

**APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS PUTRESCIBLES
PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE HUERTAS COMUNITARIAS
MULTIFUNCIONALES EN ALTOS DE LA ESTANCIA UBICADO EN LA
LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR- BOGOTÁ.**

**CAROL DAYANA GOMEZ URREA
DANNA LIZETH LÓPEZ MORALES**

Proyecto de grado para optar el título de Ingeniero Ambiental

**JUAN JOSÉ VARGAS
MSc. Economía del medio ambiente y de los recursos naturales
(Director)**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
AGOSTO DE 2014
PROYECTO DE GRADO**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C., Agosto de 2014

DEDICATORIAS

A mi madre Ana. Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Ivan. Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi hermana Laura. Por su constante compañía y apoyo en todo momento.

Carol Gómez

Dedico esto a mis padres, que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado salir adelante en los momentos más difíciles.

A mis hermanos que siempre han estado junto a mí brindándome su apoyo.

A mi familia en general, porque me brindaron su apoyo incondicional y por estar conmigo en los buenos y malos momentos a lo largo de mi carrera.

Danna López

A la Universidad Santo Tomas de Aquino y en especial a la Facultad de Ingeniería Ambiental por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.

AGRADECIMIENTOS

A Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, que fue la entidad que nos permitió desarrollar este proyecto.

A Juan José Vargas, director de este proyecto, por su valiosa colaboración, apoyo y conocimientos aportados.

A Rafael Barragán, Biólogo Marino; M. Sc. Microbiología, por su valiosa colaboración, apoyo y conocimiento aportados.

A Luz Dary Agudelo, profesional de Jardín Botánico de Bogotá, por su constante apoyo técnico y ayuda en la elaboración de este proyecto.

A Segundo Olmos, profesional de Jardín Botánico de Bogotá, por su constante apoyo técnico y ayuda en la elaboración de este proyecto.

A Libardo Rodríguez, por su constante apoyo moral, ayuda en la elaboración de este proyecto, compañía y amistad.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. OBJETIVOS	10
2.1. Objetivo General.....	10
2.2. Objetivos Específicos	10
3. MARCO DE REFERENCIA	11
3.1. Marco Contextual	11
4. MARCO TEÓRICO	14
4.1. Compostaje.....	14
4.1.1. Residuos Orgánicos a Compostar.....	15
4.1.2. Variables a Controlar en el Proceso de Compostaje.....	16
4.1.3. Diseño de Composteras.....	18
4.1.4. Problemas Comunes.....	20
4.2. Vermicompostaje	21
4.2.1. Residuos Orgánicos Utilizados en el Vermicompostaje	21
4.2.1. Variables a Controlar en el Proceso de Vermicompostaje	22
4.3. Huerta	24
4.3.1. Especies a Cultivar.....	24
4.3.4. Diseño Huerta	27
4.3.5. Componentes de una huerta	28
4.4. Metodología de inclusión social.....	29
5. MARCO CONCEPTUAL	30
6. MARCO INSTITUCIONAL	35
7. METODOLOGÍA.....	36
7.1. Acercamiento a la comunidad.....	36
7.2. Capacitación a la comunidad.....	37
7.3. Separación de residuos sólidos en la fuente.....	37
7.4. Caracterización de los residuos sólidos putrescibles.....	40
7.5. Revisión bibliográfica.....	37
7.6. Identificación de alternativas	38
7.7. Diseño de las pruebas piloto de las huertas comunitarias multifuncionales.....	40
8. RESULTADOS.....	42

8.1.	Acercamiento a la Comunidad.....	42
8.2.	Capacitación a la comunidad.....	44
8.3.	Separación de residuos sólidos en la fuente.....	49
8.4.	Caracterización de los residuos sólidos putrescibles.....	50
8.5.	Revisión bibliográfica.....	¡Error! Marcador no definido.
8.6.	Identificación de alternativas	48
8.7.	Diseño de las pruebas piloto de las huertas comunitarias multifuncionales.....	50
8.7.1.	Ubicación	54
8.7.2.	Área de la Huerta Comunitaria Multifuncional	¡Error! Marcador no definido.
8.7.3.	Componentes de la huerta.....	54
8.7.4.	Planificación de la Huerta Comunitaria Multifuncional	54
8.8.	Impacto social y ambiental	¡Error! Marcador no definido.
9.	Conclusiones.....	61
10.	Recomendaciones.....	63
11.	Bibliografía.....	64

