico socio-ambiental .....	35
Información primaria. ....	35
Procesamiento de la información. ....	36
Interpretación de resultados matriz de análisis FODA. ....	42
Análisis de la matriz FODA.....	44
Determinación criterios de selección. ....	48
Fase II. Implementación Modelo Piloto de Agricultura Urbana.....	49
Planificación.....	50
Ejecución.....	60
Seguimiento y control .....	75
Estado de Desarrollo. ....	80
Fase III. Socialización de Resultados.....	92
Desarrollo de la socialización .....	93

Conclusiones .....	99
Recomendaciones.....	100
Referencias Bibliográficas .....	101
Apéndices.....	107



## Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Marco Legal.....	29
Tabla 2. Ficha técnica de la encuesta.....	35
Tabla 3 Matriz de análisis FODA.....	43
Tabla 4. Características núcleos familiares beneficiarios.....	48
Tabla 5. Ficha técnica Acelga.....	53
Tabla 6. Ficha técnica Apio.....	53
Tabla 7. Ficha técnica Cebolla larga.....	54
Tabla 8. Ficha técnica Cilantro.....	54
Tabla 9. Ficha técnica Espinaca.....	55
Tabla 10. Ficha técnica Lechuga.....	55
Tabla 11. Ficha técnica Pepino.....	56
Tabla 12. Ficha técnica Remolacha.....	56
Tabla 13. Ficha técnica Tomate.....	57
Tabla 14. Ficha técnica Zanahoria.....	57
Tabla 15. Ficha técnica de las semillas seleccionadas de O.P.....	67
Tabla 16. Nutrición del suelo.....	77
Tabla 17. Inventario de plantas.....	81
Tabla 18. Comparación Sistema de siembra del método biointensivo y método tradicional.....	83

## Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Esquema metodológico. Por Dayan Moreno, 2019.....	34
Figura 2. pregunta # 5 realizada a la población del barrio el Danubio. Por Dayan Moreno, 2019. .....	37
Figura 3. pregunta # 6 realizada a la población del barrio el Danubio. Por Dayan Moreno, 2019. .....	38
Figura 4. pregunta # 7 realizada a la población del barrio el Danubio, teniendo en cuenta los rangos de temperatura de clima frio de 12°C – 18°C y la temperatura de 27°C de la ciudad. Por Dayan Moreno, 2019.....	38
Figura 5. pregunta # 10 realizada a la población del barrio el Danubio. Por Dayan Moreno, 2019. .....	39
Figura 6. pregunta # 11 realizada a la población del barrio el Danubio. Por Dayan Moreno, 2019. .....	39
Figura 7. Pregunta # 12 realizada a la población del barrio el Danubio. Por Dayan Moreno, 2019. .....	40
Figura 8. Pregunta # 13 realizada a la población del barrio el Danubio. Por Dayan Moreno, 2019. .....	41
Figura 9. Esquema de distribución de áreas de cultivo y del sistema de reciclaje de agua lluvia y residuos. Por Dayan Moreno, 2019.....	59
Figura 10. Ilustración del desarrollo de adecuación del lote, en la primera etapa. Por Dayan Moreno, 2019.....	61
Figura 11. Proceso del trazado y construcción de cama biointensiva elevada. Por Dayan Moreno, 2019.....	63
Figura 12. Reacción de determinación de biomasa. Por Dayan Moreno, 2019.....	63
Figura 13. Ilustración del proceso de aplicación de bocashi e inoculación del suelo. Por Dayan Moreno, 2019.....	66
Figura 14. Trasplante de la cama Biointensiva 1; variedades de lechuga crespa y lisa, y cebolla larga. Por Dayan Moreno, 2019.....	69

Figura 15. Trasplante de semillero a la cama de cultivo. Por Dayan Moreno, 2019.....	70
Figura 16. Ilustración del proceso de construcción preparación y siembra directa de cilantro en la espiral de aromáticas. Por Dayan Moreno, 2019.....	70
Figura 17. Ilustración prueba capacidad de campo. Por Dayan Moreno, 2019.....	72
Figura 18. Ilustración del proceso de reciclaje; recolección, almacenamiento y aprovechamiento de los residuos del corte de césped y poda. Por Dayan Moreno, 2019.....	74
Figura 19. Hongos bioindicadores. Por Dayan Moreno, 2019. ....	76
Figura 20. Reabonado con bocashi, 50g alrededor de cada plántula. Por Dayan Moreno, 2019.	78
Figura 21. Ilustración cerramiento y barrera cortavientos. Por Dayan Moreno, 2019. ....	79
Figura 22. Estado de desarrollo de Acelga. Por Dayan Moreno, 2019.....	85
Figura 23. Estado de desarrollo Cebolla larga. Por Dayan Moreno, 2019. ....	86
Figura 24. Estado de desarrollo Espinaca. Por Dayan Moreno, 2019. ....	87
Figura 25. Estado de desarrollo Lechuga. Por Dayan Moreno, 2019.....	87
Figura 26. Estado de desarrollo Pepino. Por Dayan Moreno, 2019.....	88
Figura 27. Estado de desarrollo Remolacha. Por Dayan Moreno, 2019.....	89
Figura 28. Estado de desarrollo Tomate. Por Dayan Moreno, 2019.....	90
Figura 29. Estado de desarrollo Zanahoria. Por Dayan Moreno, 2019.....	91
Figura 30. Plantas aromáticas. Por Dayan Moreno, 2019.....	91
Figura 31. Esquema de integralidad de principios del método biointensivo y sistemas de reciclaje ajustados al modelo piloto; en el marco del ODS 12. Por Dayan Moreno, 2019. ....	94
Figura 32. Socialización de resultados primer evento; publicación oficial de la secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural del Meta. Por Dayan Moreno, 2019.....	96
Figura 33. Socialización de resultados, segundo evento. Por Dayan Moreno, 2019.....	97
Figura 34. Caratula de presentación cartilla educativa método biointensivo. Por Dayan Moreno, 2019.....	98

## Resumen

El presente trabajo recopila el proceso de creación de un Modelo Piloto de Agricultura Urbana en el Barrio Danubio, diseñado bajo la metodología de cultivo Biointensivo; en función de la producción de alimentos orgánicos de autoconsumo de 5 núcleos familiares en calidad de beneficiarios y la gestión de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos producto del corte de césped y poda. En el marco de los parámetros del ODS 12 Producción y Consumo Responsable (Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU).

**Palabras clave:** Agricultura urbana, Método Biointensivo, sistema agroalimentario y nutrición del suelo.

## Abstract

This work compiles the process of creating a Pilot Model of Urban Agriculture in the Danube District, designed under the Grow Biointensive methodology; in function of the production of organic foods of self-consumption of 5 family nuclei as beneficiaries and the management of the organic fraction of the urban solid waste product of the cut of lawn and pruning. Within the framework of the parameters of ODS 12 Responsible Production and Consumption (Sustainable Development Goals).

**Keywords:** Urban agriculture, biointensive method, agri-food system and soil nutrition.

## Introducción

El documento expuesto a continuación presenta el DESARROLLO DE UN MODELO PILOTO DE AGRICULTURA URBANA en el barrio Danubio de la ciudad de Villavicencio; basado en el cultivo biointensivo, con la capacidad de reconvertir espacios infrautilizados dentro de la ciudad en sistemas de producción de alimentos sanos, asequibles y sustentables. Consecuente, con la preocupación global de transformar los sistemas de producción alimentaria para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030; a partir de soluciones basadas en la naturaleza que se fundamentan “en la mejora de la productividad agrícola, manteniendo y fortaleciendo al mismo tiempo la integridad de los ecosistemas” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019).

Actualmente, los esfuerzos se centran en una transformación sistémica que contempla un escenario alarmante, en el cual se estima que el aumento poblacional para el año 2050 estará cerca de los 10.000 millones de personas lo cual impulsará la demanda mundial de alimentos en un 50% más sobre los niveles actuales; y la relevante preocupación es dada, porque al ritmo de producción actual se ve en peligro la capacidad para cubrir la demanda alimentaria mundial (I-AMBIENTE, 2017). Los organismos internacionales consideran 15 tendencias y 10 desafíos que reflejan este compromiso, entre las tendencias se relaciona; una población mundial en rápida expansión marcada por puntos críticos de crecimiento y urbanización, en la que cerca del 80% de su población se concentra en zonas urbanas, siendo América Latina y el Caribe considerada como la región más urbanizada en el mundo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017); la persistente pobreza, desigualdad e inseguridad alimentaria; y el cambio climático, donde las prácticas agrícolas actuales representan más del 30% del total de emisiones de GEI producidos globalmente (Red de especialistas en agricultura , 2016). Entre los desafíos planteados se hace referencia a: la mejora sostenible de la productividad agrícola para satisfacer la creciente demanda, y hacer que los sistemas alimentarios sean más eficientes, inclusivos y resilientes (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017).

En este plano emergente, según informe de la FAO la agricultura urbana es “un elemento decisivo de sistemas alimentarios urbanos con resiliencia” que posibilita una red alimentaria destinada a reducir la huella ecológica de las ciudades, reciclar los residuos urbanos y reducir la dependencia del mercado mundial de alimentos, entre otros (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014). La cual cuenta con la participación de organizaciones internacionales como, la FAO y la Onu-Hábitat; y ONG’S internacionales, Fundación RUAF y el Instituto para la Promoción del Desarrollo Sostenible (Ipes). Donde el gobierno local y central desempeña una labor de apoyo importante; en el caso de Colombia les corresponde a los gobiernos locales en diferentes escalas territoriales y administrativas, sin embargo, muchas de las administraciones locales no tienen políticas o programas en agricultura urbana (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014).

Este marco contextual, aplicado de manera articulada ha permitido el desarrollo del modelo piloto de agricultura urbana en el barrio Danubio, en el que se establecen pautas de desarrollo del método biointensivo; sistema que combina la producción de alimentos orgánicos y la gestión de los recursos locales. A diferencia de la agricultura tradicional constituye un requerimiento 6 veces menor de agua, 4 veces más rendimiento, maximiza el potencial de los recursos locales, reduce la demanda energética, regenera la fertilidad del suelo y no tiene ningún uso de agroquímicos (Garza & Almoguera, 2017). Paralelamente se desarrolló un estudio socio-ambiental y la selección de 5 núcleos familiares beneficiarios; brindando la oportunidad de acceso y disponibilidad de alimentos de valor nutricional que contribuyen al consumo mínimo de 400g diarios de frutas y verduras, sugeridos por la OMS para la prevención de carencias de micronutrientes y enfermedades crónicas como el cáncer, la diabetes, la obesidad y las cardiopatías (Organización mundial de la salud , 2014). Identificando las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la matriz de análisis FODA; el modelo piloto se presenta como valor de oportunidad para la réplica en diferentes escenarios urbanos a fin de potenciar los recursos locales, la inclusión social y la producción y consumo responsable de alimentos saludables con valor nutricional; lo que representa la creación de franjas verdes en la ciudad que mejoran la calidad de vida de las personas y estimula el desarrollo urbano sostenible (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014).

### **Planteamiento del problema**

Los sistemas alimentarios actuales, están repercutiendo severamente en el deterioro y agotamiento de los recursos naturales y la biodiversidad; incluyendo un déficit alimentario y nutricional prevalente (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017). En relación con puntos críticos de crecimiento y urbanización, en la que cerca del 80% de esta población creciente se concentra en zonas urbanas, teniendo implicaciones en el incremento de grupos poblacionales con mayores grados de vulnerabilidad; en el cual se evidencia un panorama disfuncional que limita la accesibilidad, disponibilidad y valor nutricional de los alimentos en estas poblaciones mayoritariamente (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura , 2018).

En contraste con lo anterior, según un informe de la FAO se estima que para el año 2050 será necesario aumentar en un 60% la producción de alimentos a escala mundial; lo cual supone un desafío para los sistemas de producción agrícola, que actualmente representan una trayectoria insostenible de acuerdo a la presión que ejercen sobre los recursos naturales; el informe indica que “una tercera parte de la tierra agrícola está degradada y hasta el 75% de la diversidad genética de los cultivos se ha perdido;” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015). Sumando la actual dependencia de los combustibles fósiles que representan más del 20% de las emisiones de GEI.

Así mismo, en América Latina y el Caribe 820,8 millones de personas no tienen acceso a una alimentación saludable (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura , 2018); sin embargo, 1/3 de la comida producida se pierde o se desperdicia a lo largo de la cadena alimentaria, producción, cosecha, procesamiento, distribución y consumo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2012); generando un impacto considerable en términos de ocupación de suelo, huella de carbono y huella hídrica (Red de especialistas en agricultura , 2016).

En el contexto local, la interrumpida comunicación por el cierre parcial e indefinido de la vía Bogotá -Villavicencio, ha generado pérdidas millonarias en el sector agroalimentario y de transporte de carga, acarreando consigo el desabastecimiento de alimentos de la canasta básica familiar y la volatilidad de los precios por el sobre costo de los fletes de transporte que han significado un aumento del 40% por los largos trayectos que representa tomar la vía alterna. Según las cifras del Registro Nacional de Despachos de Carga “entre Cundinamarca y el Meta se movilizan cerca de 1,6 millones de toneladas anuales, es decir, 1,45% del total nacional en donde se registran 112 millones de toneladas” (La República, 2019). Según el ministro de Agricultura, Andrés Valencia, “al principal punto de comercio de alimentos del país, Corabastos, ha dejado de llegar cerca de mil toneladas de alimentos” (El Nuevo Siglo , 2019).

Siendo un agravante a la problemática local que constituye la falta de un plan municipal de seguridad alimentaria y nutricional (SAN), que desarrolle la política pública nacional de SAN (Guevara, 2017); con el objeto de “combatir el hambre, la malnutrición y garantizar el derecho a la alimentación y la seguridad alimentaria de toda la población colombiana” (Ministerio de Salud y Protección Social, 2015); en este punto se reconoce como una de las estrategias centrales la aplicación de prácticas agrícolas orientadas a la producción limpia y sostenible (Guevara, 2017).

lo cual conlleva al planteamiento transicional de un sistema alimentario sostenible “que garantiza la seguridad alimentaria y nutricional para todos, de forma que no comprometan las bases económicas, sociales y ambientales de las futuras generaciones” (Organización Panamericana de la Salud, S. f.). Se produce en distintos modelos; local y mundial; y sectores; público y privado. Instando los enfoques agroecológicos para la conservación y aumento de la biodiversidad agrícola hasta en un 30% en comparación con la agricultura tradicional (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura , 2018).

### **Formulación del problema**

¿Cuáles son las consideraciones teórico-prácticas para el desarrollo de un modelo piloto de agricultura urbana, mediante la producción sostenible de alimentos, con la gestión integral de los



recursos naturales y la autosuficiencia alimentaria familiar, en el barrio Danubio de la comuna 5 de Villavicencio?

### **Hipótesis**

Es factible el desarrollo de un modelo piloto de agricultura urbana en el barrio Danubio de Villavicencio; como alternativa de producción sostenible de alimentos para la autosuficiencia alimentaria familiar y la gestión de los recursos naturales

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Desarrollar un modelo piloto de agricultura urbana aplicando el método Biointensivo para la producción de alimentos de autoconsumo de 5 núcleos familiares y la gestión de la Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos en el barrio Danubio de Villavicencio.

### **Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico socio-ambiental en el barrio Danubio, con la aplicación de encuestas, mediante la matriz de análisis FODA. Para la selección de 5 núcleos familiares beneficiarios.
- Implementar un sistema de agricultura urbana, incorporando en el diseño los principios del método de cultivo biointensivo para la producción de alimentos de autoconsumo de 5 núcleos familiares.
- Socializar los resultados de investigación con la comunidad, abriendo un espacio de interacción y aprendizaje del método Biointensivo con los diferentes actores que conforman la cadena la producción consumo de alimentos; el gobierno, como ente regulador, el agricultor y el consumidor.

## Justificación

La transición transformacional del sistema alimentario es una realidad propuesta en la Agenda 2030 como parte de las metas en los ODS 12 Producción y Consumo Responsable; bajo el lema de producir “más con menos” revirtiendo el impacto social, económico y ambiental que causa la necesidad básica de alimentarse (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015). Siendo la alimentación un derecho fundamental de cada persona; donde se establece que el alimento debe ser suficiente, saludable, disponible y accesible en todas las circunstancias (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2001). Sin embargo; el incremento exponencial de la producción de alimentos para cubrir la demanda (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015), “ha generado la pérdida en la calidad del suelo, seguida por el agotamiento de los recursos hídricos y la pérdida de biodiversidad” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017); cambiando los hábitos alimentarios y la exclusión de todos los que no alcanzan los estándares requeridos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017). En América Latina y el Caribe (en adelante ALC); se representa la “paradoja interna” de exportar alimentos saludables con alto valor nutricional e importar alimentos procesados de bajo costo; que está costando en la salud de las personas; en general, las poblaciones socialmente excluidas tienen más dificultades para acceder a opciones de consumo saludables (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017).

Según el programa de las Naciones Unidas para los asentamientos humanos, “ALC necesita crear centros urbanos que sean ambientalmente sostenibles, promover la inclusión social, favorecer el empleo local y reafirmar la primacía de los espacios públicos. un punto de partida para esta transformación es la agricultura urbana y periurbana” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014).

En distintos países la agricultura urbana a partir de métodos agroecológicos ha resultado ser una opción complementaria viable para mejorar la seguridad alimentaria y nutricional de los hogares; al tener acceso a alimentos frescos y naturales, de modo que se mejora y diversifica su

alimentación, modificando sus hábitos alimenticios; generación de ingresos y empleo a partir de la comercialización de excedentes; impulsando la economía local; permitiendo además, la reducción de la huella de carbono y la huella de agua; utilizando los recursos locales; para crear comunidades resilientes e impulsar el desarrollo sostenible urbano (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2018).

De acuerdo con las razones expuestas anteriormente; el desarrollo de este modelo piloto de agricultura urbana, contiene el método de cultivo Biointensivo, por ser “un tipo de agricultura viable para la producción orgánica e intensa de alimentos”, en referencia la palabra biointensivo es el “desarrollo biológico potente del suelo” con incidencia en la construcción de suelo fértil (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales , 2009). Representado como una alternativa de solución y construcción de tejido social; beneficia a 5 núcleos familiares del barrio Danubio mediante la producción y consumo de alimentos orgánicos e incorpora el reciclaje y aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos producidos por el corte de césped y/o poda y de agua lluvia. Permitiendo la reconversión de espacios infrautilizados y la consolidación de un sistema agroecológico que sustenta la posibilidad de producir alimentos que complementan las necesidades alimentarias familiares y favorecen positivamente en el cuidado y protección de los recursos naturales. “La agricultura urbana contribuye a la construcción de comunidades saludables y resilientes” (Centro de Recursos en Agricultura Urbana y Seguridad Alimentaria, 2009).

### **Alcance**

El desarrollo de este modelo piloto de agricultura urbana; se establece en el Barrio Danubio de la ciudad de Villavicencio; para la reconversión de un espacio infrautilizado en una huerta orgánica demostrativa aplicando el método Biointensivo; desarrollando el reciclaje de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos producidos por el corte de césped y poda y la captación y aprovechamiento de agua lluvia para la consolidación de un sistema sustentable y productivo.

Específicamente, el alcance del proyecto responde a la producción sostenible de alimentos de autoconsumo, teniendo en cuenta las consideraciones teórico prácticas del método biointensivo y referentes bibliográficos en agricultura orgánica; como modelo piloto se llevó a cabo en zona residencial en un área de propiedad privada dispuesta para tal fin (lote con dirección en la calle 17 N° 7 del barrio Danubio), a partir de la cual se realizó el diseño, planificación e implementación de un sistema que integra la producción y cosecha de hortalizas con alto valor nutricional para el autoconsumo de 5 núcleos familiares establecidos según criterios de selección.

Con el propósito de promover una cultura de producción y consumo sostenible; enriquecida con una diversidad de alimentos saludables que favorecen a 5 núcleos familiares en calidad de beneficiarios; que busca facilitar el acceso a alimentos con un alto valor nutricional que sirva de complemento para una dieta saludable.

“Cada alimento que sale de la huerta significa menos uso de petróleo, recursos y menos contaminación del aire y del suelo que se derivan del cultivo, procesamiento y transporte de alimentos a nivel comercial” (Ecology Action , 2010).

## Antecedentes

“La agricultura biológicamente intensiva es un método prolífico y sustentable para cultivar alimentos que tiene sus raíces en la historia de la humanidad: era practicada en Etiopía hace 5,000 años, en China, Japón y Corea hace 4,000 años, en Grecia hace 2,000 años y en la cultura Maya hace 1,000 años” (Ecology Action , 2009). El Método Biointensivo de Cultivo (Grow Biointensive) “más alimentos en menos espacio” ha sido desarrollado por John Jeavons y Ecology Action, e implementado exitosamente en 142 países; con el fin de promover un movimiento mundial que se encamine hacia una agricultura biológicamente intensiva y sustentable. John Jeavons estima que con la agricultura Biointensiva el tiempo para crear suelo fértil es de 8 años y medio; lo que naturalmente tomaría aproximadamente 500 años (Ecology action, 2012). A continuación, relaciono un estado en el tiempo de las iniciativas más representativas desarrolladas aplicando el método Biointensivo (Ecology Action , 2010):

En 1972, la Corporación Syntex de Palo Alto, California ofreció 1.52 hectáreas de sus terrenos en el Parque Industrial Stanford; del cual se destinaron 0.2 hectáreas para un huerto de investigación y el resto se convirtió en un huerto comunitario.

En 1984, el método Biointensivo se expandió a nivel mundial; a través del programa Menos y Mejores en una de las áreas más pobres de México, se establecieron 200 camas de cultivo biointensivo en 67 pueblos del área; donde se redujeron de manera significativa el hambre y desnutrición predominantes.

Así mismo, en Kenia se fundó el Centro Agrícola Manor House en una escuela de varones cerca de Nairobi, con un programa de 2 años para capacitar a los estudiantes graduados en agricultura Biointensiva.

En 1986, el Instituto Internacional de Reconstrucción Rural en Filipinas; ayudó en el establecimiento del Proyecto de Horticultura Biointensiva en la isla de negros, el cual estableció 300 camas de cultivo Biointensivo como parte de un proyecto de UNICEF para niños desnutridos.

En 1994, se fundó el Proyecto CIESA Centro de Investigación y Enseñanza de Agricultura Sostenible; iniciaron como una huerta demostrativa y educativa en el Valle de Las Golondrinas, Provincia de Chubut, Patagonia Argentina, poniendo en práctica el Método Biointensivo. Con el objetivo de “presentar una alternativa de auto-suficiencia ante el fenómeno de la masiva emigración del campo a las ciudades, lo que implica además del desarraigo y la transculturización, el aumento del desempleo, la pobreza extrema, desnutrición y la mortalidad infantil”; mediante experiencias realizadas en la región desde 1994 ha demostrado: producir entre 2 y 3 veces más que el promedio de la misma, con la utilización de hasta 1/5 menos de agua, e incrementando la cantidad de materia orgánica del suelo, mediante el uso único de herramientas manuales y siendo sostenible. Luego de numerosas pruebas y ensayos, se afirma que una familia de 4 personas puede obtener entre el 40-60% de su dieta vegetariana; desde 1994 hasta junio 2018 ha capacitado a más de 10.000 personas en más de 130 talleres de Huerta Orgánica Biointensiva en Argentina, Chile, Paraguay, Uruguay, Bolivia, Perú, Colombia, País Vasco (Pía & Jordan , Proyecto Ciesa Centro de investigación y enseñanza de Agricultura Sostenible, 2018).

A partir de 1980, a nivel mundial, se comienza a mencionar el concepto de Agricultura Urbana con la aplicación de prácticas agroecológicas, ganando importancia y adquiriendo nuevas características relacionadas tanto con la soberanía alimentaria, la calidad de los alimentos y la generación de empleo, como con la mejora de la calidad de vida, la educación ambiental, las relaciones sociales, la transformación social y la regeneración urbana (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014). Huertos comunitarios, escolares, familiares, son los que se han desarrollado con casos de éxito a nivel mundial; mención de algunos de ellos: Huertos Little City en Berkeley California, Huertos comunitarios P-Patch en Berkeley California, Growing Home en Chicago, Huerto Brooklyn en New York, Huerto City Farm en Milwaukee, Huerto Orgánico de la Casa Blanca en Washington, Huerto Comunitario Fenway Garden Society, Huerto Brother Nature Farm, Huerto Comunitario Benson en Omaha, Huertas Casitas Bíblicas en Bogotá, Huertas Sembrando Barrio en Bogotá; entre otros. En los últimos años la FAO ha promovido la agricultura urbana y periurbana en América Latina y el Caribe, a través de iniciativas en las que han participado los gobiernos de los países, las alcaldías, la sociedad civil y organismos no gubernamentales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014).

## Marco de Referencia

### Marco Teórico

Entendiendo la agricultura urbana como el término que referencia la sostenibilidad ambiental y social en las ciudades, con un enfoque agroecológico; se compilan las siguientes definiciones. Según Miguel A. Altieri, la agroecología sustenta sistemas productivos y conservadores de los recursos naturales, culturalmente sensibles, socialmente justos y económicamente viables; equivalente a la capacidad de mantenerse o volver a un estado innato de estabilidad natural; siendo el equilibrio en el agroecosistema la condición que prevalece para que sea sano y productivo (Altieri, 1995).

Rudolf Steiner; referencia la importancia de establecer un equilibrio entre todos los factores que sostienen y favorecen la vida; que permiten crear un balance entre las diversas funciones de la tierra, considerando la tierra como un sistema vivo; con capacidad de transmitir a las plantas la nutrición y energía que les permitan crecer; cuando hay un desequilibrio del sistema la planta enferma, y no es la planta en sí misma la que está enferma sino el medio en el cual ella vive, particularmente la tierra donde crece (Pfeiffer, 1992). Alan Chadwick, discípulo de Steiner indica; “Devuélvele al suelo tanto como le has quitado, y aún un poco más, y la naturaleza te recompensará con abundancia” (Aloe de Sorbas, 2014).

Stephen Gliessman; define la agroecología como “la aplicación de conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles”; el cual se mantiene productivo sin degradar su base de recursos manteniendo la dinámica y reciclaje de nutrientes, la eficiencia en el uso de energía y la productividad total del agroecosistema; propone los siguientes niveles para la transición o conversión a un sistema alimentario sostenible; 1) Incrementar la eficiencia de prácticas convencionales; 2) Sustituir prácticas e insumos convencionales por prácticas alternativas sostenibles; 3) Rediseñar el agroecosistema de forma que funcione sobre las bases de un nuevo conjunto de procesos ecológicos; 4) Re-establecer una conexión más directa entre los productores y consumidores; 5) Construir un nuevo sistema alimentario global basado en



la equidad, la participación, la democracia y la justicia, que ayude a restaurar y proteger los sistemas de soporte vital de la tierra de los que todos dependemos (Aiterwegmair, García, & Tapias, 2019).

John Jeavons, Director de Ecology Action plantea la agroecología en base al método de cultivo biointensivo autosustentable; “que no solo produce alimentos nutritivos y orgánicos, sino también reconstruye y mejora la fertilidad del suelo, además, brinda una solución a la seguridad alimentaria familiar y a la soberanía alimentaria” frente al cambio climático; se fundamenta en la aplicación de 10 principios; 1) Preparación profunda del suelo, 2) Uso de composta, 3) Uso de semilleros, 4) Siembra cercana, 5) Asociación de cultivos, 6) Rotación de cultivos, 7) Cultivo de composta, 8) Cultivo de calorías, 9) Uso de semillas de polinización abierta, 10) Integración de todos los principios (Ecology Action , 2010).

### **Marco Conceptual**

A continuación, se especifican algunos de los conceptos básicos utilizados durante el proceso de desarrollo del modelo piloto de agricultura urbana. En función del respeto a la tierra, al agua, al paisaje, a los agricultores y a los consumidores; en armonía con los equilibrios naturales; considerando al suelo como un organismo vivo, en la cual se reduce y eliminan los riesgos asociados al uso de agroquímicos; favoreciendo la salud del agricultor, el consumidor y el entorno natural (Gras, 2012).

### **Método Biointensivo.**

El método biointensivo recrea patrones de la naturaleza como un tipo de agricultura orgánica sustentable a pequeña escala para la producción de alimentos de autoconsumo y la comercialización de excedentes; dada en función de la fertilidad del suelo; lo que sugiere mantener un balance nutricional en el mismo; a través del reciclaje de nutrientes y el abastecimiento de materia orgánica; siendo, el cultivo del suelo el factor principal para favorecer el desarrollo de plantas sanas y vigorosas; en el entendido que “solo puede crecer lo que el suelo puede mantener”

(Jeavons & Cox, El Huerto Sustentable Cómo obtener suelos saludables, productos sanos y abundantes , 2016).

El suelo saludable es vivo y dinámico; se dinamiza con poblaciones de macro y microorganismos que van cambiando su población de acuerdo a la profundidad y disponibilidad de aire y nutrientes; requiere un escenario equilibrado entre Microorganismos, Materia Orgánica y Minerales; se reconoce como el sistema de las “3 eMes”; Además de este conjunto se incluye el agua y el aire (Simón, 2016). “Las plantas, al igual que los niños, en su fase de crecimiento necesitan nutrirse y la mejor forma de proporcionar esta alimentación a las plantas es a través de un suelo naturalmente sano” (Jeavons & Cox, El Huerto Sustentable Como obtener suelos saludables, productos sanos y abundantes, 2016).

A partir de la aplicación de la doble excavación del método biointensivo; se busca producir un suelo suelto y esponjoso de 60 cm de profundidad, con un 50% de espacio poroso para el aire y el agua (25% para cada uno de los elementos) y el 50% restante se divide entre minerales, microorganismos y materia orgánica (45% minerales/microorganismos y 5% materia orgánica); esta condición, facilita el transporte de nutrientes y el crecimiento de las raíces; sin embargo, en un huerto nuevo el suelo suelto “puede ser tan sólo de 38 a 45 cm de profundidad, los microorganismos, las lombrices, las raíces y el agua lograrán que se haga un poco más profundo cada año” (Jeavons & Cox, El Huerto Sustentable Como obtener suelos saludables, productos sanos y abundantes, 2016).

### **Materia Orgánica.**

Es el principal reservorio de nutrientes en el suelo; a través de los procesos de descomposición de vegetales y de materia animal y la acción de los microorganismos formadores de Humus; la fracción más estable de la materia orgánica; la calidad y disponibilidad es más importante que la cantidad; los niveles óptimos varían de 3,5 a 7 % dependiendo del suelo (Simón, 2016).

### **Bocashi.**

Mediante el término bocashi, que proviene de la lengua japonesa, se designa la materia orgánica en fermentación o el abono orgánico fermentado mediante microorganismos nativos del suelo. La preparación de los abonos fermentados tipo bocashi se define como un proceso de semi-descomposición aeróbica (con presencia de oxígeno) de residuos orgánicos por medio de poblaciones de microorganismos, quimioorganotróficos (microorganismos que pueden tomar la materia orgánica del suelo y hacerla entrar en el mundo vivo, gracias a la energía química de la tierra) que existen en los propios residuos, con condiciones controladas, y que producen un material parcialmente estable de lenta descomposición en condiciones favorables y que son capaces de fertilizar a las plantas y al mismo tiempo nutrir la tierra (Restrepo, 2007).

### **Biofertilizantes.**

Según Jairo Restrepo Autor del libro el A, B, C de la Agricultura Orgánica, son abonos orgánicos líquidos; en función de nutrir, recuperar y reactivar la vida del suelo; estimular la protección de los cultivos contra ataque de insectos y enfermedades. “Funcionan principalmente al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas”; a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y co-enzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo (Restrepo, 2007).

### ***Biofertilizante Súper Magro***

La fórmula de este biofertilizante fue ideada por el agricultor Delvino Magro con el apoyo de Sebastián Pinheiro. establece la independencia de las transnacionales de fertilizantes altamente solubles de la industria; se integra principalmente de los siguientes ingredientes; agua (sin tratar), mierda de vaca; melaza (o jugo de caña); leche (o suero); roca fosfatada; ceniza; sulfato de zinc; cloruro de calcio; sulfato de magnesio; sulfato de manganeso; cloruro de cobalto; molibdato de sodio; bórax; sulfato ferroso; sulfato de cobre. (Restrepo, 2007). La aplicación se realiza vía foliar; en Hortalizas; la dosis recomendada es de 2 al 5%; en el tomate una dosis del 2 al 5%; durante

todo el ciclo del cultivo un total de 6 a 8 aplicaciones; y la remolacha una dosis del 3 al 5%; durante todo el ciclo del cultivo un total de 3 a 5 aplicaciones (Restrepo, 2007).

### **Microorganismos Eficientes o Microorganismos de Montaña Activados.**

Se denominan microorganismos eficientes porque están condicionados genéticamente a producir suelo; ayudan a mantener el equilibrio del suelo y de la rizósfera evitando enfermedades (Simón, 2016).

Según la definición de Jairo Restrepo Autor del A, B, C de la Agricultura Orgánica, “un microorganismo eficiente, es un cultivo mixto de microorganismos benéficos que se encuentran en la naturaleza y que pueden ser aplicados directamente al suelo o a las plantas para aumentar la diversidad microbiológica, o como inoculante para los abonos fermentados tipo bocashi”; contienen especies de microorganismos; entre ellas, poblaciones predominantes de lactobacillus, levaduras y un número menor de bacterias fotosintéticas, actinomicetos y otros tipos de organismos; estos son compatibles entre sí y pueden coexistir en un medio líquido y no contienen microorganismos modificados genéticamente (Restrepo, 2007).

### **Mulch o Acolchado de suelo.**

El acolchado puede ser orgánico o inorgánico; en este caso se plantea el reciclaje y aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (en adelante Forsu), producto del corte de césped y poda; evocando una sucesión natural en el sistema. El acolchado cumple diferentes funciones; protege el suelo de los rayos solares reduciendo la evaporación de agua, aumenta la actividad macro y microbiana, retiene mayor humedad en la tierra y fomenta el intercambio de nutrientes en las raíces y funciona como control de hierba; “Los suelos deben estar permanentemente cubiertos para conservar la humedad, controlar la proliferación de especies invasoras y promover fertilidad” (Gras, 2012).

### **Agua lluvia.**

El manejo del agua es el eje central de los sistemas agroecológicos; siendo el agua lluvia una fuente de abastecimiento confiable, limpia (destilada), con bajo contenido de sales e independiente de la red municipal; el manejo de agua lluvia consta de 4 pasos: Captación, conducción -intersección, almacenamiento, y uso; las consideraciones más importantes para el diseño del sistema de captación de agua de lluvia son; la precipitación pluvial de la región, área de captación, cantidad de agua requerida, la capacidad de almacenamiento y coste de materiales y mano de obra (Gras, 2012).

### Marco Legal

A continuación, en la tabla 1 se relaciona el marco normativo que aplica social y ambientalmente en el desarrollo del modelo piloto de agricultura urbana orientado al cumplimiento de las metas propuestas en la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030, en el ODS 12 “Producción y Consumo Responsable”.

**Tabla 1** *Marco Legal*

<b>Norma</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pertinencia con el Proyecto</b>
Constitución Política de Colombia	Artículo 44	Derecho fundamental, la alimentación nutritiva y equilibrada como estrategia para garantizar su desarrollo armónico e integral.
	Artículo 65	La producción de alimentos gozará de la especial protección del Estado; para tal efecto, se otorgará prioridad al desarrollo integral de las actividades agrícolas.
Ley 1355 de 2009	por medio de la cual se define la obesidad y las enfermedades crónicas. (Artículo 4)	Estrategias para promover una Alimentación Balanceada y Saludable. Donde el Gobierno Nacional a través del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, deberá establecer mecanismos para fomentar la producción y comercialización de frutas y verduras, con participación de los entes territoriales, la empresa privada y los gremios de la producción agrícola.
Decreto 2055 de 2009	Por medio del cual se crea la Comisión Intersectorial de Seguridad Alimentaria y Nutricional	Se encarga de la coordinación y seguimiento de la Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional -PNSAN
Decreto 280 de 2015	Por medio del cual se adoptan los ODS. (Objetivos 2, 12, 17)	Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles para lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros resilientes y sostenibles.

**Tabla 1.** Continuación

Decreto 2811 de 1974	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. (Artículos 2, 3, 8, 9, 137)	Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguren el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos.
Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible	El Estado Colombiano promueve y enlaza el mejoramiento ambiental y la transformación productiva. (Objetivos 2, 3)	Orientar el cambio de los patrones de producción y consumo de la sociedad colombiana hacia la sostenibilidad ambiental; crear una cultura de producción y consumo sostenible y fortalecer el marco institucional dentro del territorio nacional.
Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional	Conpes 113 de 2008	Garantizar que toda la población colombiana disponga, acceda y consuma alimentos de manera permanente y oportuna, en suficiente cantidad, variedad, calidad e inocuidad. Para ello establece las siguientes líneas de acción: suministro de alimentos y desarrollo de mercados; impulso a las formas asociativas y acceso a factores productivos; garantía de acceso a los alimentos; protección de la salud y la nutrición; investigación científica y tecnológica; y el fortalecimiento de capacidades humanas.
Política Nacional Fitosanitaria y de Inocuidad para las cadenas de frutas y otros vegetales	Conpes 3514 de 2008	Mejorar el estatus fitosanitario y la inocuidad de las frutas y otros vegetales, con el fin de proteger la salud y la vida de las personas y preservar la calidad del ambiente, de esta manera se garantizan las condiciones de salubridad para las condiciones nutricionales de los niños.
Proyecto de Ley 128 de 2010	por la cual se establece la agricultura urbana como política pública de mejoramiento de calidad de vida. (Artículo 2)	La Agricultura urbana se desarrollará bajo los siguientes principios: promoción de hábitos de vida saludable y buenas prácticas de alimentación y nutrición; accesibilidad a alimentos saludables, diversos y de calidad; fomento a la producción limpia, ecológica y sostenible; aprovechamiento, uso y manejo de residuos orgánicos para la reutilización de la agricultura urbana y el fortalecimiento de la participación comunitaria, la organización y la inclusión social.

**Nota.** Descripción del marco normativo que aplica en la implementación del Modelo Piloto de Agricultura Urbana.

Por Dayan Moreno, 2019.

## **Metodología**

### Fases Metodológicas

#### **Fase I. Diagnóstico Socio - Ambiental**

Se realizó el diagnóstico socioambiental, a fines de reconocer y contextualizar la importancia del desarrollo del modelo piloto de agricultura urbana en relación a la responsabilidad social, ambiental y el cumplimiento del ODS 12; con la población objeto de estudio del barrio Danubio.

#### **Información Primaria.**

Se realizó mediante la aplicación de encuestas a la población del barrio Danubio; en primer lugar, se llevó a cabo la formulación de encuestas, de tipo personal (ver cuestionario en el Apéndice A); seguidamente la definición de la muestra; tomando como base el método de muestreo aleatorio simple y la aplicación de la fórmula de poblaciones finitas, considerando la información aportada por la presidenta de acción comunal del barrio Danubio; finalmente, la aplicación de encuestas, el criterio elegido para la muestra fue encuestar a la persona que encabeza el núcleo familiar en cada caso.

#### **Procesamiento de la Información.**

Se efectuó mediante la tabulación de los datos, que permite la codificación y transcripción de los resultados obtenidos en la información primaria; estableciendo los porcentajes de las respuestas obtenidas y representándolos en gráficas que explican las relaciones existentes entre las variables analizadas.

#### **Interpretación y análisis de la Información.**

A partir de la información obtenida se desarrolló el análisis de resultados; en este caso se realizó mediante la matriz de análisis FODA; permite crear estrategias que suponen un factor importante

para el diseño, planificación y desarrollo del modelo piloto de agricultura urbana en función del cumplimiento de las metas de la Agenda 2030 para el ODS 12 “producción y consumo responsable”.

### **Determinación criterios de selección.**

Se determinaron 2 criterios de selección específicos para elegir 5 núcleos familiares beneficiarios.

### **Fase II. Implementación Modelo Piloto de Agricultura Urbana**

El modelo piloto de agricultura urbana se desarrolló considerando la aplicación integral de los principios del método de cultivo Biointensivo propuesto por Jhon Jeavons, Director de Ecology Action y autor del libro “el huerto sustentable como obtener suelos saludables, productos sanos y abundantes”. Para el establecimiento y la consolidación de una huerta orgánica demostrativa; que representa una alternativa de solución para la producción y consumo de alimentos saludables y amigables con el medio ambiente, beneficia a 5 núcleos familiares del barrio Danubio; y se presenta a fin con las metas propuestas en la agenda 2030 para el ODS 12 “producción y consumo responsable”. La implementación y desarrollo de este modelo agroecológico se desarrolló en 4 etapas; planificación; ejecución; seguimiento y control y producción.

### **Planificación.**

Se desarrolló teniendo en cuenta la integralidad de los principios de cultivo Biointensivo; en primer lugar, se establecieron las consideraciones de diseño, que representan la base de todo el modelo; en este apartado se consideró; la ubicación, tamaño y orientación para la distribución espacial de todos los elementos que conforman el sistema biointensivo: camas de cultivo, semillero; sistema de captación y almacenamiento de agua lluvia, sistema de reciclaje y almacenamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos producto del corte de césped y poda; y, por último, cultivos a sembrar; condicionados con los siguientes criterios de selección; 1) semillas de polinización abierta de variedades de hortalizas con alto valor nutricional; 2) tipo de hortaliza de mayor consumo según las preferencias en la población de estudio.



### **Ejecución.**

Se llevó a cabo de acuerdo con los siguientes referentes bibliográficos que abarcan el tema de estudio; Jhon Jeavons y Carol Cox autor del libro “El Huerto Sustentable Cómo obtener suelos saludables, productos sanos y abundantes”; Fernando Pía autor del libro “Huerta Orgánica Biointensiva”; Jairo Restrepo Rivera autor del libro “A, B, C de la Agricultura Orgánica; Eugenio Gras autor del libro “Cosecha de Agua y Tierra Diseño con permacultura y Línea Clave”; y, Jesús Ignacio Simón autor del libro “manual de microbiótica en la remineralización de suelos”.

En este contexto, se realizó la implementación del sistema biointensivo aplicando los siguientes principios; preparación profunda del suelo, uso de composta, uso de semilleros, siembra cercana, asociación de cultivos, rotación de cultivos, uso de semillas de polinización abierta. Dando lugar, a las siguientes etapas de ejecución; adecuación del terreno; trazado de camas biointensivas; aplicación de abonos orgánicos, trasplante de semillero, captación y aprovechamiento de agua lluvia para riego, reciclaje y aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos orgánicos urbanos producto del corte de césped y poda como acolchado de suelo o Mulch. Para la producción y consumo de alimentos saludables y nutritivos, libres del uso de fertilizantes de síntesis química y agroquímicos en general; permitiendo la inclusión social y la creación de espacios infrautilizados en fuentes de producción de alimentos en función de la autosuficiencia alimentaria y el desarrollo urbano sostenible.

### **Seguimiento y Control.**

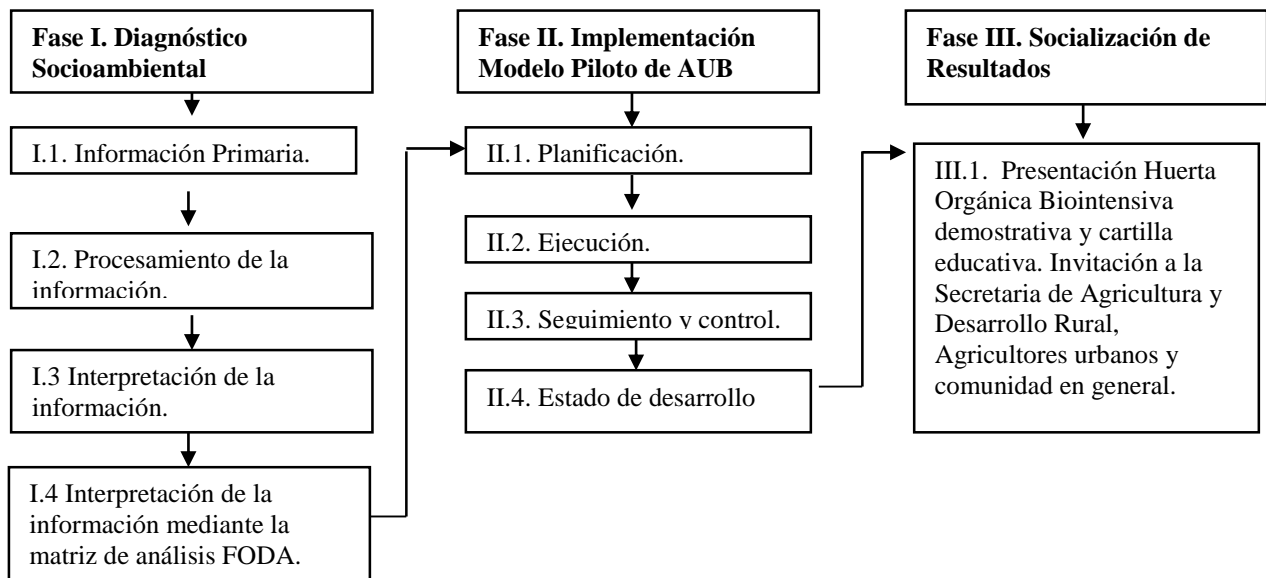
Se realizó el seguimiento y control de la ejecución del proyecto; mediante la observación y la aplicación de métodos ecológicos de carácter preventivo entorno al equilibrio nutricional del suelo, la variación de las condiciones meteorológicas y agentes externos; que influyen en el óptimo crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas. Considerando 4 elementos de referencia; bioindicadores, las deficiencias nutricionales, plagas y enfermedades y los daños mecánicos ocasionales.

**Estado de Desarrollo.**

Se realizó la comparación del sistema de siembra tradicional del centro de innovación y desarrollo de Sáenz Fety (CID) con el método biointensivo propuesto en el presente documento. Presenta el inventario del total de las plantas cultivadas en función de la producción de alimentos de autoconsumo que beneficia a 5 núcleos familiares del barrio Danubio.

**Fase III. Socialización de resultados**

La fase de socialización de resultados, constituye un espacio para la presentación de la consolidación de una huerta orgánica demostrativa del método biointensiva; y creación de una cartilla educativa que ilustra la importancia de producir alimentos saludables y nutritivos de autoconsumo de forma sostenible e integra las técnicas y métodos aplicados en el desarrollo del modelo piloto; presentada como alternativa de producción y consumo sostenible. Con el fin de promover el desarrollo de la producción sostenible y el consumo consciente para mitigar los impactos a nivel social, ambiental y económico derivados de los patrones de consumo y hábitos alimenticios que domina el sistema alimentario actual. En la figura 1 se presenta la ruta metodológica para el desarrollo del modelo piloto de agricultura urbana en el barrio Danubio de Villavicencio.



**Figura 1.** Esquema metodológico. Por Dayan Moreno, 2019.

## Resultados y análisis

### Fase I. Diagnóstico socio-ambiental

La primera fase del proyecto, se realizó teniendo en cuenta fuentes de información primaria; mediante la aplicación de encuestas; el procesamiento e interpretación de la información y la determinación de criterios de selección. Fue importante su desarrollo para la contextualización dimensional de los factores socio ambientales del caso de estudio y la selección de 5 núcleos familiares beneficiarios; los cuales se determinaron de acuerdo a el mayor grado de vulnerabilidad considerando 2 elementos; primero, que uno o varios miembros presente alguna condición de salud; referida a la existencia de alguna enfermedad aguda o crónica; y segundo, que sea madre/padre cabeza de hogar con 2 o más personas a cargo.

#### Información primaria.

Para la recolección de datos se realizaron encuestas. El muestreo seleccionado para el estudio fue muestreo simple aleatorio; se aplicó la fórmula para poblaciones finitas (Aguilar, 2005), el criterio elegido para la muestra, fue encuestar directamente a la persona que encabeza el núcleo familiar de cada casa encuestada del barrio Danubio. La muestra seleccionada fue de 53 hogares; considerando un total de 183 hogares. Según la información suministrada por la presidenta de la junta de acción comunal del barrio. En la tabla 2 se presenta la ficha técnica de las encuestas realizadas.