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1.** Clasificación de residuos
- Tabla 2.** Problemas en el proceso de compostaje
- Tabla 3.** Residuos para el proceso de vermicompost
- Tabla 4.** Datos de las posibles especies a sembrar
- Tabla 5.** Enfermedades que atacan a las plantas
- Tabla 6.** Insectos que atacan a las plantas
- Tabla 7.** Marco legal.
- Tabla 8.** Requerimientos para la identificación de alternativas.
- Tabla 9.** Resultados de las entrevistas realizadas al grupo de interés.
- Tabla 10.** Tipo de siembra a realizar por cultivo.
- Tabla 11.** Resultados de recolección de residuos orgánicos putrescibles.
- Tabla 12.** Caracterización de residuos orgánicos putrescibles recolectados
- Tabla 13.** Planilla de Planificación de la Huerta para once familias.
- Tabla 14.** Consumo Mensual. Seguridad Alimentaria.
- Tabla 15.** Planilla de Planificación de la Huerta para once familias. Priorización por consumo de alimentos.
- Tabla 16.** Asociación y rotación de cultivos.
- Tabla 17.** Contenido de Carbono: Nitrógeno del material a compostar.
- Tabla 18.** Dimensiones de la pila a diseñar.
- Tabla 19.** Descripción del área a usar, para el proceso de compostaje.
- Tabla 20.** Elementos de la huerta

LISTA DE ANEXOS

[Anexo 1:](#) Formato entrevistas población objetivo

[Anexo 2, 3, 4:](#) Material Didáctico Capacitación

[Anexo 5:](#) Guía para la Implementación de huertas

[Anexo 6:](#) Formatos de planificación de la huerta

[Anexo 7:](#) Revisión Bibliográfica

[Anexo 8:](#) Compostaje

[Anexo 9:](#) Diseño Huerta

RESUMEN

Para el aprovechamiento de los residuos orgánicos putrescibles en la implementación de huertas comunitarias, se realizó una metodología paso a paso, donde es explicado cómo llegar al diseño de la huerta.

En esta metodología fueron identificados los procesos de acercamiento a la comunidad, con esto se implementó un método participativo, donde se alcanzó la colaboración de once familias que hicieron parte del estudio desde el inicio. Esto fue importante ya que permitió la identificación y la apropiación de la comunidad hacia el proyecto. Se realizaron capacitaciones y talleres de separación de residuos orgánicos, construcción y manejo de huertas; para así lograr mantener la huerta a largo plazo.

Se realizó la caracterización y se determinó la cantidad de los residuos orgánicos que se generaban en la comunidad involucrada. Se realizó una comparación de alternativas entre las diferentes técnicas de compostaje y vermicompostaje, donde se obtuvo que la técnica más apropiada para la producción de compost es la de pilas en sistemas abiertos, debido a que se puede aprovechar una mayor cantidad de residuos orgánicos y tener un mejor control de las diferentes variables; para vermicompostaje se identificó que no influye el tipo de técnica en el que se implemente, ya que no afecta la calidad, ni la producción de vermicompost; sin embargo, se tuvo en cuenta la cantidad de residuos orgánicos que se generaron al momento de elegir la técnica a realizar; para la selección de la técnica más viable y eficiente se realizó un comparativo técnico con las opiniones e inquietudes de la comunidad.

Se obtuvo que en promedio, se generan por semana 41,33Kg residuos orgánicos y por año 2.149Kg; estos residuos fueron distribuidos entre compostaje y vermicompostaje. Realizando una estimación se obtendría 331,2Kg de compost y 456Kg vermicompost anualmente.

Teniendo los datos de generación, se diseñaron las pilas de compostaje y las camas de vermicompostaje para la producción de abono.

Se realizó un diseño de una huerta comunitaria multifuncional que permitiera asegurar la alimentación de 11 familias donde se obtuvo que el área de cultivo es de 53,62m² donde se puede producir 684.28Kg de hortalizas mensual; permitiendo abastecer de alimentos a las 11 familias, ayudando así, en su seguridad alimentaria. El área total de la huerta sería de 82,62m² incluyendo la zona de producción abono, la zona de vermicompostaje y la zona de siembra.

1. INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Bogotá la producción de residuos sólidos orgánicos, en los últimos años, viene incrementándose del 64% al 68% respecto del total de residuos sólidos domiciliarios de años atrás; en el año 2006, se produjeron cerca de 3.271 toneladas/día y en el año 2011 alrededor de 4.276 toneladas/día. Debido a la gran cantidad de residuos generados, a la falta de incentivos y de aplicaciones de tecnologías para la valoración y aprovechamiento de estos; este proyecto plantea una alternativa para aprovechar el potencial de los residuos orgánicos en la producción de compost y vermicompost como abono para la implementación de agricultura urbana, la cual ayudará a asegurar las necesidades de alimento de la población bajo estudio.

Este trabajo fue realizado con el fin de plantear una metodología paso a paso, para el aprovechamiento de los residuos orgánicos putrescibles para la implementación de huertas comunitarias multifuncionales en Altos de la Estancia en la localidad de Ciudad Bolívar- Bogotá D.C; por medio de sistemas de compostaje y vermicompostaje para el abastecimiento de una huerta compuesta por once familias.

Esta metodología consiste en hacer un acercamiento a la comunidad, por medio de diferentes estrategias como lo fue la formación de la comunidad en estudio, de cómo hacer la separación en la fuente de residuos reciclables y ordinarios; para posteriormente realizar una recolección de estos mismos, y ser aprovechados en procesos de compostaje y vermicompostaje; obteniendo productos como compost y humus para el abastecimiento de la huerta la cual brindara una seguridad alimentaria.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Aprovechar los residuos orgánicos putrescibles para su implementación en huertas comunitarias multifuncionales en Altos de la Estancia en la localidad de Ciudad Bolívar- Bogotá D.C.