**Tabla 2.** *Ficha técnica de la encuesta*

<b>Ficha Técnica de la Encuesta</b>	
<b>Marco de Referencia:</b>	Dirigida a la Población del Barrio Danubio de la Comuna 5 de la ciudad de Villavicencio-Meta, Colombia.
<b>Características de los encuestados:</b>	Padre o madre cabeza de hogar que representa cada núcleo familiar.
<b>Tipo de muestreo:</b>	Muestreo Simple aleatorio.
<b>Propiedades de la muestra:</b>	Se aplicó la fórmula para poblaciones finitas: $n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + (Z^2 * p * q)}$

**Tabla 2.** Continuación

$$n = \frac{183 \cdot 1.96^2 \cdot 0.05 \cdot 0.95}{0.05^2 \cdot (183 - 1) + (1.96^2 \cdot 0.05 \cdot 0.95)}$$

n = 53

Dónde: n= tamaño de la muestra; N= 183 tamaño de la población; Z= 1.96 corresponde a un nivel de confianza del 95%; p= 0.05 proporción esperada; q= (1-p) en este caso 0.95; d= 5% nivel de precisión absoluta; referido a la amplitud del intervalo de confianza deseado en la determinación del valor promedio de la variable en estudio.

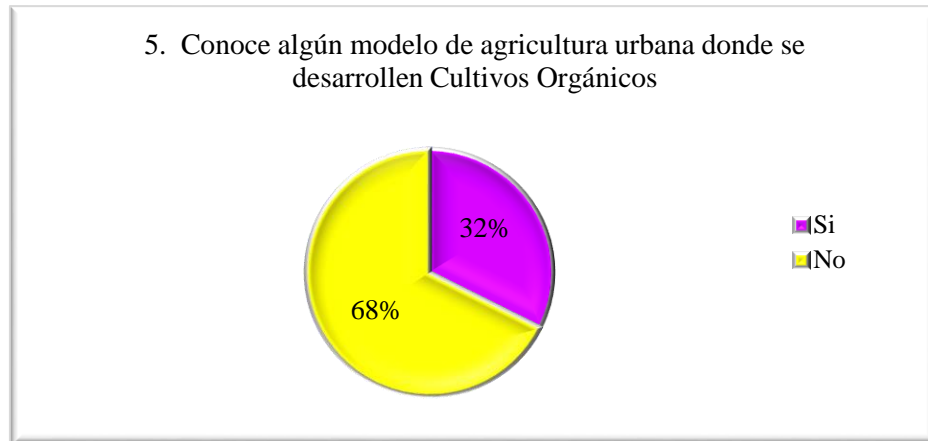
<b>Fecha de Realización y tiempo de recogida de datos:</b>	La encuesta se aplicó en el mes de agosto de 2019 con un periodo de tiempo de 6 días.
<b>Autor de la encuesta:</b>	Dayan Moreno

**Nota.** Aplicación de fórmula de poblaciones finitas. Por Dayan Moreno, 2019.

**Procesamiento de la información.**

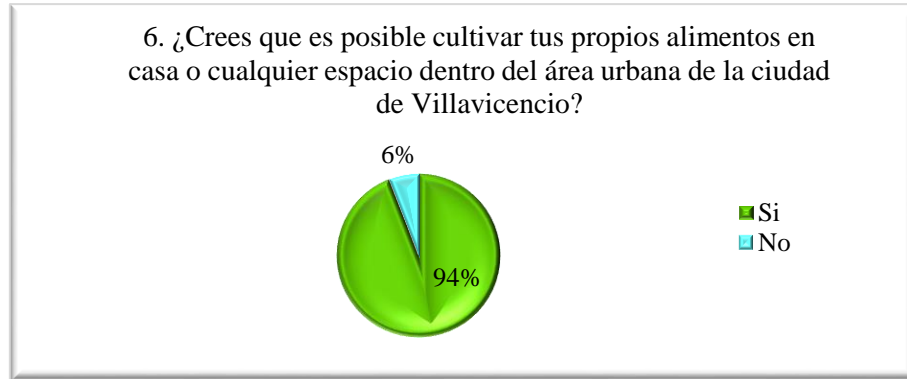
Los resultados fueron tabulados y reflejaron que la mayor parte de la población del barrio Danubio está conformada por núcleos familiares de 1 a 3 personas correspondientes al 62%, y el 38% lo conforman núcleos familiares de 4 a 6 personas. Dentro del rango de edades, el 34% de la población se encuentra entre los 31 y 60 años siendo el de mayor presencia, seguido por jóvenes de 21 a 30 años con un 23%, adolescentes de 11 a 20 años con un 21% y niños entre los 0 a 10 años con un 18%; así mismo, hay una reducida presencia de adultos mayores de 60 años con un 4% respectivamente. El 56% de la población vive en casa propia, el 32% en casa arrendada y solo el 12% en casa familiar; además, la mayoría de la población es independiente con un representativo 46% en el que dicen tener su propio negocio (tienda, restaurante, papelería, miscelánea, internet, entre otros), el 36% es empleado y el 18% relaciona otro, refiriéndose a ninguna actividad económica actualmente.

En la figura 2 se observa que el 68% de la población desconoce el desarrollo de modelos de agricultura orgánica urbana; sin embargo, el 32% de personas dicen conocer el desarrollo de cultivos orgánicos en áreas urbanas del territorio nacional en las que mencionan los siguientes y relacionan los cultivos vistos: San Agustín; hortalizas y frijol; Medellín del Ariari; tomate; Cundinamarca; hortalizas, café y caña; Restrepo; aromáticas y frutales; Bogotá; lechuga, repollo, zanahoria, arracacha y fresas; y en Villavicencio; barrio Covisan; plátano, aguacate, mango y hierbabuena; barrio la Madrid; tomate y aromáticas.



**Figura 2.** pregunta # 5 realizada a la población del barrio el Danubio. Por Dayan Moreno, 2019.

En la figura 3, la población coincide con un resultado favorable del 94% respecto al 6%, que sí es posible cultivar alimentos de autoconsumo en la casa o cualquier área urbana de la ciudad; por otro lado, la figura 4 presenta opiniones divididas en cuanto a si es posible cultivar variedades de clima frío de un rango de temperatura de 12°C – 18°C, por ejemplo; lechuga, zanahoria, apio, cilantro, remolacha (Siplandi , 2012); en Villavicencio considerando temperaturas medias de 27°C (Alcaldia , S.F.). obteniendo un 53% negativo y un 47% positivo. Las personas que consideraron la posibilidad de llevar a cabo cultivos de clima frío en esta ciudad, piensan que sí es posible desde el punto de vista que se le brindan condiciones favorables en el suelo para que las plantas puedan desarrollarse. Siendo este un factor de estudio interesante; el cual será llevado a cabo en el desarrollo de este modelo piloto.



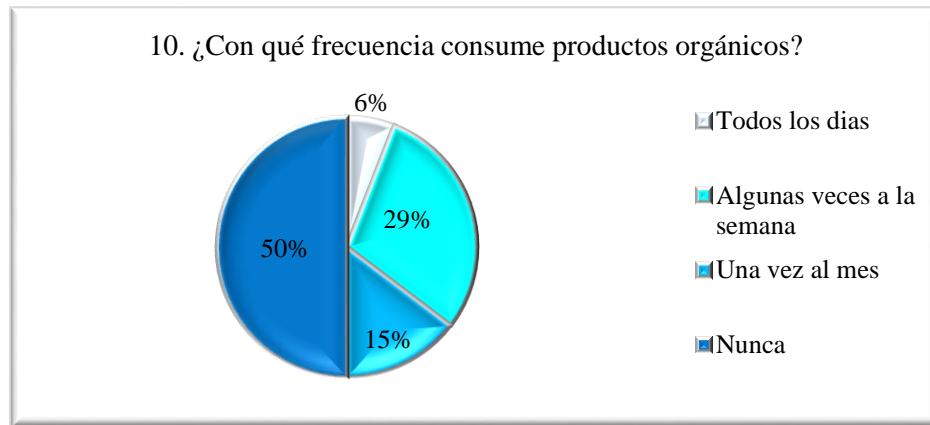
**Figura 3.** pregunta # 6 realizada a la población del barrio el Danubio. Por Dayan Moreno, 2019.



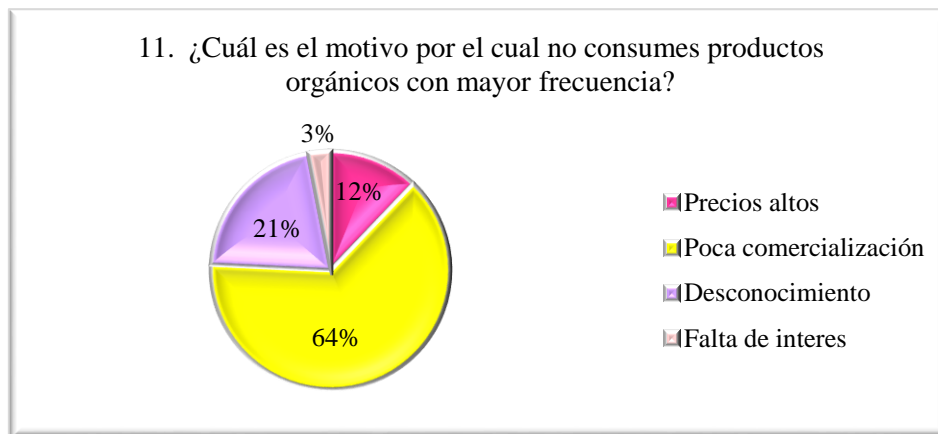
**Figura 4.** pregunta # 7 realizada a la población del barrio el Danubio, teniendo en cuenta los rangos de temperatura de clima frio de 12°C – 18°C y la temperatura de 27°C de la ciudad. Por Dayan Moreno, 2019.

En este contexto, tener una huerta orgánica es considerada una alternativa de valor que contribuye positivamente con el medio ambiente, además de la importancia significativa que representa el consumo de alimentos orgánicos en la salud; un consumo diario de frutas y verduras podría contribuir a la prevención de enfermedades de desnutrición, cardiovasculares y algunos cánceres; se calcula que cada año podría salvarse 1.7 millones de vidas si se aumentara lo suficiente el consumo de frutas y verduras (*Organización mundial de la salud*, 2014). Los resultados de la encuesta denotan una favorabilidad del 97% respectivamente; y la describen como una solución a las diferentes problemáticas locales de mayor importancia, encaminadas a la mejora en la calidad de vida. Lo que indica que es una apuesta con oportunidad de generar un cambio importante a nivel local y con posibilidad de ampliarse a nivel global; siendo las pequeñas acciones las que

suman y luego llegar a ser política pública la producción de alimentos libres de agroquímicos, porque es la salud del medio ambiente y la de los seres humanos la que está en juego. Las figuras 5 y 6 muestran que el 50% de la población de estudio nunca ha consumido productos orgánicos; seguido de un 23% que consume productos orgánicos algunas veces a la semana; un 15% con una frecuencia mínima de una vez al mes y solo el 6% tiene la posibilidad de consumir todos los días. En paralelo se plantean 4 motivos por los cuales no consumen productos orgánicos con mayor frecuencia; siendo la poca comercialización el factor determinante con un 64%; incidiendo el desconocimiento con un 21%; el 12% de las personas lo relacionan con precios altos; y solo el 3% no tiene interés en ello.

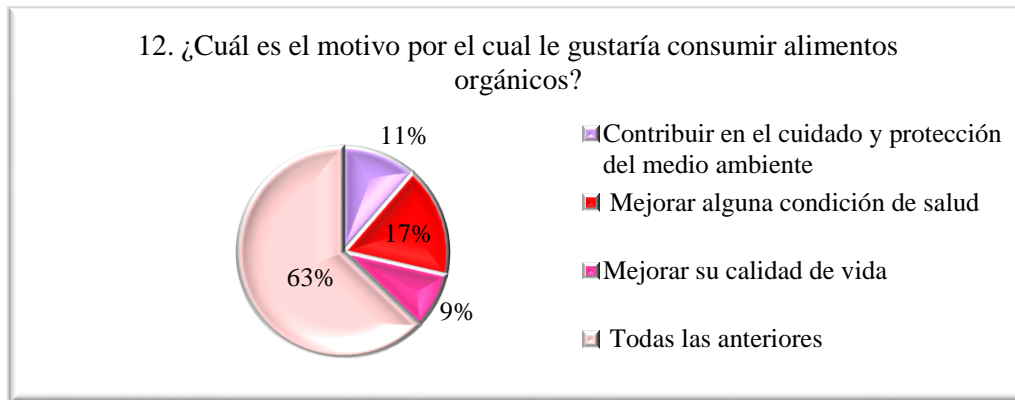


**Figura 5.** pregunta # 10 realizada a la población del barrio el Danubio. Por Dayan Moreno, 2019.



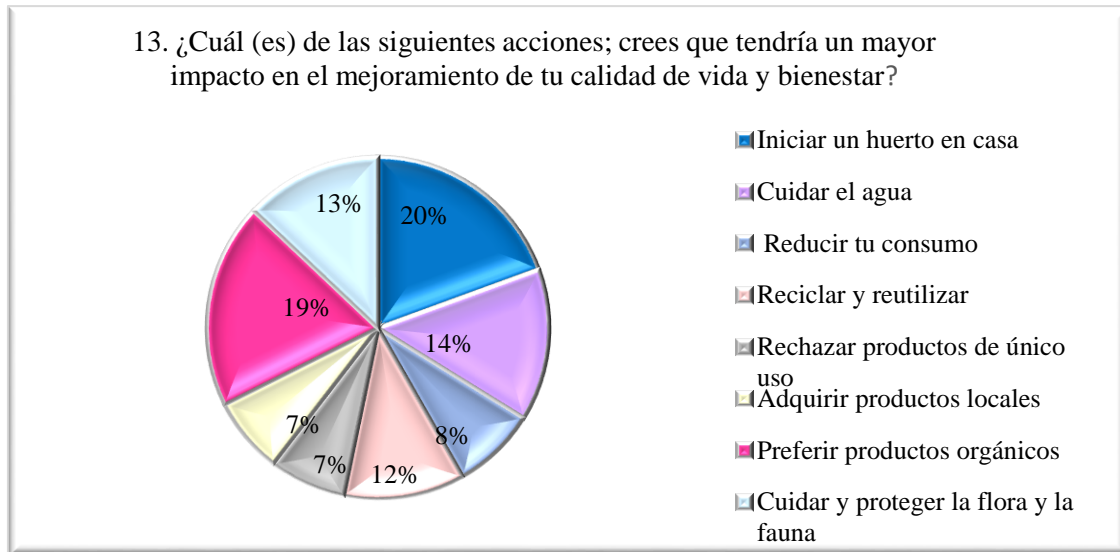
**Figura 6.** pregunta # 11 realizada a la población del barrio el Danubio. Por Dayan Moreno, 2019.

A continuación, se relaciona la importancia del consumo de alimentos con el objetivo de tener una mejor calidad de vida, pero, es incondicional que exista un sentido de pertenencia por el planeta y todos los recursos naturales del cual nos proveemos. Es clave cada decisión y elección, sabiendo que cada acto tiene una consecuencia y depende de cada uno si es positiva o negativa. La figura 7 presenta una respuesta global del motivo por el cual le gustaría consumir alimentos orgánicos del 63% la cual abarca 3 motivos de interés: 1) contribuir en el cuidado y protección del medio ambiente 2) mejorar alguna condición de salud y 3) mejorar su calidad de vida; así mismo, se evidenció que el 17% de la población tiene una condición de salud que le gustaría mejorar, tales como cáncer, diabetes, temblor esencial y otras no mencionadas; además el interés del 11% es contribuir con el cuidado y protección del medio ambiente y el 9% quiere mejorar su calidad de vida. Por otra parte, la figura 8 presenta la estrecha relación que existe para la mejora de la calidad de vida y bienestar en las personas del caso de estudio; donde se relacionan diferentes acciones de importancia para cada uno; donde el 20% de las respuestas coinciden en iniciar una huerta orgánica; seguida con un 19% de favorabilidad preferir productos orgánicos; un 14% dicen que cuidar el agua; un 13% cuidar la fauna y la flora; un 12% reciclar y reutilizar; un 8% reducir el consumo y en un 7% rechazar productos de único uso y adquirir productos locales.



**Figura 7.** Pregunta # 12 realizada a la población del barrio el Danubio. Por Dayan Moreno, 2019.





**Figura 8.** Pregunta # 13 realizada a la población del barrio el Danubio. Por Dayan Moreno, 2019.

Los resultados obtenidos; presentan el contexto social y ambiental del caso de estudio. El barrio Danubio es estrato 2; según la clasificación socioeconómica del DANE corresponde a un estrato bajo que albergan a los usuarios con menores recursos (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2015). En este sentido, esta población representa una situación de vulnerabilidad frente a las oportunidades de elección y decisión que modifica sus patrones alimenticios (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014); en este contexto el 97% de la población considera importante la producción y consumo de alimentos orgánicos para la salud y el medio ambiente, sin embargo, solo el 29% consume productos orgánicos algunas veces a la semana frente al 50% de la población que nunca ha consumido productos orgánicos; siendo la disponibilidad y accesibilidad el motivo por el cual no consumen con mayor frecuencia, el 64% se refiere a la poca comercialización, el 12% a los precios altos y el 21% no tiene conocimiento de la procedencia y naturaleza de los alimentos que consume. Así mismo, a la población le gustaría consumir alimentos orgánicos con mayor frecuencia para mejorar su calidad de vida, contribuir con el cuidado y protección del medio ambiente y el 17% mencionan la necesidad de mejorar su estado de salud; relacionando las siguientes enfermedades; cáncer, diabetes, temblor esencial y otras no especificadas. Siendo fundamental una alimentación nutritiva y diversa que incorpore frutas y verduras por el aporte de nutrientes esenciales, vitaminas, minerales y fibra (American Society of Clinical Oncology, 2017); según la OMS cerca de un tercio de las muertes por cáncer

se debe a la ingesta reducida de frutas y verduras, uno de los cinco principales factores de riesgo (Organización Mundial de la Salud, 2018).

Los resultados expuestos anteriormente, se enmarcan en el ámbito de la selección de 5 núcleos familiares beneficiarios que se presentan más adelante, respecto a los criterios de selección por los cuales se eligieron (ver tabla 4). Dan cuenta de la caracterización y percepción de la población que se vincula en el área de estudio, correspondiente al barrio Danubio de la comuna 5 de la ciudad de Villavicencio, se sitúa en la calle 17 N° 7, en un lote sin edificar de propiedad privada cuya área total es de 98 m<sup>2</sup>.

A continuación, se realizará la interpretación de los resultados obtenidos mediante la herramienta de análisis FODA que permite crear estrategias de acuerdo a las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que suponen un factor importante para el diseño, planificación y desarrollo del modelo piloto de agricultura urbana; en el contexto de las metas planteadas en los ODS 12 producción y consumo responsable de la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030 (Naciones Unidas , 2015): lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales (Meta 12.2); reducir el desperdicio mundial de alimentos y reducir las pérdidas de alimentos a lo largo de las cadenas de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha (Meta 12.3); lograr el manejo ambientalmente racional de los productos químicos y todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida (Meta 12.4); reducir la generación de residuos mediante la prevención, reducción, reciclaje y reutilización (Meta 12.5) y garantizar que las personas en todas partes tengan la información relevante y la conciencia para el desarrollo sostenible y los estilos de vida en armonía con la naturaleza (Meta 12.8).

### **Interpretación de resultados matriz de análisis FODA.**

En la tabla 3 se presenta la matriz de análisis FODA; instrumento metodológico que sirve para identificar acciones viables mediante el cruce de variables, y presentar estrategias posibles y factibles en la realidad del sistema (Peña, 2012).

**Tabla 3** *Matriz de análisis FODA*

	<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
<b>Matriz FODA</b>	F1. Producción de variedades de hortalizas	D1. Recursos económicos limitados
	F2. Producción de alimentos orgánicos para autoconsumo	D2. pérdida de diversidad genética de semillas
	F3. Aprovechamiento de agua lluvia	D3. Baja calidad del suelo
	F4. Aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos producidos por el corte de césped y poda	
	F5. Equilibrio natural	
<b>Oportunidades</b>	<b>Estrategia FO</b>	<b>Estrategia DO</b>
O1. Réplica del modelo piloto de AUB en otras áreas urbanas de la ciudad	Brindar las condiciones favorables en el suelo (materia orgánica, microbiología y minerales) para que se desarrollen los cultivos en óptimas condiciones	Gestionar apoyo con entidades públicas y privadas para fortalecer el área financiera del proyecto
O2. Diversidad nutricional en la dieta alimentaria de la comunidad beneficiaria	Cultivar lechuga, acelga, espinaca, cebolla larga, remolacha, zanahoria, tomate, apio, pepino, cilantro y aromáticas	Utilizar semillas de polinización abierta
O3. Disponibilidad y accesibilidad de alimentos orgánicos para una población vulnerable	Seleccionar 5 núcleos familiares en calidad de beneficiarios	Promover la producción y consumo de alimentos orgánicos en la población en general sin estratificaciones sociales y sea posible para todos
O4. Regeneración del suelo	Incorporar materia orgánica en el suelo (bocashi); inocular el suelo con microorganismos de montaña activados y reciclar la fracción orgánica de los residuos orgánicos urbanos producto del corte de césped y poda para acolchado en el suelo	Trabajar a favor del suelo, brindándole todas las condiciones favorables para mejorar la fertilidad del mismo; sin el uso de productos de síntesis química o agroquímicos
O5. Seguridad y soberanía alimentaria	Integrar todos los principios de cultivo Biointensivo	Mantener la producción y consumo de los alimentos orgánicos en el tiempo
O6. Comunidades resilientes	Generar consciencia de las oportunidades de valor de la AUB	Crear escenarios de socialización y educación como alternativa para crear redes de cooperación e intercambio de saberes

**Tabla 3.** Continuación

O7. Mejor uso de espacios vacíos en áreas urbanas	Reconvertir espacios infrautilizados en fuentes de producción de alimentos sanos, nutritivos y de calidad	Presentar huerta orgánica demostrativa de producción y consumo de alimentos saludables y amigables con el medio ambiente; con énfasis en el cumplimiento de las metas del ODS 12
O8. Reducción del uso de bolsas y empaques de único uso	Rechazar el uso de productos de único uso	Hacer elecciones conscientes de los productos que necesitamos, orientadas al cuidado de los recursos naturales
Amenazas	Estrategia FA	Estrategia DA
A1. Negación en la disposición de áreas para la implementación de modelos de AUB	Gestionar permisos en las juntas de acción comunal y/o propietarios de espacios privados	Ser creativos, recursivos y conscientes de los recursos naturales que están disponibles y que podemos aprovechar
A2. Incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos	Asociar cultivos y alelopatías benéficas	Mejorar la calidad del suelo para reducir las condiciones favorables donde se desarrollan plagas y enfermedades en los cultivos
A3. Daños mecánicos por factores climáticos	Mantener alerta en caso de cualquier evento para dar solución inmediata; reduciendo las posibilidades de pérdida total del cultivo o retraso en su desarrollo	Poner polisombra y/o cortavientos; aporcar cuando sea necesario, tutorar las plantas que así lo requieran como los tomates y pepinos e identificar daños ocasionales y espontáneos
A4. Daños mecánicos por animales domésticos (gatos y perros)	Realizar encerramiento del lugar para que impida el ingreso de gatos y perros	Rociar una pequeña cantidad de un tipo de ahuyentar de perros y gatos natural

**Nota.** Matriz FODA para el modelo piloto de AUB en el barrio Danubio. Por Dayan Moreno, 2019.

**Análisis de la matriz FODA.**

**Fortalezas.**

La articulación del modelo piloto de agricultura urbana se fundamenta en las metas propuestas en la agenda de desarrollo sostenible 2030. En este sentido se reconocen cinco fortalezas; F1. Producción de variedades de hortalizas; F2. Producción de alimentos orgánicos para autoconsumo; F3. Aprovechamiento de agua lluvia; F4. Aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos producidos por el corte de césped y poda; F5. Equilibrio natural. En función de la gestión y uso eficiente de los recursos naturales; para la producción de alimentos orgánicos de

autoconsumo, integrando el cultivo, el consumo, el trabajo y el hogar con los ritmos de la naturaleza; que representan “la responsabilidad (capacidad de responder) de cuidar y hacer prosperar nuestro entorno en formas recíprocamente benéficas” (Gras, 2012). A través, de la práctica agroecológica biointensiva.

### ***Debilidades.***

D1. Recursos económicos limitados

D2. Pérdida de diversidad genética de semillas; siendo la diversidad genética clave en los sistemas agroalimentarios; según la Directora General de la FAO María Helena Semedo, en respuesta a las consecuencias del cambio climático, las plantas deberán tener la capacidad biológica para adaptarse a las condiciones meteorológicas más variables y severas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura , 2015).

D3. Baja calidad del suelo; se manifiesta por la presión que ejerce la agricultura industrial del sistema alimentario actual; que logra producir alimentos sin ningún valor nutricional, porque además de envenenar los alimentos, envenena a quien los produce, a quien los consume, a la tierra, el aire y el agua (Gras, 2012).

### ***Oportunidades.***

Este modelo piloto presenta la agricultura orgánica urbana como una alternativa con valor de oportunidad para construir una sociedad equitativa, justa y resiliente que socializa un estilo de vida en armonía con la naturaleza y el desarrollo sostenible urbano en relación con las metas del ODS 12 Producción y Consumo Responsable. Responde a la necesidad de las poblaciones más vulnerables con menos recursos económicos para acceder a una alimentación sana; posibilitando las siguientes oportunidades: O1. Réplica del modelo piloto de AUB en otras áreas urbanas de la ciudad; O2. Diversidad nutricional en la dieta alimentaria de la comunidad beneficiaria; O3. Disponibilidad y accesibilidad de alimentos orgánicos para una población vulnerable; O4. Regeneración del suelo; O5. Seguridad y soberanía alimentaria; O6. Comunidades resilientes; O7. Mejor uso de espacios vacíos en áreas urbanas; O8. Reducción del uso de bolsas y empaques de único uso.

***Amenazas.***

- A1. Negación en la disposición de áreas urbanas para la implementación de modelos de AUB
- A2. Incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos
- A3. Daños mecánicos por factores climáticos
- A4. Daños mecánicos por animales domésticos (gatos y perros)

***Estrategias.******Estrategias FO.***

Los alimentos sanos son producidos en suelos sanos (Gras, 2012); en este entendido una de las estrategias es permitir la regeneración de suelo de manera que se restablezca la fertilidad del mismo y se desarrollen los cultivos en óptimas condiciones. Según el manual de microbiótica en la remineralización de suelos en manos campesinas; para mantener un suelo sano es necesario mantener el equilibrio del sistema de las “3 eMes” que corresponde a Microorganismos, Materia Orgánica y Minerales; siendo la Materia Orgánica el principal reservorio de nutrientes en el suelo que permite el desarrollo de microorganismos que a la vez la descomponen y fortalecen al suelo, la acción digestiva, ayuda a producir ácidos carboxílicos, húmicos, fúlvicos y himatomelánicos, que favorece la descompactación, la descomposición y solubilizan minerales; elementos necesarios para el crecimiento de las plantas; el principal alimento de las plantas contiene los siguientes elementos; fosforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, molibdeno, boro, carbono y varios elementos llamados minerales traza; incluidos en este conjunto el aire y el agua (Simón, 2016).

De acuerdo al propósito anterior, se plantea la estrategia de incorporar bocashi en el suelo; es un abono orgánico fermentado; que mejora gradualmente la fertilidad, la nutrición y la vitalidad de la tierra asociada a su macro y microbiología, estimula el ciclo vegetativo de las plantas (en hortalizas se observan ciclos vegetativos menores) y las plantas cultivadas son naturalmente protegidas por el equilibrio nutricional inherente a la presencia de hormonas, vitaminas, catalizadores y enzimas vegetales en función de la constante actividad fisiológica, la cual es respaldada por las condiciones de la nutrición orgánica que el abono orgánico fermentado les ofrece a los vegetales y al suelo; a su vez, conservan la humedad y amortiguan mejor los cambios de temperatura (Restrepo, 2007). Además, inocular el suelo con microorganismos de montaña

activados o microorganismos eficientes; los cuales están condicionados para producir suelo, a partir de la descomposición de la materia orgánica o formando agregados húmico-arcillosos, ayudan a mantener el equilibrio de la rizósfera evitando enfermedades (Simón, 2016); Se encuentran en la naturaleza y no son microorganismos modificados genéticamente (Restrepo, 2007) .

Reconvertir espacios infrautilizados en fuentes de producción de alimentos sanos, nutritivos y de calidad; en este caso, busca beneficiar 5 núcleos familiares. siendo una de las oportunidades de valor de la agricultura urbana biointensiva adaptada a cualquier espacio y condición física; en función de las metas de la agenda 2030; 12.3 reducir el desperdicio y pérdidas de alimentos; 12.5 reducir la generación de residuos, mediante la prevención, reducción, reciclaje y reutilización.

#### *Estrategias DO.*

Utilizar semillas de polinización abierta, le permite al horticultor producir y guardar semillas del huerto, y así proveer cultivos futuros con semillas frescas, sanas y adaptadas al clima local (Ecology Action , 2010). Recuperar la fertilidad del suelo sin la dependencia de fertilizantes de síntesis química y agroquímicos para la producción de alimentos libres de químicos con alto valor nutricional. Representando un desarrollo económico, social, y ambiental sostenible. En el orden de desarrollar consciencia y la capacidad para satisfacer las necesidades humanas sin comprometer la biocapacidad del sistema natural (Ecology action, 2012)

#### *Estrategias FA.*

Asociar cultivos y alelopatías; estimula el crecimiento de las plantas vecinas; atrae polinizadores y se utiliza como control biológico de plagas y enfermedades; la alelopatía se basa en el principio según el cual las plantas liberan compuestos bioquímicos presentes en todos los tejidos de la planta; raíces, hojas y tallo; para beneficiar a las plantas cercanas (Toni, 2016).

*Estrategias DA.*

Ser creativos, recursivos y conscientes de los recursos naturales que están disponibles y que podemos aprovechar para mejorar la calidad del suelo y reducir ataque de plagas y enfermedades en los cultivos; a través de controladores biológicos y reactivos ante cualquier situación anormal en respuesta oportuna para tener un buen desarrollo en la huerta.

**Determinación criterios de selección.**

El desarrollo de esta etapa se estableció en relación con la selección de 5 núcleos familiares, considerando los criterios de selección establecidos, de la muestra encuestada; que trata de, beneficiar a las personas que por alguna condición de salud (criterio de selección 1); y/o ser padre/madre cabeza de hogar de 2 o más niños, es decir, la responsabilidad del sostenimiento del hogar (criterio de selección 2); presentan mayor dificultad para acceder a una alimentación saludable.

De acuerdo a los criterios de selección; los 5 núcleos familiares seleccionados presentan las siguientes características, en la tabla 18 se presentan, denominados como núcleo familiar 1, núcleo familiar 2, así sucesivamente hasta el 5 núcleo familiar.

**Tabla 4.** Características núcleos familiares beneficiarios.

Núcleo Familiar	Tipo de vivienda	N° de personas que lo conforman	Edad de cada miembro de la familia	Criterio de selección 1	Criterio de selección 2	Condición de salud
1	Propia	4	2, 5, 15, 50 años		x	N/A
2	Propia	3	16, 48, 54 años	x		Tumor maligno
3	Arrendada	2	46, 52 años	x		Cáncer
4	Familiar	4	3, 10,13, 31 años		x	N/A
5	Propia	2	24, 50 años	x		Diabetes

**Nota.** El criterio de selección 1, personas que presentan alguna condición de salud; el criterio de selección 2, madre/padre cabeza de familia de 2 o más niños. Por Dayan Moreno, 2019.



El total de número de personas beneficiarias es de 15; divididos en 3 grupos familiares que presentan condiciones de salud, enfermedades no trasmisibles; y, 2 grupos familiares padre/madre cabeza de familiar responsables del sostenimiento de 2 o más niños. El núcleo familiar 1; vive en vivienda propia, conformado por padre de familia de 3 personas a cargo; de 2 años, 5 años y 15 años respectivamente; el núcleo familiar 2; vive en vivienda propia, conformado por 3 personas, uno de ellos expresa que recientemente se le practicó un procedimiento quirúrgico por la presencia de un tumor maligno y las recomendaciones médicas, sugieren una dieta saludable de preferencia productos orgánicos; el núcleo familiar 3; vive en vivienda arrendada, se conforma de 2 personas adultas; una de las personas expresa el padecimiento de cáncer pero debido a los recursos económicos limitados, se dificulta el acceso a una alimentación saludable y balanceada que por su condición de salud es una necesidad prioritaria; el núcleo familiar 4; vive en casa familiar, conformada por madre de familia de 3 personas a cargo; de 3 años, 10 años y 13 años respectivamente; el núcleo familiar 5, vive en casa propia, conformada por 2 adultos; una de las personas expresa el padecimiento de diabetes y la necesidad de mantener una alimentación vegetal principalmente.

## **Fase II. Implementación Modelo Piloto de Agricultura Urbana**

La segunda fase es la implementación del modelo piloto de agricultura urbana en el barrio Danubio; se planteó el método de cultivo biointensivo, se basa en el cultivo de suelo para la producción de alimentos con altos rendimientos, bajo consumo de agua y el aprovechamiento de los recursos locales. Se representa con la integralidad de los siguientes principios para que el sistema sea sustentable; preparación profunda del suelo, uso de semilleros, uso de semillas de polinización abierta, uso de composta, siembra cercana, asociación de cultivos, rotación de cultivos (Jeavons & Cox, El Huerto Sustentable Como obtener suelos saludables, productos sanos y abundantes, 2016).

La implementación de este modelo productivo se desarrolla en 4 etapas. 1. Planificación; 2. Ejecución; 3. Seguimiento y control y; 4. Estado de desarrollo. Cada una de estas etapas desglosa las consideraciones técnicas y operacionales que se tuvieron en cuenta.

En esta fase, se busca el establecimiento y consolidación de una huerta orgánica biointensiva; que representa una alternativa de solución para la producción y consumo de alimentos saludables; a fin de las metas propuestas en la agenda 2030 para el ODS 12 “Producción y Consumo Responsable”.

### **Planificación.**

La planificación del modelo se realizó teniendo en cuenta la importancia de minimizar los aportes y maximizar los rendimientos. Cada paso a paso asegura la integralidad de los principios del método Biointensivo. Durante esta etapa, fue importante considerar diferentes factores clave que son determinantes para el éxito del caso de estudio; siendo las consideraciones de diseño y los cultivos a sembrar la base inicial del proyecto. Donde se estableció la ubicación, tamaño y orientación para la distribución espacial de todos los elementos que conforman el sistema biointensivo: camas de cultivo, semillero; sistema de captación y almacenamiento de agua lluvia, sistema de reciclaje y almacenamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos producto del corte de césped y poda; y, por último, los cultivos a sembrar. A continuación, se presentan los resultados obtenidos y el procedimiento desarrollado.

### ***Consideraciones de diseño.***

Cada área presenta requerimientos técnicos que hacen parte de las consideraciones de diseño para maximizar el potencial de aprovechamiento de los recursos; el sol, la sombra y la disponibilidad de agua. El área de cultivo debe estar expuesta al sol, con acceso a agua para riego; el área de semillero debe estar protegida de los animales, protegida del sol si es posible, o puede estar dentro de la casa. Para ubicar bien cada área, hay que tener en cuenta la orientación del sol durante el día y las sombras de los árboles o cercos existentes (Jeavons & Cox, El Huerto Sustentable Como obtener suelos saludables, productos sanos y abundantes, 2016).

### ***Orientación.***

La orientación de las camas se estableció con el fin de aprovechar la incidencia de sol y de sombra en el área destinada al cultivo; reconociendo las horas de sol directo en cada cama; factor

importante para el desarrollo de las plantas (Jeavons & Cox, El Huerto Sustentable Como obtener suelos saludables, productos sanos y abundantes, 2016).

Se establecieron las camas de cultivo con orientación Norte - Sur; identificando que la incidencia de la luz directa del sol es entre las 10:00am hasta las 3:00pm; 5 horas en total. En este caso, alrededor hay construcciones, por lo cual se presentó una variabilidad en la incidencia de sol, a causa de la sombra producida por las edificaciones. Lo que se tuvo en cuenta para la distribución espacial de las áreas.

#### *Designación de áreas.*

El terreno urbano que fue seleccionado, corresponde a un lote de 84m<sup>2</sup> (6m de ancho x 14m de largo) y a partir de este, se distribuyeron las áreas de cultivo, del semillero, del sistema de agua lluvia y del sistema de reciclaje de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos producto del corte de césped y poda. Con el fin de integrar todos los elementos del sistema con mayor eficiencia. La designación de áreas se refiere a la distribución del espacio según las características requeridas de cada una.

En primer lugar, se definió la cantidad y áreas de cultivo; estableciendo 2 camas de cultivo, en un área de 10 m<sup>2</sup> cada una, con orientación Norte – Sur y dimensiones de 1.25m de ancho y 8m de largo; el ancho está dado por la distancia en que cada persona puede trabajar cómodamente a ambos lados de la cama y el largo por la superficie disponible (Pía, Huerta Orgánica Biointensiva. , 2005). Seguidamente, se definió un surco de 0.4m ancho x 0.4m alto x 8m largo; pasillos intermedios entre las camas de cultivo y el surco de 0.75m; adicionalmente, 1 espiral de aromáticas. La distribución espacial de cada área de cultivo se ilustra en la figura 9. La distribución se hizo teniendo en cuenta la cantidad de horas de sol directo para cada área, para el caso del presente estudio, la cantidad de horas en la cama Biointensiva 1 es de 3 horas y 50 minutos; en la cama Biointensiva 2 es de 3 horas y 20 minutos y en el surco y el espiral es de 2 horas y 30 minutos (ver esquema de distribución en la figura 9).

En segundo lugar, se estableció el área del sistema de agua lluvia y del sistema de reciclaje de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos producto del corte de césped y poda;

considerando la ocupación de 12m<sup>2</sup>; en función de los requerimientos del sistema, en el caso del sistema de agua lluvia se realiza la captación, conducción, almacenamiento y aprovechamiento; y en el sistema de reciclaje de la forsu se realiza la recolección, almacenamiento y aprovechamiento. Lo que indica que el área asignada debe facilitar el desarrollo de cada una de las etapas en cada sistema (Gras, 2012).


Considerando que el semillero requiere monitoreo constante y debe estar protegido de los animales, protegido del sol directo y de la lluvia; se planteó el desarrollo dentro de una casa (EcoBase, 2008).

### *Cultivos a sembrar*

Los cultivos a sembrar en este modelo piloto, están condicionados con los siguientes criterios de selección; semillas de polinización abierta de variedades de hortalizas de ciclo productivo corto; variable de estudio representada como valor de oportunidad en el análisis FODA; además, propiedades nutricionales y medicinales.


A continuación, se presenta una ficha técnica de cada una de las variedades de cultivo seleccionadas, que incluye las características generales, ciclo vegetativo, requerimientos edafoclimáticos, valor nutricional y propiedades medicinales. Por lo tanto, los cultivos a sembrar son; acelga (ver tabla 5); apio (ver tabla 6); cebolla larga (ver tabla 7); cilantro (ver tabla 8); espinaca (ver tabla 9); lechuga (ver tabla 10), pepino (ver tabla 11); remolacha (ver tabla 12); tomate (ver tabla 13); zanahoria (ver tabla 14); y aromáticas. Esta selección se ajusta a una buena fuente de nutrientes; vitaminas, minerales y fibra dietaría; como aporte a una alimentación saludable, nutritiva y equilibrada; siendo, un aporte al consumo mínimo de frutas y verduras de 400g diarios recomendado por la OMS para mejorar la salud y el riesgo de enfermedades no transmisibles (Organización mundial de la salud , 2014).

**Tabla 5.** Ficha técnica Acelga

<b>Ficha Técnica Acelga</b>	
<b>Características generales:</b>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <p>Nombre científico: <i>Beta Vulgaris</i></p> <p>Es una planta bianual que no forma raíz, ni fruto comestible; las hojas constituyen la parte comestible y son grandes de forma oval.</p> </div> </div>
<b>Ciclo vegetativo:</b>	Entre 55 – 65 días
<b>Requerimientos edafoclimáticos:</b>	<p>Temperatura: clima templado, temperatura óptima de 18 - 22° C.</p> <p>Luminosidad: no requiere excesiva luz, perjudicándole cuando ésta es elevada.</p> <p>Suelo: requiere suelos profundos, permeables, con gran poder de absorción y ricos en materia orgánica en estado de humificación. con un pH óptimo de 7,2, no tolera los suelos ácidos</p>
<b>Valor nutricional en 100g de materia fresca:</b>	Agua = 91.1%; Grasas = 0.3g; Fibra = 0.8g; Hierro = 3.2mg; Calcio = 88mg; Vitamina A= 6.500 U.I. y Vitamina C = 3.2mg
<b>Propiedades medicinales:</b>	<p>es emoliente, refrescante, digestiva, diurética, diaforética y nutritiva. Se emplea con éxito la decocción de las hojas en las inflamaciones de la vejiga y contra el estreñimiento. Igualmente presta valiosos servicios en las hemorroides y en las enfermedades de la piel.</p> <p>Es benéfica en enfermedades como; diabetes, inflamaciones de los riñones, uretra y pelvis renal, trastornos del hígado e inflamaciones de la vesícula biliar, gota, reumatismo, hemorragias de los intestinos, inflamaciones del duodeno, enterocolitis, asma.</p>


**Nota.** Consideraciones técnicas de selección de siembra de la acelga. Por Dayan Moreno, 2019.

**Tabla 6.** Ficha técnica Apio

<b>Ficha Técnica Apio</b>	
<b>Características generales:</b>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <p>Nombre científico: <i>Allium Schoenoprasum</i></p> <p>Del cuello de la raíz brotan tallos herbáceos que alcanzan de 30 a 80 cm de altura.</p> <p>Las hojas son grandes que brotan en forma de corona; el pecíolo es una penca gruesa y carnosa que se prolonga en gran parte del limbo.</p> </div> </div>
<b>Ciclo vegetativo:</b>	Entre 120 -150 días
<b>Requerimientos edafoclimáticos:</b>	<p>Temperatura: clima templado, temperatura óptima de 16 - 20° C.</p> <p>Luminosidad: necesita luminosidad para su crecimiento.</p> <p>Suelo: Requiere un suelo profundo, ya que el sistema radicular alcanza gran longitud vertical; pH neutro.</p>
<b>Valor nutricional en 100g de materia fresca:</b>	Agua = 92%; Calorías= 17 Cal; proteínas = 2g; Glúcidos = 1g; Sodio = 110mg; Potasio = 300mg; Calcio = 40mg y Vitamina C = 12mg
<b>Propiedades medicinales:</b>	es antiinflamatorio, digestivo, diurético y expectorante. Es adecuado para la gota, artritis, reuma, obesidad y asma.


**Nota.** Consideraciones técnicas de selección de siembra del apio. Por Dayan Moreno, 2019.

**Tabla 7. Ficha técnica Cebolla larga**

<b>Ficha Técnica Cebolla Larga</b>	
<b>Características generales:</b>	 <p>Nombre científico: <i>Allium fistulosum</i> Linnaeus                      Las raíces se producen en la base del tallo, son fasciculadas y poco abundantes; verticalmente miden hasta 30-45 cm y horizontalmente unos 30 cm. Cada hoja tiene una base larga y carnosa, que se une estrechamente con la base de las demás hojas, formando unseudotallo.</p>
<b>Ciclo vegetativo:</b>	90 días
<b>Requerimientos edafoclimáticos:</b>	Temperatura: 8 a 15 °C Altitud: 2500 a 3400 msnm Requiere una exposición soleada en lugar abierto y ventilado Suelo: franco a franco arcilloso, buena profundidad efectiva, con un contenido de materia orgánica de medio a alto y con un pH entre 6.0 y 7.0.
<b>Valor nutricional:</b>	Alta cantidad de fibras y proporciona bastante energía; contiene gran cantidad de potasio, además de agua, glúcidos, lípidos, proteínas, calcio, magnesio, hierro, vitaminas C, E, B1 y B6.
<b>Propiedades medicinales:</b>	Regulador del organismo


**Nota.** Consideraciones técnicas de selección de siembra cebolla larga. Por Dayan Moreno, 2019.

**Tabla 8. Ficha técnica Cilantro**

<b>Ficha Técnica Cilantro</b>	
<b>Características generales:</b>	 <p>Nombre científico: <i>Coriandrum sativum</i>                      Es una planta anual, herbácea, de 40 a 60 cm de altura, de tallos erectos, lisos y cilíndricos, ramificados en la parte superior; tiene un olor suave y agradable y un sabor fuerte y picante. Las partes utilizables de la planta son los frutos y las hojas.</p>
<b>Ciclo vegetativo:</b>	Entre 90 -150 días
<b>Requerimientos edafoclimáticos:</b>	Temperatura: clima templado, temperatura óptima de 15 - 18° C. Suelo: es poco exigente en suelos, pudiendo crecer en los francos, silíceo-arcillosos, algo calcáreos, ligeros, frescos, permeables, profundos e incluso en los ligeramente ácidos, prefiriendo los calizos.
<b>Principios activos:</b>	Contiene aceites esenciales, aceites grasos, trazas de glucósido, taninos, oxalato cálcico.
<b>Propiedades medicinales y culinarias:</b>	Una de las principales características del cilantro es su propiedad antibacteriana, por lo que actúa como barrera natural al utilizarse en fresco sobre alimentos. Es eupéptico, ya que facilita la digestión; beneficioso en trastornos digestivos, indicado en caso de gastritis, insuficiencia pancreática, digestiones pesadas, inapetencia y flatulencia;


**Nota.** Consideraciones técnicas de selección de siembra del cilantro. Por Dayan Moreno, 2019.

**Tabla 9. Ficha técnica Espinaca**

<b>Ficha Técnica Espinaca</b>	
<b>Características generales:</b>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <p>Nombre científico: <i>Spinacia oleracea</i></p> <p>Es una planta anual, cultivada como verdura por sus hojas comestibles, su cultivo se puede realizar en cualquier época del año y se puede consumir fresca o cocida.</p> </div> </div>
<b>Ciclo vegetativo:</b>	Entre 40 – 50 días
<b>Requerimientos edafoclimáticos:</b>	<p>Temperatura: 15 - 18° C.</p> <p>Suelo: el terreno debe ser fértil, profundo, bien drenado, de consistencia media, ligeramente suelto, rico en materia orgánica y nitrógeno; pH 6.0 – 6.8.</p>
<b>Valor nutricional en 100g de materia fresca:</b>	<p>Prótidos = 3.2 - 3.77g; Lípidos = 0.3 - 0.65g; Glúcidos = 3.59 - 4.3g; Vitamina A = 8.100 - 9.420U.I.; Vitamina B1= 110mg; Vitamina B2 = 200mg; Vitamina C = 59mg; Calcio = 81 - 93mg; Fósforo = 51 – 55mg; Hierro = 3.0 - 3.1mg; Valor energético = 26Cal.</p>
<b>Propiedades medicinales:</b>	Antioxidante; actividad metabólica, tránsito intestinal, anticancerígena; ayuda en enfermedades degenerativas, hipertensión, sistema nervioso y circulatorio.


**Nota.** Consideraciones técnicas de selección de siembra de espinaca. Por Dayan Moreno, 2019.

**Tabla 10. Ficha técnica Lechuga**

<b>Ficha Técnica Lechuga</b>	
<b>Características generales:</b>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <p>Nombre científico: <i>Lactuca sativa</i></p> <p>Es una planta anual, la raíz, no sobrepasa los 25 cm de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones; las hojas están colocadas en roseta, el borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado; el tallo es cilíndrico y ramificado.</p> </div> </div>
<b>Ciclo vegetativo:</b>	Entre 50 – 60 días
<b>Requerimientos edafoclimáticos:</b>	<p>Temperatura: 14 -18°C durante el día y 5 – 8°C durante la noche</p> <p>Humedad relativa: 60 al 80%</p> <p>Suelo: con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6,7 y 7,4.</p>
<b>Valor nutricional en 100g de materia fresca:</b>	<p>Carbohidratos=20.1g; Proteínas=8.4g; Grasas=1.3g; Calcio=0.4g; Fósforo=138.9mg; Vitamina C=125.7mg; Hierro=7.5mg; Niacina=1.3mg; Riboflavina=0.6mg; Tiamina=0.3mg; Vitamina A=1155U.I.; Calorías=18cal.</p>
<b>Propiedades medicinales:</b>	Regula los niveles de azúcar en la sangre, ayuda a controlar el colesterol alto, efectiva en casos de estreñimiento, previene el cáncer (Posee oligoelementos como el selenio que previenen el desarrollo de ciertos tipos de cáncer como el de pulmón, próstata y colon).