2.2. Objetivos Específicos

- Establecer mecanismos de inclusión social para el buen desarrollo de las huertas comunitarias multifuncionales.
- Analizar alternativas aplicables a huertas comunitarias multifuncionales, teniendo en cuenta aspectos técnicos, ambientales y sociales del sitio de estudio.

- Diseñar la huerta comunitaria multifuncional, con los diferentes procesos a implementar.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Marco Contextual

3.1.1. Características Biofísicas: La localidad de Ciudad Bolívar se encuentra ubicada en los cerros sur orientales de la sabana de Bogotá. Limita con las localidades de Bosa por el Norte, Sumapaz por el Sur, Tunjuelito por el Oriente y el municipio de Soacha por el Occidente. Los terrenos de la zona urbana de la localidad de Ciudad Bolívar están situados a una altitud de 2.400 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) en la parte más baja y de 3.100 m.s.n.m. en su parte más alta, clasificados como piso térmico frío. Teniendo en cuenta las temperaturas mínima 9°C y máxima 19°C, se establece una temperatura promedio de 14°C para la localidad [1].

Mapa 1. Mapa de Bogotá, ubicación de la localidad de Ciudad Bolívar.



Fuente: Imágenes Google

Tiene una extensión total de 12.999 hectáreas (ha.), de las cuales 3.391 ha. se clasifican como suelo urbano y 9.608 ha. corresponden al suelo rural, que equivale al 73,9 % del total de la superficie de la localidad. Después de Sumapaz y Usme, Ciudad Bolívar está clasificada como la localidad más extensa, como la tercera localidad con mayor superficie rural y como la quinta localidad con mayor cantidad de área urbana [1].

Esta localidad es reconocida en términos relativos como una de las más importantes zonas rurales del territorio distrital, por albergar la mayor cantidad de población campesina, con alta actividad agropecuaria, siendo de similares características las áreas rurales de la localidad de Usme y de la cuenca media y alta de del río Tunjuelito. Es en dichas localidades donde subsisten los principales relictos del bioma semiárido en el Distrito Capital, y, en consecuencia, de sus valores, tanto ecológicos como ambientales y socioculturales [2].

Ciudad Bolívar posee particularidades bióticas y climáticas que permiten la existencia de enclaves subxerofíticos; siendo ecosistemas que se encuentran en gran riesgo, junto con sus numerosas especies en algún grado de amenaza, por las explotaciones mineras a cielo abierto, la expansión urbana y las actividades agropecuarias.

Las características propias del terreno en el cual se desarrolla Altos de la Estancia (zona donde se desarrolla el estudio), hacen que la amenaza natural más importante, sean los fenómenos de remoción en masa. A este tipo de amenaza se suma el sistema de autoconstrucción predominante en la zona que por condiciones económicas o por desconocimiento, lleva a la existencia de viviendas altamente vulnerables [2].

La localidad de Ciudad Bolívar es el sector más afectado por deslizamientos; el cual es constituido por la UPZ 69 – Ismael Perdomo, cuya mayor parte, se encuentra conformada por barrios de origen ilegal y un 60% de zonas definidas con amenaza alta y media, frente a los fenómenos de remoción en masa [3].

Altos de la Estancia con el paso del tiempo, sufrió un intenso proceso de tala, para convertir el terreno en campos de cultivo y pastoreo; sufre un rápido y desordenado proceso de urbanización, propiciado por invasores ilegales, y por grupos armados insurgentes; generando graves consecuencias para el cerro como: la ausencia de un adecuado servicio de acueducto, que originó redes de mangueras que producían escapes de agua, así como la ausencia de alcantarillados y las aguas servidas se arrojaron a las vías, aguas que se filtraron por todo el cerro incidiendo en la inestabilidad del área [4].

La deforestación, la explotación minera en la base, la desordenada urbanización y sus secuelas como lo fue la filtración de aguas potable y residual, excavaciones y rellenos, originaron que hacia mediados de los 90, se presentara el fenómeno de deslizamiento y desprendimientos de roca, que afectó a 15 barrios conformados de manera ilegal, y en cuyas viviendas habitaban familias de significativa vulnerabilidad; fenómeno que muy pronto se convirtió en uno de los más grandes de América Latina en el ámbito urbano.

Este deslizamiento se presentó en 110 hectáreas de Altos de la Estancia, de las cuales 73 hectáreas fueron declaradas “suelo de protección por riesgo”, clasificados en alto y mediano riesgo [4].

En la siguiente imagen encontramos la ubicación de la zona (73 hectáreas), donde ocurrió el deslizamiento hace aproximadamente 12 años; el cual está en proceso de recuperación por el FOPAE.

Imagen 1. Ubicación del polígono Altos de la Estancia.