**Nota.** Consideraciones técnicas de selección de siembra de lechuga. Por Dayan Moreno, 2019

**Tabla 11. Ficha técnica Pepino**

<b>Ficha Técnica Pepino</b>	
<b>Características generales:</b>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>Nombre científico: <i>Cucumis sativus</i></p> <p>Tallo principal: anguloso y espinoso, de porte rastrero y trepador. De cada nudo parte una hoja y un zarcillo; en la axila de cada hoja se emite un brote lateral y una o varias flores.</p> <p>Hoja: de largo pecíolo, gran limbo acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados, de color verde oscuro y recubierto de un vello muy fino.</p> <p>Flor: de corto pedúnculo y pétalos amarillos.</p> <p>Fruto: pepónide áspero o liso.</p> </div> </div>
<b>Ciclo vegetativo:</b>	Entre 120- 150 días
<b>Requerimientos edafoclimáticos:</b>	Temperatura: entre 18 a 25 °C Humedad relativa: 60 – 70% Suelo: cualquier tipo de suelo de estructura suelta, bien drenado y con suficiente materia orgánica; el pH óptimo oscila entre 5,5 y 7.
<b>Valor nutricional en 100g de materia fresca:</b>	Agua=95.7g; Carbohidratos=3.2g; Proteínas=0.6-1.4g; Grasas=0.1-0.6g; Ácido ascórbico=11mg; Ácido pantoténico=0.25mg; Valor energético=10-18Kcal.
<b>Propiedades medicinales:</b>	Es digestivo, depurativo, diurético, calmante y saludable; los lignanos denominados laricirresinol, pinorresinol y secoisolaricirresinol presentes en el pepino ejercen un efecto protector frente a enfermedades cardiovasculares y ante varios tipos de cáncer, como los de mama, útero, ovario y próstata.

**Nota.** Consideraciones técnicas de selección de siembra del pepino. Por Dayan Moreno, 2019.


**Tabla 12. Ficha técnica Remolacha**

<b>Ficha Técnica Remolacha</b>	
<b>Características generales:</b>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>Nombre científico: <i>Beta vulgaris</i></p> <p>Planta bianual. Se cultiva por su raíz comestible o por sus hojas y peciolo comestibles.</p> <p>Raíz generalmente engrosada; tallo ramificado y acostilado.</p> <p>Hojas basales en roseta, ovado-cordadas a rómbico-cuneadas y hojas caulinares rómbicas; peciolo suculentos</p> </div> </div>
<b>Ciclo vegetativo:</b>	Entre 60 y 90 días
<b>Requerimientos edafoclimáticos:</b>	Temperatura: clima templado-frío los suelos profundos con un pH alrededor de 7, con elevada capacidad de retención de agua y buena aireación
<b>Valor nutricional:</b>	Agua=89%; hidratos de carbono=6,7%. Es buena fuente de fibra y es rica en folatos, potasio y vitamina C, y en menos proporción de calcio y sodio. También es muy rica en betaina y betalaina, pigmentos responsables de su color morado
<b>Propiedades medicinales:</b>	Prevención de enfermedades, debido a la acción antioxidante que bloquea el efecto dañino de los radicales libres; los folatos intervienen en la producción de glóbulos rojos y blancos, en la síntesis de material genético y en la formación de anticuerpos en el sistema inmunológico

**Nota.** Consideraciones técnicas de selección de siembra de remolacha. Por Dayan Moreno, 2019.




**Tabla 13. Ficha técnica Tomate**

<b>Ficha Técnica Tomate</b>	
<b>Características generales:</b>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <p>Nombre científico: <i>Solanum lycopersicum</i></p> <p>Planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semirecta o erecta; tallo principal, con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Los racimos tienen de 4 – 6 flores; la forma del fruto es esférica o alargada y su peso oscila entre unos pocos miligramos y 600g.</p> </div> </div>
<b>Ciclo vegetativo:</b>	150-180 días
<b>Requerimientos edafoclimáticos:</b>	<p>Temperatura óptima oscila entre 20-30°C durante el día y 10-17°C durante la noche</p> <p>Humedad relativa: 60 - 80%</p> <p>Suelo: prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica.</p>
<b>Valor nutricional en 100g de fruto:</b>	Residuos 6.0%; Materia seca =6.2g; Energía =20.0Kcal; Proteínas =1.2g; Fibra =0.7g; Calcio =7.0mg; Hierro =0.6mg; Caroteno =0.5mg; Tiamina =.06mg; Riboflavina =0.04mg; Niacina =0.6mg; Vitamina C =23mg; Valor Nutritivo Medio =2.39VNM; VNM por 100 g de materia seca 38.5.
<b>Propiedades medicinales:</b>	Antioxidante, diurético, favorece en la eliminación de toxinas y retención de líquidos; mejora el tránsito intestinal; mejora la circulación sanguínea.

**Nota.** Consideraciones técnicas de selección de siembra de tomate. Por Dayan Moreno, 2019.

**Tabla 14. Ficha técnica Zanahoria**

<b>Ficha Técnica Zanahoria</b>	
<b>Características generales:</b>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <p>Nombre científico: <i>Daucus carota</i></p> <p>Planta bianual; con un sistema radicular engrosado y con raíces secundarias que sirven como órganos de absorción.</p> </div> </div>
<b>Ciclo vegetativo:</b>	Entre 60 y 90 días
<b>Requerimientos edafoclimáticos:</b>	<p>Temperatura: 12 a 18°C</p> <p>Suelo: Prefiere los suelos arcillo-calizos, aireados y frescos, ricos en materia orgánica bien descompuesta y en potasio, con un pH entre 5.8 y 7.</p>
<b>Valor nutricional en 100g de materia fresca:</b>	Agua=88.6g; Carbohidratos=10.1g; Lípidos=0.2g; Calorías=40cal; Vitamina A= 2.000-12.000U.I. según variedades; Vitamina B10.13mg; Vitamina B=0.06mg; Vitamina B6=0.19mg; Vitamina E=0.45mg; Ácido nicotínico=0.64mg; Potasio=0.1mg.
<b>Propiedades medicinales:</b>	Es diurética y facilita la desintegración y expulsión de cálculos renales, es auxiliar contra desordenes digestivos, adelgazamiento, acidez, reumatismo, anemia y mala nutrición.

**Nota.** Consideraciones técnicas de selección de siembra de zanahoria. Por Dayan Moreno, 2019.

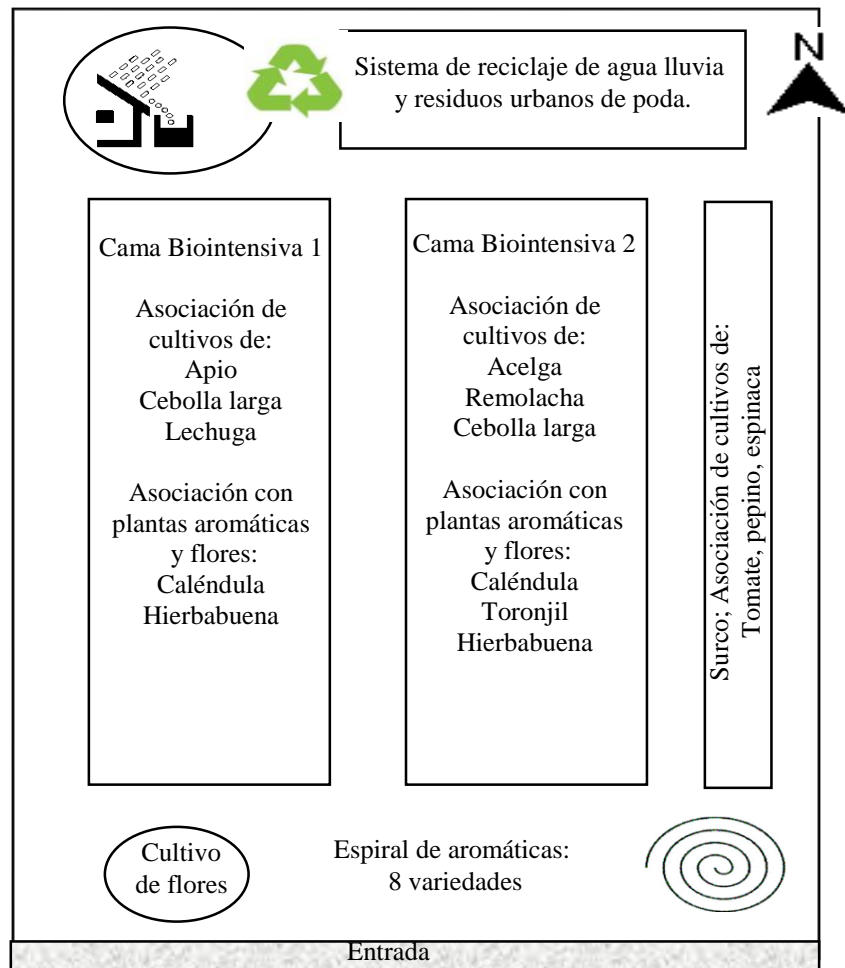
En conclusión, el diseño y distribución de las áreas para la implementación del modelo piloto de AUB; se desarrolló de acuerdo a las consideraciones de diseño del método Biointensivo y necesidades del sistema integral; incorporando el reciclaje de agua lluvia para riego y residuos orgánicos urbanos producto del corte de césped y poda para acolchado del suelo. Dando lugar al establecimiento de semilleros, dos camas de cultivo, un surco y un espiral de aromáticas; donde la distribución de las variedades de alimentos cultivados; es mediante la asociación de cultivos; que implica seleccionar los que se sembrarán uno junto al otro para obtener mejores resultados, aportando así las mejores condiciones para el desarrollo de cada una; y reduciendo factores de competencia entre sí (Jeavons & Cox, El Huerto Sustentable Como obtener suelos saludables, productos sanos y abundantes, 2016).

En este sentido, las camas de cultivo denominadas cama biointensiva 1 y cama biointensiva 2; se les atribuyo un área cultivada de 10m<sup>2</sup> cada una; con orientación Norte -Sur; considerando la selección de semillas de polinización abierta; que contribuyen en el aumento y preservación de la diversidad genética, (Ecology Action, 2010); y, la determinación y asociación de los siguientes cultivos, asignados en función de la autosuficiencia alimentaria familiar con valor nutricional y medicinal. Cama biointensiva 1 cultivada con lechuga, apio y cebolla larga; cama biointensiva 2 cultivada con remolacha, acelga, zanahoria; en asocio con plantas florales y aromáticas; caléndula, hierbabuena y toronjil que favorecen el control biológico (Agroalimentando, 2018).

Por otra parte, se cultivaron plantas de tomate, pepino y espinacas en el surco; con orientación Norte- Sur; considerando los beneficios de asociación; para la mejora en el aprovechamiento de los nutrientes del suelo, luz solar y ambiente aéreo (EcoAgricultor, 2019). Además, el espiral de aromáticas, cultivado con cilantro, orégano, limonaria, anís, albahaca blanca, ruda, toronjil y pronto alivio; presenta una alternativa que dispone una gran variedad de plantas con propiedades aromáticas, medicinales y culinarias, con diferentes necesidades de luz y agua en el mínimo espacio posible (Caballero, 2011).

A continuación, en la figura 9 se presenta un esquema de la distribución de áreas de los elementos que conforman el sistema de agricultura urbana biointensiva en el barrio Danubio; áreas de cultivo y de reciclaje de agua lluvia y de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos

producto del corte de césped y poda. Llevado a cabo en un espacio infrautilizado (lote) del barrio Danubio, de propiedad privada dispuesto para el establecimiento y consolidación del modelo piloto con énfasis en el cumplimiento de las metas de los ODS 12 “producción y consumo responsable” en la agenda de desarrollo sostenible 2030. De acuerdo a las metas 12.2 “lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales”, 12.3 reducir el desperdicio y pérdida de alimentos; 12.4 lograr el manejo ambientalmente racional de los productos químicos 12.5 “reducir la generación de residuos mediante la prevención, reducción, reciclaje y reutilización”; 12.8 garantizar que las personas tengan la información relevante para llevar estilos de vida en armonía con la naturaleza (Naciones Unidas , 2015).



**Figura 9.** Esquema de distribución de áreas de cultivo y del sistema de reciclaje de agua lluvia y residuos. Por Dayan Moreno, 2019.

## **Ejecución**

La etapa de ejecución, se refiere a la articulación del modelo piloto de agricultura urbana; cuenta con la integración de los principios del método biointensivo; donde se realizó la preparación profunda del suelo, uso de composta, uso de semilleros, siembra cercana, asociación de cultivos y el uso de semillas de polinización abierta; en función de la integralidad del modelo se presenta como valor agregado el sistema de captación y aprovechamiento de agua lluvia para riego; y el reciclaje de los residuos sólidos orgánicos urbanos producto del corte de césped y poda como acolchado de suelo o Mulch.

la ejecución se dividió en seis etapas; adecuación del terreno, trazado de camas y preparación profunda del suelo, aplicación de abonos orgánicos, trasplante, riego y acolchado de suelo. Cada una está dada por la importancia y relevancia para el desarrollo de los cultivos y el éxito del caso de estudio; que implica la producción de variedades principalmente de hortalizas; para el autoconsumo de 5 núcleos familiares en calidad de beneficiarios; en contribución a una alimentación saludable, consciente y sostenible.

### ***Adecuación del terreno.***

Inicialmente se realizó un reconocimiento del lugar (lote urbano); para la identificación de las necesidades y requerimientos de adecuación. En este caso; fue necesario realizar el corte de pastos y maleza que cubrían toda el área; y la recolección, separación y disposición final de los residuos sólidos encontrados; entre llantas, escombros y plásticos principalmente; también, fue necesario realizar el cerramiento del lote, se hizo con malla de cerramiento galvanizado. Por otra parte, Se requirieron 2 viajes de material crudo de río (tamizado) cada uno de 7m<sup>3</sup>, para rellenar y nivelar el área total.

En la figura 10 se muestra el lote que referencia el terreno urbano seleccionado y dispuesto para el desarrollo del modelo piloto, cuenta con un área de 84m<sup>2</sup> (6m de ancho x 14m de largo); en el cual se ilustra en el costado izquierdo de la imagen el estado anterior en el que se encontraba y en el costado derecho de la imagen el estado posterior a el desarrollo de las primeras actividades de adecuación.



**Figura 10.** *Ilustración del desarrollo de adecuación del lote, en la primera etapa. Por Dayan Moreno, 2019.*

Así mismo, se realizó el reciclaje de la fracción orgánica de los residuos sólidos producidos por el corte de pasto y deshierbe de malezas, durante las actividades de desarrollo de adecuación del lote. Se estableció como acolchado de suelo en la etapa de preparación del suelo; en función del aporte de materia orgánica a partir del proceso de descomposición (Pía, Huerta Orgánica Biointensiva. , 2005).

### ***Trazado de las camas y preparación del suelo.***

Esta etapa comprende la construcción y preparación del suelo de las camas biointensivas, el surco y el espiral de aromáticas, de acuerdo a las consideraciones de diseño y distribución de áreas de cultivo, desarrolladas en la etapa de planificación; a partir, de las consideraciones técnicas del método biointensivo.

El proceso de trazado de camas consistió en la delimitación de cada una de las áreas de cultivo; con orientación Norte-Sur, se establecieron dos camas de 1.25m de ancho x 8m de largo y un surco de 0.4m de ancho x 8m de largo. Inicialmente, se efectuó la construcción de las camas biointensivas; en este caso, por efectos del relleno del terreno con material crudo de río; fue

necesario hacer las camas elevadas; y la creación de suelo por encima del nivel; para evitar pérdidas por el lavado de la tierra o desbordamiento de la cama se realizó la construcción e instalación de soportes de retención con marcos de madera no tratada; puesto que es biodegradable; se sugiere no usar madera tratada porque puede filtrar químicos tóxicos al suelo y perjudicar el equilibrio natural (Growing places, 2014). La ventaja de las camas elevadas es la facilidad para el manejo y preparación del suelo; se requiere un suelo rico en materia orgánica, minerales, microbiología benéfica; aireado y que permita un buen drenaje (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2009). El primer principio del método es la doble excavación, busca producir un suelo suelto y esponjoso de 60cm de profundidad; sin embargo; para un huerto nuevo el suelo suelto puede estar entre 38 y 45cm de profundidad (Jeavons & Cox, El Huerto Sustentable Como obtener suelos saludables, productos sanos y abundantes, 2016);

En este sentido, se consideró dejar las camas de cultivo con 40cm de profundidad; el material vegetal reciclado en la etapa de adecuación se incorporó como acolchado de suelo en cada cama; posteriormente se realizó la preparación del suelo. Es necesario crear una estructura de suelo ideal con nutrientes naturales para que las plantas crezcan sanas y resistentes a plagas y enfermedades; un suelo aireado, con óptimas condiciones de humedad, con materia orgánica, y remineralizado facilita el desarrollo radicular y vegetal de las plantas, a través de la mejora en la asimilación de nutrientes minerales y absorción de agua (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2009).

Así mismo, se realizó el trazado del surco, bajo los mismos parámetros de las camas biointensivas elevadas, con orientación norte-sur y dimensiones de 0.4m de ancho x 8m de largo; con una elevación de 0.4m por encima del nivel del suelo; no fue necesario utilizar soportes de retención de tierra. La construcción de la espiral de aromáticas se realizó utilizando postes de madera no tratada; en un radio de 1m con una altura máxima de 1m. La figura 11 presenta el proceso de ejecución del trazado y construcción de la cama de cultivo elevada; se realizó el llenado con tierra, sin ninguna preparación previa ni contenido de materia orgánica; es tierra virgen, es decir que no ha sido trabajada; es una característica importante que permite la construcción de suelo a partir de materiales e insumos naturales que no contaminan el agua, el suelo, el aire, las personas que los manipulan, ni los alimentos producidos; fundamental en la ejecución de proyectos con énfasis en el cultivo biointensivo de alimentos (Pía, Huerta Orgánica Biointensiva, 2005).



**Figura 11.** *Proceso del trazado y construcción de cama biointensiva elevada. Por Dayan Moreno, 2019.*

La fertilidad del suelo es el elemento principal para el cultivo de alimentos; es importante reconocer la presencia de materia orgánica y los organismos; como lombrices de tierra e insectos, bacterias y hongos que se encargan de la descomposición y reconversión de los nutrientes al suelo; en el proceso de completar y cerrar el ciclo de nutrientes (Vallecillo, 2017). En este contexto, se realizó un análisis cualitativo de las propiedades biológicas de la tierra; a través de la prueba de “determinación de biomasa”; es una adaptación de la oxidación del suelo por Peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ); cuando este entra en contacto con la materia orgánica reacciona, oxidándola y se refleja en la reacción de efervescencia; “el agua oxigenada es un oxidante y aporta grupos OH y radicales libres que pueden atacar a cualquier sustancia orgánica oxidable, además de una gran variedad de compuestos orgánicos como lípidos y proteína. el burbujeo es por desprendimiento de Oxígeno” (Vallecillo, 2017). En la figura 12 se presenta el resultado de la prueba de determinación de biomasa; en la cual hubo reacción leve de efervescencia, lo que indica un bajo contenido de materia orgánica en el suelo.



**Figura 12.** *Reacción de determinación de biomasa. Por Dayan Moreno, 2019.*

### *Aplicación abono Orgánico*

En esta etapa se desarrolla el segundo principio de la aplicación del método que se refiere al uso de composta y abonos orgánicos; para mejorar la calidad del suelo; suceso del aporte de materia orgánica, minerales y nutrientes que se encuentran en algunos tipos de abono o en la composta (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2009). De acuerdo al Manual de microbiótica en remineralización de suelos; el punto de equilibrio para un suelo fértil es la integración de Microorganismos, Materia Orgánica y Minerales (sistema de las “tres eMes”).

En esta práctica, la base de materia orgánica para el suelo fue el Bocashi, es un abono orgánico fermentado, que participa gradualmente en la mejora de la calidad del suelo; donde, cada uno de los ingredientes tiene un aporte esencial y específico; el tiempo de duración para su elaboración tarda entre 10 y 15 días; los ingredientes básicos son gallinaza de aves ponedoras u otros estiércoles, carbón quebrado en partículas, salvado de arroz, cascarilla de arroz, harina de rocas o polvo de piedras trituradas, melaza o miel de caña de azúcar o jugo de la misma, levadura para pan, granulada o en barra, tierra arcillosa bien cernida y agua. Por decir, el carbono vegetal, mejora las características físicas del suelo, su alto grado de porosidad beneficia la actividad macro y microbiológica del suelo, funciona como regulador térmico del sistema radicular de las plantas y ayuda a retener, filtrar y liberar gradualmente los nutrientes útiles a las plantas; la gallinaza o los estiércoles, es la principal fuente de nitrógeno; además de fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre, entre otros contribuye en la mejora de las condiciones biológicas, químicas y físicas del suelo; la cascarilla de arroz, es una fuente rica en silicio, mejora las características físicas, facilitando la aireación, la absorción de humedad y el filtrado de nutrientes; la melaza, es la principal fuente energética para la fermentación del abono, es rica en potasio, calcio, fósforo, magnesio y otros, favorece la multiplicación de la actividad microbiológica; la harina de rocas aporta otros elementos minerales llamados trazas, “vitales para el equilibrio nutricional de los cultivos y la resistencia contra el ataque de enfermedades y plagas” (Restrepo, 2007).

Además, la base de microbiología benéfica fue a partir de microorganismos de montaña activados o microorganismos eficientes por su naturaleza; la forma de reproducción y activación



es con base a las instrucciones vistas en el manual de microbiótica en la remineralización de suelos (Simón, 2016). Según indica el A, B, C de la Agricultura Orgánica, un microorganismo eficiente “es un cultivo mixto de microorganismos benéficos que se encuentran en la naturaleza y que pueden ser aplicados directamente al suelo o a las plantas para aumentar la diversidad microbiológica, o como inoculante para los abonos fermentados tipo bocashi”. La población más predominante es de lactobacillus, levaduras y un número menor de bacterias fotosintéticas, actinomicetos y otros tipos de organismos; son compatibles entre sí y pueden coexistir en un medio líquido; no contienen microorganismos modificados genéticamente (Restrepo, 2007).

El proceso de ejecución de la preparación del suelo, se realizó mediante la aplicación de bocashi; para suelos con bajos niveles de materia orgánica o en terrenos que nunca se ha aplicado bocashi es recomendable aplicar  $5\text{kg}/\text{m}^2$  aproximadamente (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2011). Teniendo en cuenta, los resultados del bajo contenido de materia orgánica del suelo según la prueba de determinación de biomasa practicada; y, que es la primera vez que se le aplica bocashi a la tierra se considero una aplicación de  $6\text{kg}/\text{m}^2$  para la preparación de las camas de cultivo, el surco y el espiral; se realizó de manera uniforme hasta lograr una mezcla homogénea. Seguidamente, de la aplicación de bocashi, se efectuó la inoculación del suelo con microorganismos de montaña activados; se sugiere una dosis de aplicación al 3 o 4%, esto es de 3 a 4 litros por cada 100 de agua (Simón, 2016). La dosis considerada fue al 3%, en esta práctica fue de 600cc MMA en 20 litros de agua en cada una de las camas de cultivo.

La figura 13 presenta el procedimiento de preparación de suelo; mediante la incorporación de bocashi, abono orgánico fermentado, con alto aporte de minerales; y la inoculación de microorganismos de montaña activados; en función de establecer el equilibrio nutricional del suelo, que demanda el desarrollo de plantas fuertes y resistentes frente a plagas y enfermedades; y, factores climatológicos (Simón, 2016).



**Figura 13.** *Ilustración del proceso de aplicación de bokashi e inoculación del suelo. Por Dayan Moreno, 2019.*

### ***Trasplante.***

En la etapa de trasplante se desarrolló la aplicación de los siguientes principios del método que referencia; uso de semilleros, siembra cercana, asociación de cultivos y uso de semillas de polinización abierta. Cada uno de estos principios proporciona ventajas integrales que aportan a la sustentabilidad del modelo; el uso de semillas de polinización abierta, presenta un escenario de posibilidades que favorece la diversidad genética de los alimentos, permite cultivar semillas propias de forma natural con características adaptadas al clima local que se pueden intercambiar entre los mercados locales y la comunidad (Ecology Action , 2010); el uso de semilleros, favorece en el ahorro de agua de riego, permite mayor control en la germinación de las semillas y mejores condiciones de desarrollo de las plántulas de acuerdo al acceso de la misma cantidad de nutrientes, protección del sol, la lluvia, el viento, cambios bruscos de temperatura, permitiendo que las plantas alcancen un óptimo desarrollo radicular y foliar hasta el momento que se encuentre lista para ser trasplantada, reduciendo la probabilidad de retraso o muerte de la planta (Instituto de Transición Rompe el Círculo, 2017); en el entendido, de cultivar más alimentos en menos espacio, da lugar en la siembra cercana, significa que las plantas se siembran a una distancia menor a la que la agricultura comercial y tradicional recomiendan; las ventajas son la reducción de la evaporación, limita el crecimiento de malezas, impide la proliferación de plagas, crea un microclima apropiado

para la variedad sembrada; la asociación de cultivos, favorece el control de insectos y plagas, beneficia a las plantas en materia de salud, crecimiento, nutrición y protección física; algunas asociaciones son compatibles y otras no, la vinculación de plantas compatibles mejora el sabor, tamaño o resistencia de las otras; son convenientes las hierbas medicinales y aromáticas, favorecen el control de insectos y plagas y mejoran el sabor de ciertas hortalizas; como la albahaca, caléndula, hierbabuena y menta (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales , 2009).

El proceso de ejecución de la etapa de trasplante; se desarrolló de la siguiente manera; las semillas de polinización abierta de los cultivos a sembrar determinados en la etapa de planificación; presentan un 99% de pureza, porcentaje de germinación entre el 70 y 85% dependiendo la variedad. En la tabla 15 se presenta la ficha técnica de las semillas seleccionadas con información detallada producto de evaluaciones realizadas en el CID (Centro de Innovación y Desarrollo) de Sáenz Fety y otras locaciones (Saézn Fety, 2019).

**Tabla 15.** *Ficha técnica de las semillas seleccionadas de O.P.*

<b>Semilla OP</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción de la planta</b>	<b>Adaptabilidad</b>	<b>Características comerciales</b>	<b>Sistema de siembra</b>
<b>Acelga White Ribbed</b>	Variedad	Plantas erectas de alto vigor, hojas de coloración verde con nervaduras de color blanco.	1.400–2.800 msnm	Hojas de excelente brillo y textura. Altos rendimientos al permitir varios cortes	Plantulación: 25–35 días. Inicio cosecha: 40–80 DDT
<b>Apio Tall Utah</b>	Variedad	Plantas rústicas de porte intermedio, pencas de buen grosor	1800-2600msnm	Buenos rendimientos y excelentes características organolépticas.	Plantulación: 45–60 días. Inicio de cosecha: 100–130 DDT.
<b>Cebolla larga</b>	Cebolla de manojo variedad.	Plantas de porte medio, de alta uniformidad, excelente configuración de hojas.	0 – 2.600 msnm	Sabor muy suave	Plantulación: 40–60 días. Inicio cosecha: 90–120 días DDT.
<b>Espinaca</b>	Variedad	Plantas de porte bajo, precoces, de hojas redondeadas, de buena coloración y tamaño	1.800 – 2.800 msnm	buena producción y excelente sabor	Inicio cosecha: 30-50 DDT
<b>Lechuga crespa</b>	Variedad	Plantas rústicas, hojas rizadas de gran tamaño, sabor suave y textura crujiente	1.000 – 2.800 msnm	Lechuga verde crespa de plantas uniformes, rizado medio, sabor suave y muy buena adaptabilidad	Plantulación: 20 – 30 días. Inicio cosecha: 55–65 DDT

**Tabla 15.** Continuación

<b>Lechuga lisa</b>	Variedad	Plantas arrosadas, de hojas grandes, lisas, suaves, de excelente textura y sabor	1.800 – 2.800 msnm	Lechuga lisa o mantequilla de plantas uniformes, excelente textura y sabor de hojas.	Plantulación: 20 – 30 días. Inicio cosecha: 55 – 65 DDT
<b>Pepino poinsett 76</b>	Variedad	Plantas rústicas de buen cuaje, frutos alargados de coloración verde oscura, pulpa blanca con semillas	0 – 2.200 msnm	Pepino cohombro variedad, plantas de buena adaptabilidad, muy productivas, frutos alargados, de coloración oscura.	Inicio cosecha: 70 – 80 DDT
<b>Remolacha</b>	Variedad	Raíces redondeadas de coloración intensa.	1.800–2.600 msnm.	Remolacha de mesa variedad, plantas rústicas de rápido establecimiento, raíces redondeadas de buena calidad.	Inicio cosecha: 80 - 100 DDT
<b>Tomate santa clara tomate chonto indeterminado</b>	Variedad	Crecimiento indeterminado, alto cuaje, frutos tipo chonto.	1.000 – 2.200 msnm	Tomate chonto variedad, de crecimiento indeterminado, buena producción y excelente sabor.	Plantulación: 25 – 35 días Inicio cosecha: 70 – 90 DDT
<b>Zanahoria Chantenay</b>	Variedad	Plantas rústicas, raíces cónicas, cortas, de hombro grueso.	1000–2800 msnm	Dentro del segmento de variedad (OP); es el cultivar de mejor calidad de raíz: alta uniformidad, piel lisa y excelente coloración.	Inicio cosecha: 120 – 140 DDT

**Nota.** La abreviatura DDT significa días después del trasplante y OP significa polinización abierta.

Por Dayan Moreno, 2019.

La práctica de los semilleros, se realizó en bandejas de 50 alveolos; el sustrato utilizado fue la turba, un material orgánico que promueve el buen enraizamiento y desarrollo radicular y de follaje en las plántulas; las condiciones del semillero se establecieron de acuerdo a los requerimientos de las variedades, protección del sol, lluvia, viento y cambios bruscos de temperatura; se realizó la inoculación de MMA y harina de rocas de cada semilla, favoreciendo el equilibrio natural desde el semillero; “al inocular la semilla, los nutrientes y los microorganismos son directamente disponibles en la raíz, y es aprovechado de inmediato” (Simón, 2016).

El trasplante de las plántulas del semillero a las camas biointensivas y el surco, se realizó cuando las plántulas alcanzaron el crecimiento radicular igual o mayor al crecimiento foliar (Jeavons & Cox, El Huerto Sustentable Como obtener suelos saludables, productos sanos y abundantes, 2016).

De acuerdo a las indicaciones de trasplante descritas en el manual del método biointensivo de Jhon Jeavons y Carol Cox, la hora recomendable para realizar el trasplante es en horas de la tarde, el ambiente fresco favorece la adaptabilidad en el nuevo ambiente; se debe garantizar niveles de humedad óptimo en el suelo.

Trasplante cama de cultivo 1; se realizó la marcación de los huecos en tres bolillos (método de siembra cercana), y la inoculación con MMA al 3%; posteriormente la siembra de 80 esquejes de cebolla larga; y en hileras para 50 plántulas de lechuga crespa y 50 plántulas de lechuga lisa. Durante el proceso fue importante manipular las plántulas cuidadosamente y evitar daños en el sistema radicular de la planta. Seguidamente del trasplante; se realizó la aplicación de biofertilizante supermagro al 3%; es decir, en 10lts de agua 300cc de biofertilizante, en función de nutrir, recuperar y reactivar la vida del suelo; al mismo tiempo que estimula la protección del cultivo contra el ataque de plagas y enfermedades (Restrepo, 2007); Finalmente se cubrió la cama con acolchado de suelo; el cual favorece la retención de humedad, evitando pérdidas por evaporación, funciona como barrera protectora del suelo; de los rayos UV, la lluvia, el viento, reduciendo el riesgo de erosión y compactación (Growing places, 2014); en este caso, es de origen vegetal producto del reciclaje de los residuos sólidos urbanos de corte de césped y poda; establecido en el modelo piloto a fines con el ODS 12, en la meta para 12.5 “reducir la generación de residuos, mediante la prevención, reducción, reciclaje y reutilización” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015). En la figura 14 se ilustra el procedimiento del trasplante realizado; marcación de huecos, inoculo con MMA al 3%, siembra de plántulas y biofertilización con supermagro al 3%.



**Figura 14.** *Trasplante de la cama Biointensiva 1; variedades de lechuga crespa y lisa, y cebolla larga. Por Dayan Moreno, 2019*

En todas las áreas de cultivo se repitió el procedimiento de trasplante anteriormente mencionado; de este modo se realizó el trasplante correspondiente en la cama biointensiva 2; de 50 plántulas de remolacha; 50 plántulas de Acelga y 25 plántulas de zanahoria; en asocio con plantas aromáticas de hierbabuena, toronjil y caléndula; en función de control biológico. La figura 15 muestra las plántulas con un óptimo desarrollo foliar y radicular, para el trasplante del semillero a la cama de cultivo.



**Figura 15.** *Trasplante de semillero a la cama de cultivo. Por Dayan Moreno, 2019.*

Así mismo, en el surco, se realizó el trasplante de 6 plántulas de tomate; 5 plántulas de pepino; 5 plántulas de espinaca, en asocio con sábila; y en la espiral de aromáticas se realizó la siembra directa de cilantro; la siembra de 8 variedades aromáticas; 10 plántulas de ruda; 10 plántulas de toronjil; 1 plántula de pronto alivio; 3 plántulas de limonaria; 1 rúgula; 1 plántula de anís; 2 raíces de cúrcuma y 2 plántulas de orégano. La figura 16 presenta el proceso de construcción, preparación del suelo y trasplante de la espiral de aromáticas.



**Figura 16.** *Ilustración del proceso de construcción preparación y siembra directa de cilantro en la espiral de aromáticas. Por Dayan Moreno, 2019.*

En conclusión, la aplicación de este método de trasplante, permite desarrollar las condiciones que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plántulas; aportando un equilibrio en el suelo de materia orgánica, minerales y microbiología; favoreciendo la resistencia de las plantas frente a plagas y enfermedades, la mejora del sistema productivo, en el entendido que un suelo bien nutrido produce plantas vigorosas, saludables y nutritivas (Simón, 2016); para lograr no sólo un mayor y mejor aprovechamiento del suelo, sino también un beneficio ecológico complementario, resultante de las interrelaciones vegetales; a fin de considerarlo un sistema de producción sostenible.

### ***Riego.***

El proceso de ejecución del riego, se dio en función de la autosuficiencia y sustentabilidad del proyecto; estableciendo un sistema de captación, recolección-conducción; almacenamiento y aprovechamiento de agua lluvia; siendo, una fuente de abastecimiento confiable, de bajo coste y apta para el riego. La técnica para implementar el sistema de agua lluvia; consiste; en captar la lluvia, siendo el área de captación más adecuada el techo de cualquier estructura (casa); seguidamente, recolectar y conducir el agua desde el área de captación hasta el tanque de almacenamiento, a partir de la instalación de una canaleta adosado con la extensión del techo mismo, sujeta firmemente con capacidad de soportar el peso del agua durante las lluvias; se conecta a tubos o bajantes desde la salida de la canaleta que conducen el agua hasta el lugar de almacenamiento; con la ventaja de tener el diferencial de altura que permite aprovechar su energía en forma de gravedad; es recomendable instalar una rejilla en la canaleta, para impedir el paso de hojas, o cualquier tipo de basura del techo que pueda ensuciar o contaminar el agua; en la salida del tanque de almacenamiento (capacidad de 2000lt) se conecta una manguera adaptada con una regadera que facilita el riego manual del cultivo; las salidas de aspersion crean un riego uniforme y controlado (Gras, 2012).

El requerimiento de riego es variable, depende en gran medida de los factores climatológicos y la capacidad de campo del suelo; que se refiere a la cantidad relativamente constante de agua que contiene un suelo saturado después de 48 horas de drenaje, el suelo a capacidad de campo se siente muy húmedo en contacto con las manos. (shaxson & Barber, 2005); en los días, que hay precipitaciones pluviales no es recomendable regar el suelo, dado que se podría exceder la capacidad de campo

del suelo y generar un exceso de humedad, que afecta el desarrollo del cultivo y favorece la proliferación de plagas y enfermedades; así mismo, el efecto térmico del sol y las temperaturas elevadas, presentan pérdidas de humedad por evaporación de agua; que puede coincidir con la deshidratación y retroceso en el desarrollo de las plantas (shaxson & Barber, 2005).

Generalmente se realiza el riego dos veces al día; en horas de la mañana, antes de la salida del sol y en horas de la tarde después que se oculta; sin embargo, en esta práctica se considera importante observar el estado de humedad del suelo; antes de realizar el riego. Para esto se realiza la prueba de puño; como una forma de medir la capacidad de campo del suelo; la cual consiste en tomar una cantidad del sustrato con el puño de la mano, posteriormente se ejerce una leve fuerza, y al soltarlo no debe desmoronarse el terrón, indicaría humedad deficiente; ni debe escurrir agua; ya que sería exceso de humedad; esta prueba se realiza cada vez que sea necesaria (Restrepo, 2007). La figura 17, ilustra la aplicación de la prueba de puño; para medir la capacidad de campo del suelo; que indica humedad óptima.



**Figura 17.** *Ilustración prueba capacidad de campo. Por Dayan Moreno, 2019.*

En conclusión, el sistema de captación de agua lluvia es clave en la ejecución del proyecto; como fuente de abastecimiento confiable, gratuita e independiente de la red municipal, representa una solución de abastecimiento de agua para uso doméstico y de riego, ante los insuficientes suministros de agua que se presentan en la ciudad de Villavicencio; “La contingencia que utiliza la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Villavicencio (EAAV) no da abasto. El agua llega por mucho cuatro veces en el mes y los carrotanques son para sectores y casos especiales” (RCN, 2019). A fin con las metas de desarrollo sostenible 2030, para lograr la gestión sostenible y el uso



eficiente de los recursos naturales. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015).

### ***Residuos de corte de césped y poda.***

El marco normativo de este tipo de residuos en el Decreto 2981 de 2013 indica que “la recolección y transporte de los residuos sólidos originados por poda de árboles o arbustos, y corte del césped en áreas públicas, deberá realizarse por una persona prestadora del servicio público de aseo” y en lo posible deben destinarse a procesos de aprovechamiento (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2013). Sin embargo; en las áreas privadas; asociadas a jardines, lotes y conjuntos residenciales, existe una débil gestión, en ocasiones se realiza la quema de estos, lo que incide y agrava la situación actual.

Es por esto, que, en el desarrollo del modelo piloto de agricultura urbana, se realizó el proceso de ejecución del reciclaje de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos producto del corte de césped y poda; que comprende la etapa de recolección, almacenamiento y aprovechamiento. Es un material orgánico de origen vegetal que a partir del proceso de descomposición devuelve y permite cerrar el ciclo de nutrientes; a partir de la aplicación como acolchado de suelo o Mulch, Protege el suelo de los rayos UV; reduciendo las pérdidas de evaporación de agua; a su vez, retiene la humedad, funciona como barrera que evita el crecimiento de malas hierbas, entre otras (Simón, 2016).

En la etapa inicial de adecuación del terreno, se realizó el reciclaje de todo el material vegetal saliente; así mismo se contribuyó con el reciclaje equivalente de 320 Kg de residuos provenientes del conjunto residencial Caminos de Sevilla, con mayor contribución; barrio Danubio y Cataluña. La recolección se dividió en dos momentos debido a la cantidad; la recolección y transporte se realizó con un moto-carguero hasta el lugar de almacenamiento establecido; posteriormente el aprovechamiento se realizó a partir del cubrimiento de todo el suelo, referido a las áreas de cultivo y los pasillos intermedios y de acceso. Siendo, un coadyuvante en la integralidad del sistema, a medida que ocurre el proceso de descomposición del material orgánico se va añadiendo más; manteniendo un espesor de 5cm; que permite el balance térmico del suelo y proteja al mismo

tiempo las raíces de las plantas, sobre todo en los frutos de raíz como la remolacha, y la zanahoria; evitando que queden expuestas al sol y se puedan quemar (Ecology Action, 2010). Es preferible que, en el momento de cubrir el suelo, el material vegetal este seco; en este caso, con el fin de garantizar un acolchado de suelo con propiedades mejoradas, se inocula el material con MMA al 3% con el fin de aumentar la población benéfica y a su vez acelerar el proceso de descomposición aportando materia orgánica al suelo (Simón, 2016). En este caso, la frecuencia de reincorporación de material de cobertura se realizó una vez por semana, en la medida que se iba disminuyendo el espesor recomendable de 5cm; se calculó un gasto promedio de 15kg para cubrir todas las áreas de cultivo y pasillos intermedios y de acceso; lo que indica que en un periodo de cuatro semanas es posible realizar el aprovechamiento de 60kg de residuos; considerando el gasto promedio estimado, al cabo de un año se reciclarían 720Kg; lo cual representa una alternativa de solución en función de la gestión sostenible de la forsu producto del corte de césped y poda. La figura 18, presenta el proceso de ejecución del reciclaje de residuos que integra el modelo piloto.



**Figura 18.** *Ilustración del proceso de reciclaje; recolección, almacenamiento y aprovechamiento de los residuos del corte de césped y poda. Por Dayan Moreno, 2019.*

En conclusión, el reciclaje de los residuos producidos por el corte de césped y poda en sistemas de producción de alimentos; es una alternativa de valor que representa la gestión integral de los residuos orgánicos; con aportes de nitrógeno y materia orgánica en el suelo; destacando la importancia y la función que cumple en términos de acolchado que beneficia el crecimiento y desarrollo de las plantas a la vez que presenta una barrera protectora del suelo. a fin con las metas 12.2 “lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales”, y 12.5 “reducir la

generación de residuos, mediante la prevención reducción, reciclaje y reutilización” para dar cumplimiento a el ODS 12 (producción y consumo responsable) propuestos en la agenda de desarrollo sostenible 2030 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015).

### **Seguimiento y control**

La etapa de seguimiento y control; se presenta como una práctica de observación del comportamiento y desarrollo del sistema, principalmente es de carácter preventivo, sin embargo, garantiza la corrección y atención oportuna; ante cualquier agente externo; que impida o reduzca el óptimo crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas. Se consideran 4 elementos de referencia que priorizan en este sentido; bioindicadores, deficiencias nutricionales, plagas y enfermedades y daños mecánicos ocasionales.

#### ***Bioindicadores.***

Son organismos o comunidades de estos; especie vegetal, hongo o animal, que a través de su presencia indican el nivel de preservación o el estado de un hábitat (Morales, 2011). La estructura y función de la red nutricional del suelo, es un primer indicador de la salud del ecosistema, la alteración o desequilibrio de la red puede reducir considerablemente la productividad del mismo; de acuerdo a la función que desarrollan; para que los nutrientes estén disponibles y sean solubles para las plantas, deben ser mineralizados mediante la interacción de los descomponedores; bacterias y hongos; y, los protozoos, nematodos, microartrópodos y lombrices, entre otros (Vega & Rodríguez romero, 2010). Se estima que en cada gramo de suelo bien nutrido hay 10.000 millones de microorganismos (Simón, 2016).

Conforme se desarrollaron las etapas de ejecución anteriormente detalladas desde la fase inicial; se inició un proceso de regeneración de suelo conveniente del método de cultivo aplicado; donde se recreó la dinámica de la red nutricional de suelo, a partir de la incorporación de materia orgánica, minerales y microorganismos benéficos; evidenciando una mayor resistencia de las plantas frente a plagas y enfermedades y diversidad de bioindicadores de la buena salud del suelo, asociados a

lombrices de tierra y hongos. En la figura 19, se presenta diversidad de hongos bioindicadores; presentes en diferentes zonas a lo largo de todo el cultivo; el lado izquierdo de la imagen muestra la zona de cultivo de acelga; y el lado derecho muestra la zona de cultivo de lechuga; donde ejercen mayor influencia y presencia.



**Figura 19.** *Hongos bioindicadores. Por Dayan Moreno, 2019.*

Es importante reconocer, los estados de equilibrio del sistema, y los bioindicadores presentan la oportunidad de estudio que facilitan la comprensión y dinámica. El método práctico es la observación; haciendo una lectura de la naturaleza; algunas veces llamada “lecturaleza”.

### ***Deficiencias nutricionales.***

Se refiere a la disponibilidad insuficiente de nutrientes y se expresa con síntomas visibles en las plantas; por decir, clorosis o amarillamiento uniforme o en los bordes, el color de las hojas varía de color verde claro a amarillo; clorosis intervenal; las venas de la hoja se mantiene verde mientras el tejido entre-medio de las hojas se torna amarillo; necrosis, ocurre la muerte o secamiento del tejido, asociada con deshidratación; enfermedad o exceso de sales; enanismo, una reducción de la tasa de crecimiento; coloración anormal, algunas deficiencias nutricionales están caracterizadas por coloraciones rojas, púrpura, marrón o verde oscuro (Agriculturest, 2015).

En esta etapa; como medida preventiva durante el ciclo productivo de todo el cultivo; se realizó la aplicación nutricional con biofertilizante supermagro al 3% y el reabonado con bocashi en las plantas; en el libro “A, B, C de la Agricultura Orgánica y harina de rocas” se recomienda la

nutrición a los 8-10 días después del trasplante, según la variedad del cultivo recomienda un rango de aplicaciones durante todo el ciclo vegetativo (Restrepo, 2007). Si se mantiene el equilibrio nutricional en el suelo (sistema de las “3 eMes”; materia orgánica, minerales y microbiología); se reducen las condiciones deficientes de nutrición en las plantas; busca aportar defensas a la planta para que ésta se mantenga resistente y vigorosa (Simón, 2016).

Teniendo en cuenta lo anterior, y las consideraciones de aplicación nutricional recomendadas se realizó un total de 6 aplicaciones de biofertilizante y 2 reabonado de plantas. En la tabla 16 se presenta la nutrición aplicada en todo el cultivo; considerando la concentración de supermagro al 3% y el reabonado con bocashi con 50gr, considerando esta como la cantidad promedio recomendada.

**Tabla 16.** *Nutrición del suelo*

Nutrición	Aplicación a los DDT	Cantidad
<b>Supermagro al 3%</b>	8	10lt
	16	10lt
	24	10lt
	32	20lt
	47	20lt
	57	30lt
<b>Bocashi</b>	15	50gr
	40	50gr

**Nota:** La abreviatura DDT significa días después del trasplante. Las primeras 3 aplicaciones nutricionales de supermagro se hicieron directamente al suelo alrededor de cada planta; las aplicaciones posteriores se hicieron vía foliar y en el suelo; es por esta razón que la cantidad aplicada aumento. Por Dayan Moreno, 2019.

En la figura 20, se muestra el reabonado con bocashi a los 15 días después del trasplante; este proceso además de nutrición estimula el crecimiento del sistema radicular; se realizó directamente alrededor de cada planta; es importante cubrir el bocashi con tierra y finalmente incorporar el acolchado de suelo.



**Figura 20.** *Reabonado con bocashi, 50g alrededor de cada plántula.*  
*Por Dayan Moreno, 2019.*

Los resultados obtenidos; dan cuenta de la importancia de mantener el equilibrio nutricional en el suelo; cada parte del proceso es importante ya que cumple una función fundamental; en este caso, las plantas demostraron propiedades organolépticas diferenciales y alta resistencia a enfermedades.