Fuente: Google Earth

3.1.2. Características Socioeconómicas: Altos de la Estancia en la localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá, es un ejemplo de desarrollo urbano de origen ilegal, con alto déficit de planificación, conformado por una población de condiciones económicas bajas. Cuya aumento determinó un alto deterioro ambiental, que desencadenó un gran deslizamiento que afecta a 13 barrios y pone en riesgo la vida de cerca de 3.000 familias (aproximadamente 15.000 personas).

Desde los años 50 comenzó a poblarse con miles de familias que huyeron de la violencia de las zonas rurales del país y encontraron en estos territorios un lugar similar a su sitio de origen; el cual les proporcionaba la oportunidad de trabajo en las canteras de explotación de materiales para construcción [5].

Los cerros se convirtieron en una alternativa viable a los nuevos habitantes de la ciudad para quienes es casi imposible adquirir vivienda o suelo urbanizable en otros sectores debido a su restringida capacidad económica y a la concentración de la propiedad de estos suelos que impiden el acceso al mundo legal de la vivienda. Poco a poco se fue consolidando la zona, y en la actualidad es una de las más extensas de la ciudad con un número aproximado de 700.000 habitantes con los más altos índices de pobreza y vulnerabilidad social en relación con el resto de la ciudad de Bogotá.

El proceso de ocupación de la zona se inició en 1978 y tuvo un incremento progresivo en los siguientes años; en un periodo de cinco años se aceleró la ocupación del sector [5]. Al comparar las cifras de ocupación con los años de los primeros deslizamientos se evidencia el incremento de población en 1999 y en 2001, fenómeno que pudo estar relacionado con la falta de controles establecidos por las entidades responsables de mantener y controlar estas áreas en condiciones de riesgo como suelos de protección.

Actividades económicas y laborales: Un alto porcentaje de la población que habitan en esta zona posee condiciones económicas precarias y se empleaban en actividades de mano de obra no calificada, como empleados domésticos,

obreros, electricistas, mensajeros, meseros, entre otros; lo que hacía que esta población tuviera pocas posibilidades de ahorro, debido a que los ingresos familiares solo les permitían solventar las necesidades básicas. Es por esto que el 11% de la población buscó que la vivienda le generara otros ingresos con el arriendo de espacios y con pequeños locales comerciales; y el 8% con actividades productivas enfocadas principalmente a la fabricación y venta de alimentos [5].

El 88% de la población en edad productiva, se veía obligada a emplearse en otras zonas de la ciudad, debido a la ausencia de ofertas laborales y a la inexistencia de cooperativas de trabajo asociado, entre otras [5].

Organización y participación comunitaria: Las organizaciones comunitarias son la Junta de Acción Comunal –JAC– y algunas organizaciones deportivas, socioculturales, ambientales, de seguridad y vigilancia, y de culto o religiosas [5].

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Compostaje

El compostaje es el proceso de descomposición biológica aeróbica de residuos orgánicos putrescibles en condiciones controladas de temperatura, humedad y pH; que resulta como un acondicionador del suelo, que puede ser utilizado en la jardinería, la agricultura y la horticultura. El compostaje es una técnica alternativa para reducir la cantidad de desechos orgánicos putrescibles que son vertidos diariamente en las diferentes ciudades a nivel mundial [6].

Existen varias formas de compostar los residuos orgánicos putrescibles. Una de las más usadas es en pila, donde se distinguen dos regiones o zonas [7]; la zona central o núcleo de compostaje, que es la que está sujeta a los cambios térmicos más evidentes, y la corteza o zona cortical, que es la zona que rodea al núcleo y cuyo espesor dependerá de la compactación y textura de los materiales utilizados. El núcleo actúa como zona inductora sobre la corteza. No obstante, todos los procesos que se dan en el núcleo, no alcanzan la totalidad del volumen de la corteza. En el núcleo, podemos diferenciar las siguientes etapas:

- **Mesófila:** Es la primera fase y se caracteriza por la presencia de bacterias y hongos; quienes inician el proceso por su gran tamaño; produciendo un aumento en la temperatura a más o menos 40 grados centígrados [8].
- **Termófila:** En esta fase la temperatura sube de 40°C a 60°C, desaparecen los organismos mesófilos, mueren las malas hierbas, e inician la degradación los organismos termófilos. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos importantes para el proceso mueren y otros no crecen por estar esporulados [8].

- **Enfriamiento:** La temperatura disminuye desde la más alta alcanzada durante el proceso hasta llegar a la del ambiente, se va consumiendo el material fácilmente degradable, desaparecen los organismos termófilos y el proceso continúa gracias a los organismos esporulados y actinomicetos [8].
- **Maduración:** La maduración puede considerarse como complemento final de las fases que ocurren durante el proceso de fermentación disminuyendo la actividad metabólica. El producto permanece más o menos 20 días en ésta fase [8].