### ***Plagas y enfermedades.***

Las plagas y enfermedades se desarrollan en condiciones que favorecen la proliferación y propagación de las mismas; como, deficiencias nutricionales, disminución de microbiología benéfica, exceso de humedad, escasa humedad, cambios bruscos de temperatura, competencia entre plantas, daños mecánicos, etc. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales , 2009); existen métodos prácticos y seguros de control de plagas; sin embargo, la base de control de plagas es un suelo saludable (Growing places, 2014). la mayoría de las enfermedades son provocadas por virus, hongos y bacterias; entre este grupo se encuentran las siguientes; Botrytis, provocada por el hongo *Botrytis*, que produce un moho de color grisáceo sobre hojas y flores; pulgón, mosca blanca e insectos escama; estos parásitos chupan la savia y en el caso de la mosca blanca segrega una sustancia que atrae parásitos como la fumagina; virosis y bacteriosis; raíces podridas (Tomás, 2015); entre el grupo de plagas se pueden encontrar; babosas y caracoles, hacen agujeros en las hojas, frutas y tallos; escarabajo de pepino, se come las flores, follaje y cáscara de la fruta que está madurando; transmite la bacteria que causa que la planta se marchite y muera, y pueden transmitir el virus del mosaico del pepino; perforador de hojas, realiza numerosos agujeros pequeños en las

hojas, los cuales resultarán en una planta destruida si esta es muy joven; entre otros (Growing places, 2014).

“Un mayor o menor ataque a las plantas provocado por insectos y microorganismos, depende de su estado de equilibrio nutricional” (Restrepo, 2007). Dentro del desarrollo del piloto, se observó la presencia del llamado perforador de hojas, en la remolacha y la acelga; para evitar su proliferación se realizó la aplicación de control biológico manual; y en la aplicación de nutrición se proporcionó una mayor cantidad sobretodo en estas; potenciando la resistencia frente a plagas y enfermedades.

### ***Daños mecánicos.***

Se considera daño mecánico a todo factor externo que afecta directa o indirectamente a las plantas; distinguiéndose en dos categorías; en primer lugar, los factores climatológicos; corresponde a los daños causados por la lluvia, el viento y el sol; en el desarrollo piloto, se presentaron daños mecánicos a causa de estos; donde la fuerza del agua inclinaba las plantas hacia el suelo, generándose agobio y debilitándose; de igual manera ocurrió con los vientos fuertes; como medida preventiva y correctiva, se utilizó un plástico cortaviento y el uso de polisombra a los 40 DDT (días después del trasplante); durante las horas de sol directo; para así prevenir la reducción de la presión osmótica, en la que la planta tiende a la deshidratación. En segundo lugar, Daños mecánicos producidos por animales domésticos: en este caso, es de gran importancia contar con el cerramiento del lugar para reducir el riesgo. En la figura 21, se observa el cerramiento del lote, y la barrera cortavientos; en función de mitigar daños mecánicos producidos por el viento, y animales domésticos.



**Figura 21.** *Ilustración cerramiento y barrera cortavientos. Por Dayan Moreno, 2019.*

En conclusión; el seguimiento y control es parte clave del desarrollo piloto; para el reconocimiento de los estados de equilibrio del sistema; y la aplicación de técnicas y métodos que favorecen la resistencia de las plantas, frente a enfermedades, plagas, deficiencias nutricionales y factores climatológicos; a partir del método práctico de la observación; haciendo una lectura de la naturaleza; algunas veces llamada “lecturaleza”; y, la ejecución de técnicas que incorporan, control biológico, nutrición del suelo (equilibrio nutricional; materia orgánica, minerales y microbiología); comprende la aplicación de bocashi, biofertilizante supermagro y MMA; la prevención de daños mecánicos; con el uso de barreras cortavientos y polisombra. dan lugar a plantas sanas, vigorosas y resistentes; demostrando resultados favorables en la producción.

### **Estado de Desarrollo.**

Es la etapa final de ejecución que presenta los resultados del modelo piloto, mediante la comparación del sistema de siembra tradicional del Centro de Innovación y Desarrollo de Sáenz Fety con el sistema de siembra del método biointensivo desarrollado en el presente trabajo.

En relación con el estado de desarrollo de los cultivos; bajo la aplicación técnica y metodológica de los principios de cultivo biointensivo; asociado a las metas de cumplimiento del ODS 12 “garantizar modalidades de producción y consumo sostenibles” propuestas en la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015). A partir de, la gestión sostenible del agua y los residuos sólidos orgánicos, mediante el reciclaje de agua lluvia para riego (meta 12.2), y el reciclaje de los residuos de origen vegetal (meta 12.5); la reducción de desperdicios y pérdidas de alimentos; mediante la planificación de siembra (meta 12.3); y producción de alimentos sin el uso de productos de síntesis química y agroquímicos (metas 12.4); Promoviendo la alimentación saludable y estilos de vida en armonía con la naturaleza (meta 12.8) (Naciones Unidas , 2015).

El establecimiento y consolidación del modelo piloto; representa una fuente de producción de alimentos de autoconsumo con alto valor nutricional; que vincula a 5 núcleos familiares del barrio Danubio; como aporte a una dieta variada, equilibrada y saludable. Presenta como valor de



oportunidad la réplica en diferentes escenarios, en el contexto de creación de comunidades resilientes entorno al desarrollo sostenible urbano.

La presentación de resultados, se desarrolla en tres etapas; inventario de cultivo, estado de desarrollo con la comparación del sistema de siembra tradicional y el sistema de siembra del método biointensivo; y cosecha.

***Inventario de cultivo.***

El inventario del cultivo, da lugar a la cuenta de las variedades de alimentos en cantidad y diversidad que conforman el modelo piloto. Como aporte a una alimentación saludable, que debe ser suficiente, variada, equilibrada e inocua; para el aporte de agua, vitaminas, minerales, proteínas, antioxidantes, fibra, carbohidratos y grasas, se recomienda consumir diariamente 5 porciones de frutas y verduras de distintos colores (Organización mundial de la salud , 2014).

A continuación, se relacionan las variedades de alimentos que configuran un aporte para una alimentación saludable; asociada a una diversidad de variedades cultivadas que integran el desarrollo del modelo piloto. En la tabla17 se presenta el inventario de plantas, respecto a la cantidad de plantas en total por cada variedad, y la procedencia de las semillas; lo que conviene verificar pueden proceder de laboratorios certificados, agricultores o campesinos.

**Tabla 17. Inventario de plantas**

<b>Variedades de polinización abierta</b>	<b>Cantidad de plantas</b>	<b>Procedencia</b>
<b>Acelga Large</b>	50	Sáenz Fety
<b>Apio</b>	3	Hacienda Tierra Dulce
<b>Cebolla larga</b>	80	Hacienda Tierra Dulce
<b>Espinaca</b>	5	Finca alcaraván
<b>Lechuga Crespa Invicta</b>	50	Sáenz Fety
<b>Lechuga lisa Ballerina</b>	50	Sáenz Fety
<b>Lechuga Crespa Levistro</b>	20	Sáenz Fety
<b>Lechuga Crespa Morada</b>	8	La Cumbre
<b>Pepino</b>	5	La Cumbre
<b>Remolacha</b>	50	Sáenz Fety
<b>Tomate Santa Clara</b>	3	Sáenz Fety

**Tabla 17.** Continuación

<b>Tomate Chonto</b>	3	Sáenz Fety
<b>Tomate cherry</b>	4	La Cumbre
<b>Zanahoria Extremo</b>	25	Sáenz Fety
<b>Cilantro</b>	-	Sáenz Fety
<b>Toronjil</b>	10	Sáenz Fety
<b>Ruda</b>	10	Sáenz Fety
<b>Caléndula</b>	20	Sáenz Fety
<b>Albahaca Blanca</b>	1	La Cumbre
<b>Sábila</b>	1	Hacienda Tierra Dulce
<b>Rugula</b>	1	Sáenz Fety
<b>Yerbabuena</b>	1	Hacienda Tierra Dulce
<b>Orégano</b>	1	La Cumbre
<b>Pronto Alivio</b>	1	La Cumbre
<b>Limonaria</b>	3	La Cumbre
<b>Anís</b>	1	Horticultor urbano
<b>Cúrcuma</b>	2	Horticultor urbano

**Nota:** La procedencia corresponde en la mayoría de los casos al laboratorio certificado Sáenz Fety Pecuaria y Agro; seguidamente de fincas agroecológicas de Lejanías, Cubarral y Villavicencio y algunos horticultores urbanos de Villavicencio. Por Dayan Moreno, 2019.

De acuerdo, al inventario realizado; el modelo piloto, cuenta con el desarrollo de 27 variedades de alimentos de polinización abierta; y 433 plantas en total; con propiedades de alto valor nutricional y medicinal; fuente de autosuficiencia alimentaria de 5 núcleos familiares del barrio Danubio, favoreciendo la disponibilidad y acceso de alimentos saludables y nutritivos.

#### *Estado de desarrollo del cultivo.*

Esta etapa consiste en presentar el estado de desarrollo de cada una de las variedades, en comparación; del sistema de siembra de las semillas de polinización abierta desarrolladas con el método biointensivo con el sistema de siembra presentado por el CID (Centro de Innovación y Desarrollo) de Sáenz Fety.

A continuación, se presenta la relación de las semillas de polinización abierta desarrolladas bajo el método biointensivo.

**Tabla 18.** Comparación Sistema de siembra del método biointensivo y método tradicional

Variedad	Asociación de plantas	Adaptabilidad	Sistema de siembra Sáenz Fety	Sistema de siembra método biointensivo
<b>Acelga</b>	Zanahoria, Remolacha, caléndula, hierbabuena	1.400–2.800 msnm	Plantulación: 25–35 días. Inicio cosecha: 40–80 DDT	Plantulación: 16 días. Inicio cosecha: 40–80 DDT
<b>Apio Tall Utah</b>	Lechuga, cebolla larga	1800-2600msnm	Plantulación: 45–60 días. Inicio de cosecha: 100–130 DDT.	Plantulación: 40 días. Inicio cosecha: 100-130DDT
<b>Cebolla larga</b>	Apio y lechuga	0 – 2.600 msnm	Plantulación: 40–60 días. Inicio cosecha: 90–120 DDT.	Inicio cosecha: 90-120DDT
<b>Espinaca</b>	Pepino, tomate y sábila	1.800 – 2.800 msnm	Inicio cosecha: 30-50 DDT	Inicio cosecha: 30 -50 DDT
<b>Lechuga</b>	Apio, cebolla larga	1.800 – 2.800 msnm	Plantulación: 20 – 30 días. Inicio cosecha: 55–65 DDT	Plantulación: 21 días. Inicio cosecha: 40 DDT
<b>Pepino poinsett 76</b>	Tomate, espinaca, sábila	0 – 2.200 msnm	Inicio cosecha: 70 – 80 DDT	Inicio cosecha: 70-80DDT
<b>Remolacha</b>	Acelga, hierbabuena y caléndula	1.800–2.600 msnm.	Inicio cosecha: 80 - 100 DDT	Plantulación: 16 días. Inicio cosecha: 80-100 DDT
<b>Tomate santa clara, tomate chonto indeterminado</b>	Pepino, espinaca y sábila	1.000 – 2.200 msnm	Plantulación: 25 – 35 días Inicio cosecha: 70 – 90 DDT	Plantulación: 21 días. Inicio cosecha: 70-90 DDT
<b>Zanahoria Chantenay</b>	Toronjil, acelga y caléndula	1000–2800 msnm	Inicio cosecha: 120 – 140 DDT	Plantulación: 16 días. Inicio cosecha: 90-120 DDT

**Nota:** Resultados obtenidos en el desarrollo del modelo piloto. Por Dayan Moreno, 2019.

De los resultados representados en la tabla 18, se puede concluir que la aplicación del método biointensivo proporciona condiciones favorables de adaptabilidad a los cultivos; teniendo en cuenta que la ciudad de Villavicencio se encuentra a 467 msnm; y las condiciones de adaptabilidad de las semillas seleccionadas en el caso de estudio; tiene requerimientos entre los 1000- 2800 msnm; a excepción de las variedades de la cebolla larga 0 – 2600 msnm y el pepino 0-2200 msnm; así mismo, el método aplicado para la siembra en semillero resulta con el desarrollo de las plántulas en un tiempo menor en comparación del método tradicional, lo que indica mayor rendimiento y cosechas mejoradas. En la medida que se mantiene la integralidad de todos los principios del

método; resulta mejor el desarrollo del cultivo biointensivo en comparación con el método tradicional.

En general; el éxito del desarrollo del cultivo de variedades principalmente de clima frío; mediante la aplicación del método biointensivo, representa una oportunidad de valor; para la transición hacia un sistema alimentario, inclusivo, resiliente, y sostenible. que responde a las metas de cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible en la agenda 2030.

A continuación, se presenta la consolidación del estado de desarrollo de cada una de las variedades que configuran el éxito del estudio de caso.

#### *Acelga.*

Según el CID, centro de innovación y desarrollo de Sáenz Fety; las condiciones de adaptabilidad y el sistema de siembra de la acelga son entre los 1.400–2.800 msnm; un tiempo de plantulación de 25-35 días; y de inicio de cosecha de 40–80 días después del trasplante. Con la aplicación del método biointensivo; la preparación del suelo (suelo flojo 40cm de profundidad); uso de composta (Bocashi, biofertilizante supermagro y MMA); uso de semilleros (sustrato turba, semillas inoculadas con MMA); siembra cercana (método de triangulación, es decir, cada 3 plantas formar un triángulo equilátero); asociación de cultivos (Zanahoria, Remolacha, caléndula, hierbabuena); uso de semillas de polinización abierta (procedencia de Sáenz Fety); se desarrolló en condiciones de 467 msnm (altura de Villavicencio); en un tiempo de plantulación de 16 días e inicio de cosecha de 50 días después del trasplante. Obteniendo rendimientos favorables; con un diferencial de mejora durante el ciclo vegetativo de la planta. En la figura 22 se observa el estado de desarrollo de la acelga; que da cuenta del óptimo desarrollo; a partir, de la germinación de todas las semillas y el crecimiento de todas las plántulas; demostrando una buena condición de salud.



**Figura 22.** Estado de desarrollo de Acelga. Por Dayan Moreno, 2019.

#### *Apio.*

Según el CID, centro de innovación y desarrollo de Sáenz Fety; las condiciones de adaptabilidad y el sistema de siembra del apio son entre los 1.800–2.600 msnm; un tiempo de plantulación de 45-60 días; y de inicio de cosecha de 100–130 días después del trasplante. Con la aplicación del método biointensivo; la preparación del suelo (suelo flojo 40cm de profundidad); uso de composta (Bocashi, biofertilizante supermagro y MMA); uso de semilleros (sustrato turba, semillas inoculadas con MMA); siembra cercana (hileras); asociación de cultivos (Lechuga, cebolla larga); uso de semillas de polinización abierta (procedencia de Sáenz Fety); se desarrolló en condiciones de 467 msnm (altura de Villavicencio); en un tiempo de plantulación de 40 días e inicio de cosecha de 100-130 días después del trasplante. Lo que significa que el diferencial de adaptabilidad no afectó el tiempo de plantulación ni el inicio de cosecha.

#### *Cebolla larga.*

Según el CID, centro de innovación y desarrollo de Sáenz Fety, las condiciones de adaptabilidad y el sistema de siembra de la cebolla larga son entre los 0–2.600 msnm; un tiempo de plantulación de 40-60 días; y de inicio de cosecha de 90–120 días después del trasplante. Con la aplicación del método biointensivo; la preparación del suelo (suelo flojo 40cm de profundidad); uso de composta

(Bocashi, biofertilizante supermagro y MMA); siembra cercana (método de triangulación, es decir, cada 3 plantas formar un triángulo equilátero); asociación de cultivos (Apio y lechuga); uso de semillas de polinización abierta (procedencia de finca agroecológica); se desarrolló en condiciones de 467 msnm (altura de Villavicencio); en un tiempo de inicio de cosecha de 90-120 días después del trasplante. En la figura 23 se ilustra el estado de desarrollo del cultivo desde la siembra de esquejes hasta 40 días después del trasplante.



**Figura 23.** Estado de desarrollo Cebolla larga. Por Dayan Moreno, 2019.

### *Espinaca.*

Según el CID, centro de innovación y desarrollo de Sáenz Fety; las condiciones de adaptabilidad y el sistema de siembra de la espinaca son entre los 1800–2.800 msnm; un tiempo de plantulación de 30-50 días; y de inicio de cosecha de 55–65 días después del trasplante. Con la aplicación del método biointensivo; la preparación del suelo (suelo flojo 40cm de profundidad); uso de composta (Bocashi, biofertilizante supermagro y MMA); uso de semilleros (sustrato turba, semillas inoculadas con MMA); siembra cercana (hileras en surco); asociación de cultivos (tomate, pepino y sábila); uso de semillas de polinización abierta (procedencia de finca agroecológica de lejanías-Meta) se desarrolló en condiciones de 467 msnm (altura de Villavicencio); en un tiempo de inicio de cosecha de 30-50 días después del trasplante. Los resultados del estado de desarrollo de la espinaca es el que tiene un mayor diferencial en el tiempo de inicio de cosecha, con respecto a los

demás; se puede concluir que la semilla O.P. estaba adaptada al clima por su procedencia. La figura 24, muestra el estado de desarrollo de la espinaca a los 15 días después del trasplante.



**Figura 24.** Estado de desarrollo Espinaca. Por Dayan Moreno, 2019.

### *Lechuga.*

Según el CID, centro de innovación y desarrollo de Sáenz Fety; las condiciones de adaptabilidad y el sistema de siembra de la lechuga son entre los 1.800–2.800 msnm; un tiempo de plantulación de 20-30 días; y de inicio de cosecha de 55–65 días después del trasplante. Con la aplicación del método biointensivo; la preparación del suelo (suelo flojo 40cm de profundidad); uso de composta (Bocashi, biofertilizante supermagro y MMA); uso de semilleros (sustrato turba, semillas inoculadas con MMA); siembra cercana (método de triangulación, es decir, cada 3 plantas formar un triángulo equilátero); asociación de cultivos (Apio y Cebolla larga); uso de semillas de polinización abierta (procedencia de Sáenz Fety); se desarrolló en condiciones de 467 msnm (altura de Villavicencio); en un tiempo de plantulación de 21 días e inicio de cosecha de 40 días después del trasplante. La figura 25, se presenta el estado de desarrollo de la lechuga; desde el semillero hasta los 30 días después del trasplante.



**Figura 25.** Estado de desarrollo Lechuga. Por Dayan Moreno, 2019.

*Pepino.*

Según el CID, centro de innovación y desarrollo de Sáenz Fety; las condiciones de adaptabilidad y el sistema de siembra del pepino son entre los 0–2.200 msnm; un tiempo de plantulación de 70–80 días; y de inicio de cosecha de 80–100 días después del trasplante. Con la aplicación del método biointensivo; la preparación del suelo (suelo flojo 40cm de profundidad); uso de composta (Bocashi, biofertilizante supermagro y MMA); uso de semilleros (sustrato turba, semillas inoculadas con MMA); siembra cercana (hilera en surco); asociación de cultivos (Apio y Cebolla larga); uso de semillas de polinización abierta (procedencia de finca agroecológica de Villavicencio -Meta); se desarrolló en condiciones de 467 msnm (altura de Villavicencio); en un tiempo de inicio de cosecha de 70 -80 días después del trasplante. La figura 26, presenta el estado de desarrollo del pepino hasta los 55 días después del trasplante.



**Figura 26.** Estado de desarrollo Pepino. Por Dayan Moreno, 2019.

*Remolacha.*

Según el CID, centro de innovación y desarrollo de Sáenz Fety; las condiciones de adaptabilidad y el sistema de siembra de la remolacha son entre los 1.800–2.600 msnm; un tiempo inicio de cosecha de 80–100 días después del trasplante. Con la aplicación del método biointensivo; la preparación del suelo (suelo flojo 40cm de profundidad); uso de composta (Bocashi, biofertilizante supermagro y MMA); uso de semilleros (sustrato turba, semillas inoculadas con MMA); siembra cercana (método de triangulación, es decir, cada 3 plantas formar un triángulo equilátero); asociación de cultivos (Acelga, hierbabuena y caléndula); uso de semillas de polinización abierta (procedencia de Sáenz Fety); se desarrolló en condiciones de 467 msnm (altura de Villavicencio); en un tiempo de plantulación de 16 días e inicio de cosecha de 80-100 días después del trasplante.



En la figura 27, se presenta el estado de desarrollo de la remolacha desde el semillero hasta los 45 días después del trasplante.



**Figura 27.** Estado de desarrollo Remolacha. Por Dayan Moreno, 2019.

*Tomate santa clara, tomate chonto.*

Según el CID, centro de innovación y desarrollo de Sáenz Fety; las condiciones de adaptabilidad y el sistema de siembra del tomate son entre los 1.000–2.200 msnm; un tiempo de plantulación de 25-35 días; y de inicio de cosecha de 70–90 días después del trasplante. Con la aplicación del método biointensivo; la preparación del suelo (suelo flojo 40cm de profundidad); uso de composta (Bocashi, biofertilizante supermagro y MMA); uso de semilleros (sustrato turba, semillas inoculadas con MMA); siembra cercana (Hileras en el surco); asociación de cultivos (Pepino, espinaca y sábila); uso de semillas de polinización abierta (procedencia de Sáenz Fety); se desarrolló en condiciones de 467 msnm (altura de Villavicencio); en un tiempo de plantulación de 21 días e inicio de cosecha de 70-90 días después del trasplante. La figura 28, presenta el estado de desarrollo del tomate desde el semillero hasta los 60 días después del trasplante.



**Figura 28.** Estado de desarrollo Tomate. Por Dayan Moreno, 2019.

#### *Zanahoria.*

Según el CID, centro de innovación y desarrollo de Sáenz Fety; las condiciones de adaptabilidad y el sistema de siembra del tomate son entre los 1.200–2.800 msnm; un tiempo de inicio de cosecha de 120–140 días después del trasplante. Con la aplicación del método biointensivo; la preparación del suelo (suelo flojo 40cm de profundidad); uso de composta (Bocashi, biofertilizante supermagro y MMA); uso de semilleros (sustrato turba, semillas inoculadas con MMA); siembra cercana (método de triangulación, es decir, cada 3 plantas formar un triángulo equilátero); asociación de cultivos (Toronjil, acelga y caléndula); uso de semillas de polinización abierta (procedencia de Sáenz Fety) se desarrolló en condiciones de 467 msnm (altura de Villavicencio); en un tiempo de plantulación de 16 días e inicio de cosecha de 90-120 días después del trasplante. La figura 29

presenta el estado de desarrollo de la zanahoria desde el semillero hasta los 60 días después del trasplante.



**Figura 29.** Estado de desarrollo Zanahoria. Por Dayan Moreno, 2019.

#### *Espiral de aromáticas.*

La espiral de aromáticas, consiste en la siembra de variedades de plantas con propiedades aromáticas, medicinales y culinarias; en este caso, la espiral tiene una diversidad de 10 variedades de plantas aromáticas; cilantro; ruda, toronjil, pronto alivio, curcuma, rugula, oregano, anís, albahaca blanca y limonaria. La figura 30, ilustra la espiral de aromáticas.



**Figura 30.** Plantas aromáticas. Por Dayan Moreno, 2019.

### *Cosecha*

La cosecha de todos los alimentos cultivos, se realizó en la medida que cumplieron el ciclo productivo para ser consumidos; permitiendo que fueran cosechadas por la misma población beneficiaria; lo cual creo una mayor satisfacción en las personas. Esta parte, vincula la meta 12.8 del ODS 12, que relaciona la tenencia de consciencia para el desarrollo sostenible y los estilos de vida en armonía con la naturaleza (Naciones Unidas , 2015).

A continuación, se presenta una de las variedades de hortalizas seleccionadas para en el presente modelo piloto; en el cual se desarrolló la cosecha de lechuga, 50 variedades de lechuga crespita invicta y 50 variedades de lechuga lisa ballerina, considerando 2 de cada variedad para semilla; es decir, que de las 100 lechugas se cosecharon 96. Se estableció la cosecha diaria de 2 lechugas, una lisa y una crespita para cada núcleo familiar beneficiario; durante 7 días; la cosecha fue realizada por ellos mismos; un total de 70 lechugas cosechadas; registraron un peso promedio de 350g. Las 26 lechugas restantes se cosecharon al tiempo, en la que se realizó una actividad de socialización de los resultados, y se prepararon tacos de lechuga con pollo para compartir. El propósito de realizar cosechas diarias cumple la función de desarrollar el término “de la tierra a la mesa”; que presenta el consumo de alimentos frescos, naturales y sin pérdidas de valor nutricional por almacenamiento y transporte; presenta beneficios variados, de impacto social y ambiental; reduce emisiones de GEI, ahorra energía, relación de confianza y seguridad de la calidad y valor nutricional de los alimentos que se presentan libres de agroquímicos, intercambio de saberes y promoción de estilos de vida saludables y sostenibles.