4.1.1. Residuos Orgánicos a Compostar

Los residuos orgánicos putrescibles que se pueden compostar son: restos de frutas y verduras crudas, cáscaras de huevo, bolsas de té, yerba, café, servilletas y rollos de papel de cocina. No se podrá incluir comidas elaboradas, porque aportan muchas sales al compost disminuyendo su calidad final, además de alargar el tiempo de compostaje y atraer vectores [9]. Tampoco se incluirá residuos lácteos, grasas, huesos y carnes, ya que son de difícil degradación y atraen vectores como moscas, mosquitos, roedores y pestes en general [9]. Los residuos verdes a compostar son: hojas secas y verdes, césped seco y verde, ramas y arbustos, restos de plantas a excepción de las malezas con semillas ya que pueden sobrevivir al proceso de compostaje y al aplicar el compost al suelo se puede transferir semillas de malezas, tampoco se incluirán plantas y maderas tratadas con productos químicos porque pueden dañar los microorganismos encargados del proceso de compostaje [9]. No se puede incluir excremento de perros, gatos y gallinas ya que pueden tener patógenos dañinos para la salud humana que sobrevivan al proceso de compostaje [9].

Los residuos se pueden clasificar por su contenido de nitrógeno (verdes) y carbono (marrones), como se puede observar en la Tabla 1, se debe considerar un equilibrio para que los materiales ayuden a mantener la humedad y la aireación adecuada [9].

Tabla 1. Clasificación de residuos.

Residuos Verdes	Características
Restos de frutas y verduras, césped, yerba, café, bolsas de té, restos de plantas verdes.	<ul style="list-style-type: none"> • Escasa estructura, poca porosidad, baja circulación de aire (alta densidad). • Humedad Moderada • Aporta principalmente Nitrógeno. • Rápida a mediana velocidad de descomposición. • Elevado contenido de sales. • pH básicos.

Residuos Marrones	Características
Cascaras de huevo, hojas secas, ramas, césped seco, aserrín, viruta de madera.	<ul style="list-style-type: none"> • Buena estructura, mucha porosidad, buena circulación de aire (baja densidad). • Velocidad de descomposición de lenta a mediana. • Mediano contenido de sales. pH cercano a la neutralidad. • Aporta Carbono. • Humedad baja.

Fuente: [9]

El tamaño de los residuos a compostar es una variable importante para la optimización del proceso, ya que cuanto mayor sea la superficie de contacto entre los microorganismos y los residuos, más rápida y completa será la reacción. Por lo tanto, los residuos deben tener un tamaño entre 10 a 20 mm para que se facilite su degradación y aumente la velocidad del proceso [10]. Con tamaños menores a 3 mm aproximadamente, tienden a compactarse en el asentamiento de las pilas, esto limita la difusión de O₂ hacia el interior, lo cual disminuye la capacidad de intercambio gaseoso, restringiendo la proliferación de microorganismos y se puede dar un colapso por falta de aireación por convección natural [10].

Es importante caracterizar adecuadamente los residuos verdes y orgánicos putrescibles que se dispondrán para compostar; de existir alguna dificultad en los balances de nutrientes, se debe identificar localmente fuentes de desechos que permitan realizar las correcciones necesarias [7].

Los materiales que se agreguen a la mezcla del compost van a determinar su estructura, y composición. Si se utilizan los materiales y las cantidades adecuadas en la estructura, el proceso de descomposición será más rápido, se van a reducir los malos olores, se controlaran los vectores y se producirá un compost de calidad [11]

4.1.2. Variables a Controlar en el Proceso de Compostaje

Las variables a tener en cuenta en el proceso de compostaje son: Relación Carbono/Nitrógeno (C/N), temperatura (T), humedad, oxigenación o aireación de la pila, la materia orgánica (MO), pH.

4.1.2.1. Relación Carbono-Nitrógeno (C/N): Expresa las unidades de carbono por unidad de nitrógeno que contiene el material [10]. El carbono es una fuente de energía para los microorganismos, y el nitrógeno es un elemento necesario para la síntesis proteica; la buena relación entre estos nutrientes, favorecerá el crecimiento y reproducción de los microorganismos. Para iniciar adecuadamente el proceso de compostaje se debe tener una relación C/N de 20 a 30 [10].

4.1.2.2. Materia Orgánica (MO): Se considera como el principal factor para determinar su calidad agronómica. Durante el compostaje la cantidad de MO tiende a descender debido a su mineralización y a la pérdida de carbono en forma de anhídrido carbónico; estas pérdidas pueden llegar a representar casi el 20% en peso de la masa compostada.

4.1.2.3. Temperatura (T): Por la evolución de la T se puede juzgar la eficiencia y el grado de estabilización al que ha llegado el proceso, ya que existe una relación directa entre la T y la magnitud de la degradación de la MO [7]. Asimismo, existe una relación directa entre la degradación y el tiempo durante el cual la T ha sido alta. A veces la T puede llegar a ser tan alta que inhibe el crecimiento de los propios microorganismos [7]. La T debe ser tomada en el núcleo de la pila. Considerando la longitud de la pila, se recomienda tomar la temperatura en dos puntos equidistantes y tomar el valor promedio aritmético entre los dos puntos. Cada especie de microorganismo tiene un intervalo de temperatura óptima, los que resulten beneficiados a una temperatura concreta son los que principalmente descompondrán la materia orgánica del residuo [7].

4.1.2.4. Humedad: La presencia de agua es imprescindible para las necesidades fisiológicas de los microorganismos, ya que es el medio de transporte de las sustancias solubles que sirven de alimento a las células y de los productos de desecho de las reacciones que tienen lugar durante dicho proceso [7].

La humedad de la masa de compostaje debe ser tal que el agua no llegue a ocupar totalmente los poros de dicha masa, para que permita la circulación tanto del oxígeno, como la de otros gases producidos en la reacción [7]. La humedad óptima para el crecimiento de los microorganismos está entre el 50-70%; la actividad biológica decrece cuando la humedad está por debajo del 30%; por encima del 70% el agua desplaza al aire en los espacios libres existentes entre las partículas, reduciendo la transferencia de oxígeno y produciéndose una anaerobiosis. Cuando las condiciones se hacen anaerobias se originan malos olores y disminuye la velocidad del proceso [7]. El exceso de humedad puede ser reducido con una mayor aireación. A su vez, con un buen control de la humedad y de la aireación, puede llevarse a cabo el control de la temperatura. Por lo tanto, la humedad óptima depende del tipo de residuo; así se ha encontrado que, para residuos sólidos urbanos (RSU) está entre el 50 y 55%.

4.1.2.5. pH: Los valores óptimos de pH están entre 5.5 y 7.0; ya que las bacterias prefieren un medio casi neutro, mientras que los hongos se desarrollan mejor en un medio ligeramente ácido. El valor del pH cae ligeramente durante la etapa de enfriamiento llegando a un valor de 6 a 7 en el compost maduro. Mediante el seguimiento del pH se puede obtener una medida indirecta del control de la aireación de la mezcla, ya que si en algún momento se crean condiciones anaeróbicas se liberan ácidos orgánicos que provocan el descenso del pH [7]. Las relaciones pH-aireación-microorganismos en el proceso, la degradación orgánica se inhibe a pH bajos, por lo que si el pH se mantiene por encima de 7,5 durante el proceso es síntoma de una buena descomposición [7].

4.1.2.6. Oxígeno: Para el correcto desarrollo del compostaje es necesario asegurar la presencia de oxígeno; hay que garantizar que los materiales estén en presencia de este, ya que esto significa que si los desechos se amontonan en una estructura para su compostaje, hay que voltearla con regularidad y deshacer terrones grandes, para que el oxígeno penetre a todas partes [11].

Una aireación insuficiente provoca una sustitución de los microorganismos aerobios por anaerobios, con el consiguiente retardo en la descomposición, la aparición de sulfuro de hidrógeno y la producción de malos olores. El exceso de ventilación podría provocar el enfriamiento de la masa y una alta desecación con la consiguiente reducción de la actividad metabólica de los microorganismos [7]. La aireación y la homogeneización de la masa en compostaje favorece los metabolismos aerobios y procura que el proceso se cumpla homogéneamente en toda la masa en compostaje. Siempre debe procurarse que en los volteos de las pilas, el material perteneciente al núcleo de compostaje pase a formar parte de la corteza y éste del núcleo.

4.1.2.7. Tiempo del proceso de compostaje: El tiempo necesario para el compostaje de los residuos orgánicos putrescibles está asociado a varios factores que influyen en el proceso, al método empleado y a las técnicas operacionales. El compostaje natural emplea de 60 a 90 días para alcanzar la bioestabilización, y de 90 a 120 días para la humificación. El compostaje acelerado tarda de 45 a 60 días para la bioestabilización, y de 60 a 90 días para la humificación. Esta diferencia se debe básicamente a la duración de la fase termófila en el proceso acelerado, que de algunas semanas, pasa a ser sólo de dos o cuatro días.

4.1.3. Diseño de Composteras

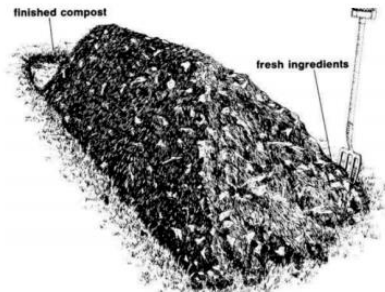
Es importante tener en cuenta los aspectos cualitativos a la hora de realizar el diseño.

La cuantificación de los volúmenes que se dispondrán para compostar, así como la frecuencia de ingreso de los mismos, es un dato de gran importancia, ya que permitirá calcular el área requerida de compostaje y determinar la unidad de compostaje. Es aconsejable manejarse con medidas volumétricas y determinar los parámetros: Densidad (D), Masa (M) y Volumen (V), a partir de la fórmula $D = M/V$. La unidad de compostaje, es la masa de residuos que nos permitirá la conformación de una pila y que ingresará al sistema como una unidad independiente del resto [7].