### **Fase III. Socialización de Resultados**

Esta fase de socialización de resultados, presenta los resultados obtenidos y vincula la presentación del desarrollo que establece y consolida una huerta orgánica biointensiva demostrativa en el barrio Danubio de la ciudad de Villavicencio; como alternativa de producción de alimentos sostenible para el autoconsumo de 5 núcleos familiares y la gestión de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos producto del corte de césped y poda; en contribución al cumplimiento de metas establecidas en la agenda de desarrollo sostenible 2030; ligando el compromiso con la gestión y uso eficiente de los recursos naturales; reducción de la generación de residuos; reducción del uso

de productos químicos, reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos y la promoción de estilos de vida sostenibles y en armonía con el medio ambiente (Naciones Unidas , 2015). Establece estrategias de socialización e integra la creación de una cartilla educativa que ilustra cómo iniciar una huerta urbana biointensiva.

De este modo se amplió la invitación a la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del Meta, agricultores urbanos y comunidad en general.

### **Desarrollo de la socialización**

Esta esta etapa presenta los resultados obtenidos, la importancia y el alcance en la investigación realizada.

#### ***Resultados obtenidos.***

Se obtuvo la reconversión de un espacio infrautilizado (lote sin edificar) en el barrio Danubio en una fuente de producción de alimentos orgánicos que enmarca un sistema de producción y consumo sostenible, ligado al compromiso de las metas en la agenda 2030 para el cumplimiento del ODS 12; a su vez, sustenta alimentos de autoconsumo de alto valor nutricional y propiedades medicinales como aporte a una alimentación saludable a un total de 15 personas que integran 5 núcleos familiares beneficiarios. Resulta de la aplicación metodológica que integra los principios de cultivo biointensivo; en función de establecer un equilibrio ecológico y direccionar la sustentabilidad del sistema hacia estilos de producción en armonía con la naturaleza. La figura 31, presenta la integración de los elementos que sustentan el desarrollo del modelo piloto de agricultura urbana.



**Figura 31.** Esquema de integralidad de principios del método biointensivo y sistemas de reciclaje ajustados al modelo piloto; en el marco del ODS 12. Por Dayan Moreno, 2019.

Mediante la integración de los elementos que se muestran en el esquema anterior; se obtuvo el desarrollo de 27 variedades de alimentos entre hortalizas y plantas aromáticas; con características de adaptabilidad entre los 1000-2800 msnm principalmente, en la condición de 467 msnm que corresponde a la altura de Villavicencio, con ciclos vegetativos iguales y menores con respecto a los del CID, centro de innovación y desarrollo de Sáenz Fety, con incidencia baja de plagas y sin ninguna afectación por enfermedades en las plantas. Las condiciones de adaptabilidad según el CID de Sáenz Fety, para; la acelga es entre los 1.400–2.800 msnm; el apio 1800-2600 msnm; la cebolla larga 0 – 2.600 msnm; la espinaca 1.800 – 2.800 msnm; la lechuga 1.800 – 2.800 msnm; el pepino 0 – 2.200 msnm; la remolacha 1.800–2.600 msnm; el tomate 1.000 – 2.200 msnm y la zanahoria 1000–2800 msnm. Lo cual indica que la aplicación del método biointensivo proporciona

condiciones favorables de adaptabilidad a los cultivos y el equilibrio nutricional del suelo (materia orgánica, minerales y microbiología) favorece y reduce la incidencia de plagas y enfermedades en las plantas; en la medida que se mantiene la integralidad de todos los principios del método; resulta mejor el desarrollo del cultivo biointensivo en comparación con el método de cultivo tradicional. La importancia del desarrollo del modelo piloto se identifica con la construcción de comunidades saludables, resilientes y sostenibles (Centro de Recursos en Agricultura Urbana y Seguridad Alimentaria, 2009).

Los resultados obtenidos se socializaron en dos eventos, un primer evento ante la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del Meta; y, un segundo evento antes agricultores urbanos y comunidad en general; se obtuvo una buena apreciación por parte de los asistentes; en el que se resaltó este trabajo como una apuesta de alto impacto a nivel social, ambiental y económico, donde una vez más se resalta que las acciones locales son generadoras de cambio e inciden a nivel global.

### ***Huerta Orgánica Biointensiva Demostrativa.***

La huerta orgánica biointensiva demostrativa, se estableció en un lote sin edificar del barrio Danubio; se articuló con el objetivo de “desarrollar un modelo piloto de agricultura urbana aplicando el método de cultivo biointensivo para la producción de alimentos de autoconsumo de 5 núcleos familiares y la gestión de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos en el barrio Danubio de Villavicencio”. Comprende un sistema agroecológico de producción y consumo sostenible; que vincula la captación, recolección- conducción, almacenamiento y aprovechamiento de agua lluvia para riego; la gestión integral de la forsu producto del corte de césped y poda; y la producción de alimentos libres de químicos, con alto valor nutricional y propiedades medicinales.

La presentación de esta huerta orgánica biointensiva demostrativa; se realizó mediante la socialización de resultados. En un primer evento; realizado el día 13 de septiembre de 2019; con la asistencia del señor Alberto Castro Sandoval secretario de Agricultura y Desarrollo Rural del Meta; acompañado de otros funcionarios públicos y prensa. En la figura 32 se presenta un recopilado de la publicación oficial de la visita realizada.



**Figura 32.** Socialización de resultados primer evento; publicación oficial de la secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural del Meta. Por Dayan Moreno, 2019.

El segundo evento; estuvo dirigido a agricultores urbanos y la comunidad en general; Por motivos de agenda; se programaron diferentes visitas en la segunda semana de septiembre; en este caso se contó con la asistencia de 30 personas en total; dentro de las cuales estuvo el Gerente General de C.I American Latín Group Ernesto Restrepo Hoyos; el señor Duver Torres Agricultor de cítricos orgánicos; Jairo Vallesteros dueño de la granja orgánica Moniyamena; la presidenta de la junta de acción comunal del barrio Danubio y vecinos del sector. En la gráfica 33 se muestra una breve recopilación de unos de los asistentes de la socialización realizada como parte del segundo evento realizado; dio lugar a un intercambio de saberes y experiencias de las cuales se identificaron diferentes oportunidades para la réplica de este modelo piloto en otros escenarios urbanos.





**Figura 33.** Socialización de resultados, segundo evento. Por Dayan Moreno, 2019.

Satisfactoriamente se obtuvo resultados de impacto positivo; a partir de la socialización de los resultados, consolidando la huerta orgánica como un modelo a seguir para la réplica en diferentes escenarios de la ciudad y resaltando especialmente la oportunidad de desarrollar variedades de alimentos principalmente de clima frío en la ciudad de Villavicencio, reconociendo y valorando el trabajo de investigación realizado.

### *Cartilla Educativa.*

Se presenta mediante la creación de una cartilla educativa de 17 páginas que ilustra la importancia de producir alimentos saludables y nutritivos de autoconsumo de forma sostenible e integra las técnicas y métodos aplicados en el desarrollo del modelo piloto; presentada como estrategia de socialización y promoción de producción y consumo sostenible. En el apéndice B se presenta el resultado final de la construcción de la cartilla educativa.



**Figura 34.** Caratula de presentación cartilla educativa método biointensivo. Por Dayan Moreno, 2019.

## Conclusiones

- La producción y consumo responsable de alimentos; es socialmente incluyente y ambientalmente sostenible, posibilitando el acceso y disponibilidad de alimentos orgánicos de calidad e inocuidad con un alto nivel nutricional a núcleos familiares de bajos recursos como alternativa completaría a una dieta saludable (consumo diario de 400g de frutas y verduras según la OMS).
- La agricultura orgánica biointensiva en escenarios urbanos reduce a cero el uso de productos de síntesis química y agrotóxicos, minimiza pérdidas y desperdicio de alimentos, reduce la generación de emisiones GEI, fomenta el aprovechamiento de los recursos locales y reciclaje de los forsu, favorece la reconversión de espacios infrautilizados en fuentes de producción y consumo sostenible en función de las metas de ODS 12. A la vez que proporciona condiciones favorables de adaptabilidad a los cultivos, con altos rendimientos y estimula el ciclo vegetativo de las plantas donde se observan ciclos vegetativos menores e iguales en comparación con el método tradicional.
- La visibilización y socialización de métodos sostenibles para la producción de alimentos funciona para la creación de redes que fortalecen el desarrollo práctico de modelos de agricultura urbana que sustentan la oportunidad de valor para replicarse a diferentes escalas ya sea desde 1m<sup>2</sup> a 100m<sup>2</sup> o más; además de un llamado a la acción desde la conciencia que cada decisión tiene una consecuencia y de cada uno depende que sea positiva; “Piensa global y actúa local”.

### **Recomendaciones**

- Se recomienda garantizar la integralidad de todos los principios del método de cultivo biointensivo; importante mantener el equilibrio nutricional del suelo (materia orgánica, microbiología y minerales); acudir a la transferencia de conocimiento, experiencia y semillas entre todos, para crear oportunidades de desarrollo local, en función de la transformación transicional del sistema alimentario como garantía de la seguridad y soberanía alimentaria, siendo el inicio de un estilo de vida en armonía con la naturaleza.
- Se recomienda el máximo aprovechamiento de los recursos locales; dirigido a potencializar y dar cumplimiento a las metas de los objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030. Para el caso de la AUB es posible realizar el reciclaje de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos a fines de uso como abono y/o acolchado del suelo; además del reciclaje de agua lluvia para riego, aprovechamiento efectivo de la luz solar, el uso de insumos y materiales locales; restringir el uso de productos de único uso, y por último promover el trabajo comunitario y trueque o intercambio entre vecinos.

### Referencias Bibliográficas

- Agriculturest. (27 de 03 de 2015). Deficiencias nutricionales en las plantas: <http://agriculturers.com/deficiencias-nutricionales-en-las-plantas/>
- Agroalimentando. (09 de 01 de 2018). *Asociación de cultivos en el huerto: Listado de compatibilidad entre plantas*. Obtenido de [https://agroalimentando.com/nota.php?id\\_nota=8734](https://agroalimentando.com/nota.php?id_nota=8734)
- Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud Salud en Tabasco. *Salud en Tabasco*. 11(1,2), 333-338. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Aiterwegmair, K., García, N., & Tapias, A. (12 de abril de 2019). Agroecología desde el sur. Obtenido de <https://sites.google.com/site/agroecologiadendesur/autores/stephen-r-gliessman>
- Alcaldía de Villavicencio. (08 de 2017). *Información general del municipio de Villavicencio*. Obtenido de <http://www.villavicencio.gov.co/Paginas/default.aspx>
- Aloe de Sorbas. (10 de febrero de 2014). *Aloe de Sorbas Agricultura sostenible*. Obtenido de <https://aloesorbas.wordpress.com/2014/02/10/introduccion-a-la-agricultura-biointensiva/>
- Altieri, M. (Noviembre de 1995). *Bases Científicas para una Agricultura Sustentable*. Obtenido de <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf>
- American Society of Clinical Oncology. (junio de 2017). *Información al paciente aprobada por el médico American Society of Clinical Oncology*. Obtenido de <https://www.cancer.net/es/sobrevivencia/una-vida-saludable/recomendaciones-sobre-nutrici%C3%B3n-durante-el-tratamiento-y-despu%C3%A9s-de-este>
- Caballero, S. (15 de 01 de 2011). *Agricultura ecológica, casa ecológica, permacultura*. Obtenido de <https://www.sergicaballero.com/espinal-de-plantas-aromaticas/>
- Centro de Recursos en Agricultura Urbana y Seguridad Alimentaria. (12 de 2009). *Revista Agricultura Urbana Construyendo Comunidades Resilientes*. Obtenido de <https://www.ruaf.org/sites/default/files/RAU22.pdf>
- Decreto 2981. (2013). Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo. Diario Oficial 49010. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=56035>

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2015). *DANE*. Preguntas frecuentes sobre estratificación. Obtenido de [https://www.dane.gov.co/files/geoestadistica/Preguntas\\_frecuentes\\_estratificacion.pdf](https://www.dane.gov.co/files/geoestadistica/Preguntas_frecuentes_estratificacion.pdf)
- EcoAgricultor. (7 de 04 de 2019). Ejemplos de asociaciones de cultivos a la hora de planificar el diseño del huerto: <https://www.ecoagricultor.com/ejemplos-de-asociaciones-de-cultivos-a-la-hora-de-planificar-el-diseno-del-huerto/>
- EcoBase. (2008). *Manual de campo del método biointensivo*. Obtenido de <http://bionica.org/cbn/wp-content/uploads/2013/01/El-M%C3%A9todo-Manual-de-Campo.pdf>
- Ecology Action . (2009). *Agricultura Biointensiva una Revolución mas Verde* . Obtenido de [http://www.cultivebiointensivamente.org/PDF/AgriculturaBiointensivaUnRevolucionMasVerde\\_Espanol.pdf](http://www.cultivebiointensivamente.org/PDF/AgriculturaBiointensivaUnRevolucionMasVerde_Espanol.pdf)
- Ecology Action . (2010). *Ecology Action enseña a la gente del mundo a alimentarse mejor, al mismo tiempo que crea y preserva el suelo; conservando así los recursos del planeta* . Obtenido de [http://www.cultivebiointensivamente.org/Acerca\\_Historia.html](http://www.cultivebiointensivamente.org/Acerca_Historia.html)
- Ecology Action. (2010). *Mini manual para el Agricultor: Mini Cultivo Sustentable*. Obtenido de Semillas de Polinización Abierta: [http://www.cultivebiointensivamente.org/Self\\_Teaching\\_8.html](http://www.cultivebiointensivamente.org/Self_Teaching_8.html)
- Ecology action. (2012). *Ecology Action Biointensive Mini-Farming* . Obtenido de <http://www.growbiointensive.org/>
- El Nuevo Siglo . (17 de 05 de 2019). *Escasean alimentos por cierre vía Bogotá-Villavo*. Obtenido de <https://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/05-2019-escasean-alimentos-por-cierre-bogota-villavo>
- FAO. (22 de 02 de 2017). *La seguridad alimentaria futura del mundo pelagra debido a múltiples desafíos*. Obtenido de <http://www.fao.org/news/story/es/item/471772/icode/>
- FAO. (2019). *Indicador ODS 2.1.2 - Gravedad de la inseguridad alimentaria*. Obtenido de <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/indicators/212/en/>
- Fernández, P. (2010). *Determinación del tamaño muestral*. Obtenido de <https://www.fisterra.com/mbe/investiga/9muestras/9muestras2.asp>
- Garza, J., & Almoguera, P. (2017). Presentación curso método Biointensivo Certificado formación continua UCM. Obtenido de <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag->

- 93461//Presentaci%C3%B3n%20Curso%20M%C3%A9todo%20Biointensivo%202017%20(certificado%20formaci%C3%B3n%20continuo%20UCM).pdf
- Gras, E. (2012). *Cosecha de Agua y Tierra Diseño con Permacultura y Línea Clave*. EcoHabitar. Growing places. (26 de 03 de 2014). *Growing places Guia de cultivo*. Obtenido de [http://growingplaces.org/wp-content/uploads/Growing-Guide\\_Fourth-Edition\\_SPAN\\_\\_3-26-14\\_Final\\_for\\_Printing.pdf](http://growingplaces.org/wp-content/uploads/Growing-Guide_Fourth-Edition_SPAN__3-26-14_Final_for_Printing.pdf)
- Guevara, C. (2017). *Mejoramiento en la atención en Seguridad Alimentaria y Nutricional para la población del municipio de Villavicencio-Meta*. Obtenido de Trabajo de grado. Universidad Abierta y a Distancia UNAD: <https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/14069/1/40438299.pdf>
- I-Ambiente. (24 de 2 de 2017). *El futuro de la alimentación: tendencias y desafíos*. Obtenido de <http://www.i-ambiente.es/?q=noticias/el-futuro-de-la-alimentacion-tendencias-y-desafios>
- Instituto de Transición Rompe el Círculo. (26 de 01 de 2017). Semilleros según el sistema biointensivo: <https://institutodetransicion.rompeelcirculo.org/semilleros-segun-el-metodo-biointensivo/>
- Jardin Botánico José Celestino Mutis . (2010). *Cartilla Agricultura Urbana* . Obtenido de [http://www.jbb.gov.co/documentos/tecnica/2018/Agricultura\\_urbana2010.pdf](http://www.jbb.gov.co/documentos/tecnica/2018/Agricultura_urbana2010.pdf)
- Jeavons, J., & Cox, C. (2016). *El Huerto Sustentable Como obtener suelos saludables, productos sanos y abundantes*. <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-79266/EI%20huerto%20sustentable.pdf>
- La República. (23 de 05 de 2019). *Cierre en la vía al Llano sube en 40% los costos del sector transporte*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/economia/cierre-en-la-via-al-llano-sube-en-40-los-costos-del-sector-transporte-2865271>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2015). *Observatorio de Seguridad Alimentaria y Nutricional- OSAN*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/Regiones/Paginas/MinSalud-promueve-pol%C3%ADtica-p%C3%BAblica-de-seguridad-alimentaria-y-nutricional.aspx>
- Morales, E. (2011). *¿Qué es un bioindicador? Aprendiendo a partir del ciclo de indagación guiada con macroinvertebrados bentónicos. Propuesta Metodológica*. Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://bdigital.unal.edu.co/10195/1/naferedivarmoralessalinas.2011.pdf>

- Naciones Unidas . (2015). *Naciones unidas Objetivos de Desarrollo Sostenible* . Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura . (19 de 01 de 2015). *La diversidad genética: una herramienta secreta para luchar contra el cambio climático*. Obtenido de <http://www.fao.org/news/story/es/item/275178/icode/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura . (2018). *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/CA2127ES/CA2127ES.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (05 de 2001). *Los alimentos: derecho humano fundamental*. Obtenido de <http://www.fao.org/FOCUS/s/rightfood/right1.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (10 de 2011). *Programa especial para la seguridad alimentaria en el Salvador*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-at788s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012). *Save Food: Iniciativa mundial sobre la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos*. Obtenido de <http://www.fao.org/save-food/recursos/keyfindings/infographics/dairy-es/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). *FAO Ciudades mas verdes en América Latina y el Caribe*. Obtenido de <http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/pdf/GGCLAC/Ciudades-mas-verdes-America-Latina-Caribe.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). *FAO Objetivos de desarrollo sostenible*. Obtenido de <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/sustainable-agriculture/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). *Reflexiones sobre el sistema alimentario y perspectivas para alcanzar su sostenibilidad en América Latina y el Caribe*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i7053s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). *Reutilización de aguas para la agricultura en América Latina y el Caribe*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i7748s.pdf>



- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en America Latina y el Caribe*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/CA2127ES/CA2127ES.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (20 de 09 de 2019). La respuesta está en la naturaleza Obtenido de <http://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1234349/>
- Organización mundial de la salud . (2014). *Fomento del consumo mundial de frutas y verduras*. Obtenido de <https://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (12 de 09 de 2018). Cancer: Dato y cifras. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cancer>
- Organización Panamericana de la Salud. (S. f.). *OPS. Sistemas Alimentarios Sostenibles para una Alimentación Saludable*: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14270:sistemas-alimentarios-sostenibles-para-una-alimentacion-saludable&Itemid=72259&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=14270:sistemas-alimentarios-sostenibles-para-una-alimentacion-saludable&Itemid=72259&lang=es)
- Peña, A. (17 de 03 de 2012). *Matriz de analisis DOFA*. Obtenido de <https://investigacionubv.wordpress.com/2012/03/17/matriz-foda/>
- Pfeiffer, E. E. (Abril de 1992). *Introducción al Metodo Agricola Biodinamico* . Obtenido de [http://aabda.com.ar/wp-content/uploads/Introduccion\\_a\\_la\\_agricultura\\_Biodinamica.pdf](http://aabda.com.ar/wp-content/uploads/Introduccion_a_la_agricultura_Biodinamica.pdf)
- Pía, F. (2005). *Huerta Orgánica Biointensiva*. . Patagonia: International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM). Obtenido de [https://drive.google.com/file/d/0Bw1cp-gpo99dMmNiZGQwZmYtMGRmYy00Yjk3LTgxZTUtYmU2ODE0Yjk3YWZh/view?hl=en&authkey=CJ\\_XgIwF](https://drive.google.com/file/d/0Bw1cp-gpo99dMmNiZGQwZmYtMGRmYy00Yjk3LTgxZTUtYmU2ODE0Yjk3YWZh/view?hl=en&authkey=CJ_XgIwF)
- Pía, F., & Jordan , M. (2018). *Proyecto Ciesa Centro de investigación y enseñanza de Agricultura Sostenible*. Obtenido de <http://www.proyectociesa.com.ar/ciesa.html>
- RCN. (17 de 08 de 2019). *RCN Radio*. Obtenido de En Villavicencio bloquean vías exigiendo a la Alcaldía suministro de agua: <https://www.rcnradio.com/colombia/llanos/en-villavicencio-bloquean-vias-exigiendo-la-alcaldia-suministro-de-agua>
- Red de Especialistas en Agricultura . (29 de 06 de 2016). "o volvemos al estiercol en nuestra agricultura o no habra futuro". Obtenido de <http://agriculturers.com/o-volvemos-al-estiercol-en-nuestra-agricultura-o-no-habra-futuro/>

- Red de especialistas en agricultura . (9 de 08 de 2016). *La huella de carbono y el agua en la agricultura*. Obtenido de <https://agriculturers.com/la-huella-de-carbono-y-el-agua-en-la-agricultura/>
- Restrepo, J. (2007). Manual Práctico el A,B,C de la Agricultura Orgánica y Harina de Rocas.
- Saéñz Fety. (2019). Saéñz Fety Pecuaria y Agro . Obtenido de <https://saenzfety.com/agro/huerta-casera/>
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales . (2009). El Huerto Familiar Biointensivo: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001599.pdf>
- Shaxson, f., & Barber, R. (2005). Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal: <http://www.fao.org/3/y4690s/y4690s02.htm>
- Simón, I. (2016). Manual de Microbiótica en la Remineralización de Suelos en Manos Campesinas .Guadalajara, Jalisco, México.
- Siplandi . (23 de 04 de 2012). *Cultivo de Hortalizas; sistema de planeación digital* . Obtenido de [http://siplandi.seducoahuila.gob.mx/SIPLANDI\\_NIVELES\\_2015/SECUNDARIA2015/LIBROS/TECNOLOGIA/AGRICULTURA\\_HORTICULTURA/TS\\_TECUNO\\_HORTI\\_CUATRO.pdf](http://siplandi.seducoahuila.gob.mx/SIPLANDI_NIVELES_2015/SECUNDARIA2015/LIBROS/TECNOLOGIA/AGRICULTURA_HORTICULTURA/TS_TECUNO_HORTI_CUATRO.pdf)
- Tomás, E. (2015). *Enfermedades mas comunes en las plantas*. Obtenido de <http://www.tuinen.es/plagas-y-enfermedades-de-las-plantas/enfermedades-mas-comunes-de-las-plantas>
- Toni. (11 de 10 de 2016). *La huertina de Toni* . Obtenido de <https://www.lahuertinadetoni.es/alelopatia-o-como-las-plantas-se-pueden-ayudar-en-el-huerto/>
- Vallecillo, R. (10 de 5 de 2017).¿Conoce la prueba del agua oxigenada referida a la materia orgánica?: <http://www.simas.org.ni/noticias/1773/conoce-la-prueba-del-agua-oxigenada-referida-a-la-materia-organica/>
- Vega, J., & Rodriguez romero. (19 de 10 de 2010). *Los microorganismos como bioindicadores de la calidad del suelo*. Obtenido de <https://www.icia.es/biomusa/pt/documentos/jornadas-y-actividades/primeras-jornadas-de-transferencia-de-idi/19-de-octubre-de-2010-tercera-sesion/33-los-microorganismos-como-bioindicadores-de-calidad-y-salud-del-suelo-m-c/file>

## **Apéndices**

**Apéndice A.** Formato de encuesta realizada

**Apéndice B.** Cartilla educativa huerta orgánica biointensiva