No es aconsejable la conformación de pilas de pequeños volúmenes, ya que las fluctuaciones de temperatura en estos pequeños volúmenes son muy bruscas [7].

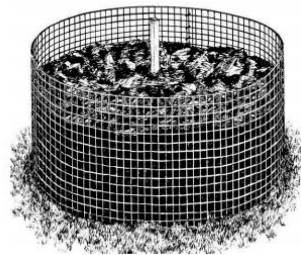
Para el diseño, es recomendable la utilización de composteras, tanto para la fabricación propia como a nivel de mercado. Existen diferentes sistemas de compostaje abiertos o cerrados los cuales son:

- **Abiertos tipo pila para grandes volúmenes:** Es de fácil construcción, fácil aireación, fácil riego. Pero si la pila es pequeña es difícil controlar la temperatura y la humedad, hay que cubrirla de la lluvia, el frío y de los vectores, ya que no es fácil realizar un control de estos [9].



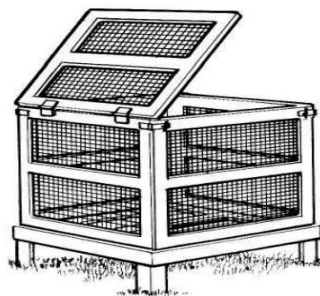
Fuente: [9]

- **Semi cerrado Tipo Corralito:** Ideal para grandes espacios con amplios jardines. Hay que diseñarla de manera que sea sencillo revolver los residuos y cosechar el abono, se puede controlar la temperatura y la humedad de una manera eficiente; este tipo de sistema es ideal para grandes cantidades de material voluminoso [9].



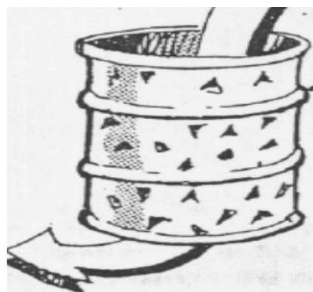
Fuente: [9]

- **Semi cerrado Tipo Contenedores:** Ideal para pequeños espacios. El volteo de los residuos es fácil, hay un mejor control de temperatura y de humedad en este sistema. Es ideal para pequeñas cantidades de material voluminoso como ramas, césped, hojas, etc. [9].



Fuente: [9]

- **Cerrado:** Ideal para espacios reducidos como casas. El problema que tiene este sistema es que la aireación no puede llegar a ser la suficiente, y obtendremos como resultado residuos podridos. El control de vectores es fácil. Es ideal para pequeños volúmenes, más que todo en cocinas [9].



Fuente: [9]

4.1.4. Problemas Comunes

En la tabla 2, podemos encontrar los diferentes problemas, a tener en cuenta en la producción de compost.

Tabla 2. Problemas en el proceso de compostaje

Problemas	Causas	Soluciones
Mal olor (putrefacción, amoníaco)	Humedad excesiva y falta de aireación debido a lluvias directas sobre el compost o por predominancia de material verde (poca porosidad y alta humedad, exceso de nitrógeno)	Añadir material marrón (baja humedad, buena estructura y alto contenido de carbono) como hojas secas, aserrín, viruta, césped seco. Para aumentar la porosidad agregar ramitas y trozos de madera que ayudan crear espacios de aire en la mezcla. En caso de no poseer esos materiales se puede agregar diario y cartón molido evitando que tenga mucha tinta. Además de agregar material seco hay que voltear la mezcla.
Descomposición Lenta	Pila demasiado pequeña, escaso contenido de material rico en nitrógeno. Frío externo.	Aumentar el tamaño de la pila con materiales secos, de baja densidad como trozos de madera y materiales ricos en nitrógeno como residuos de cocina o césped. Tapar la compostera.
	Compost muy seco por elevadas temperaturas.	Regar, agregar material húmedo, cubrir para evitar desecación.
	Tiempo exterior demasiado frío.	Aumentar la cantidad de material; taparlo o cubrirlo para conservar el calor.

	Exceso de materiales ricos en carbono y se agotaron los materiales de rápida degradación.	Agregar guanos y residuos de cocina que ayuden a acelerar el proceso porque aportan microorganismos.
Presencia de moscas, mosquitos roedores	Presencia de carne, lácteos, comidas elaboradas.	Retirar los residuos y cubrir el resto con cartón tapando además la compostera.
Presencia de hormigas	Residuos muy secos especialmente hojas y restos de frutas.	Regar el compost hasta alcanzar la humedad adecuada.

Fuente: [9]

4.2. Vermicompostaje

El vermicompostaje es la técnica de criar en cautiverio lombrices, trabajando en espacios reducidos, empleando para su alimentación residuos orgánicos putrescibles, el resultado de su transformación es lo que se conoce como abono de lombriz (humus). Este abono orgánico es de color oscuro, limpio, suave al tacto, influye en la germinación de semillas, en el desarrollo de las plántulas, favorece la formación de micorrizas, su pH es neutro (7), facilita la absorción de nutrientes como el fósforo, calcio, potasio, magnesio, entre otros, mejora la estructura del suelo aumentando la retención de humedad. La lombriz Roja Californiana es usada porque su vida útil es de 14 años, su ciclo de reproducción es cada 7 días y su maduración es dada de 3-4 meses [12]. El vermicompost se considera como uno de los mejores sustratos para cultivo o aditivo para el suelo, el cual tiene efectos positivos en el crecimiento de las plantas [13].

En cuanto a las propiedades del vermicompost, tenemos que el excremento de las lombrices constituye un fertilizante bio-orgánico, suave, liviano, desmenuzado, limpio, con olor a tierra fértil mojada y estable por periodos prolongados e imputrescibles.

4.2.1. Residuos Orgánicos Utilizados en el Vermicompostaje

El alimento apto para la cría de lombriz Roja Californiana, requiere de una etapa previa de preparación. Los residuos recomendados para esta técnica se encuentran en la tabla 3.

Tabla 3. Residuos para el proceso de vermicompostaje

Tipo de Residuo
<ul style="list-style-type: none"> Estiércoles de animales (vacunos, equinos, caprinos, porcinos, ovinos, conejos, aves, etc.)

• Bagazo de caña de azúcar
• Resto de frutas, verduras y hojas
• Papel, cartón
• Cáscaras de semillas
• Cenizas de combustión de vegetales, viruta, aserrín

Fuente: [14].

Teniendo en cuenta que la lombriz es un animal que no posee dentadura es favorable picar al máximo los desperdicios para acelerar de esta manera el proceso de transformación de los residuos orgánicos putrescibles en abono de lombriz (humus), este suministro se debe realizar cada semana cuando se inicia el proceso; después se debe determinar la cantidad de alimento semanal necesaria para el cultivo.

Las lombrices inicialmente se alimentarán cada vez que los residuos dados sean degradados, esto quiere decir que no puedan ser observados; de esto depende si se realizará semanal o mensual; se esparce el alimento en la parte superior de la compostera, por debajo de la capa de pasto seco. A medida que se incrementen las lombrices la frecuencia aumentará. Cuando el ciclo se acorta a cada 4 días es señal de que hay demasiadas lombrices y debe cosecharse. Una forma práctica de saber cuándo no hay más alimento es cuando no se observan restos de materia orgánica, la superficie parece borra de café y las lombrices están comiendo en la superficie [12]. El suministro de alimento es en sentido horizontal, ya que así se está garantizando una movilización de la lombriz y facilitando la cosecha tanto de humus como de pie de cría. Diariamente una lombriz consume una cantidad de residuos orgánicos putrescibles equivalentes a su peso, del cual el 60% lo convierte en abono y el restante lo utiliza para su metabolismo y generar tejidos corporales. Su capacidad reproductiva es muy elevada, la población puede duplicarse cada 45 a 60 días [11].

4.2.1. Variables a Controlar en el Proceso de Vermicompostaje

Las variables a tener en cuenta en el proceso de vermicompostaje son: la temperatura (T), la humedad y el pH.

4.2.2.1. Temperatura (T): La T debe estar entre 10° y 25° C, ya que las lombrices se inactivan a 0°C y mueren cuando las bajas temperaturas llegan a congelar el protoplasma. La exposición a sol muy fuerte, produce sequedad y elevación de la T, pudiendo llegar a detener la reproducción. Una buena humedad es de aproximadamente 80% y 85%.

4.2.2.2. Riego: El riego debe hacerse, el primero al inicio del montaje, el segundo a los 10 días, el tercero a los 20 días y el siguiente cada 15 días. Una forma práctica y segura de saber la humedad, es tomar un puñado de alimento, apretarlo suavemente y observar que se formen gotas entre los dedos. Si no se forman gotas es necesario regar; en caso de que gotee mucho debemos suspender el riego a fin de retornar a las condiciones apropiadas.

4.2.2.3. Oxígeno: La lombriz puede vivir con poco oxígeno y altas cantidades de dióxido de carbono permaneciendo un tiempo prolongado en el agua si ella se agita para incorporarle oxígeno. Una escasa o mala aireación disminuye el consumo de alimento y también el desplazamiento debido a la compactación como además restringe el apareamiento o reproducción.

4.2.2.4. pH: El pH óptimo es de 7, se neutraliza con cal [12]. Es necesario que la materia orgánica que se les va a proporcionar como sustrato y alimento tenga un pH neutro debido a que si el pH es ácido genera problemas de crecimiento y adaptabilidad y en el caso contrario cuando es alcalino produce lesiones y hasta la muerte.

4.2.2.5 Tiempo de proceso: En cuanto al tiempo de proceso, al cabo de tres meses se obtiene humus. En tres meses (una cosecha) se producen 250 kg de humus en una cama de vermicompostaje de 1 m².

4.2.2. Diseños de Camas de Vermicompostaje

La selección del sitio en el cual la lombriz se debe alojar es un sitio sombreado, fresco, que tenga una temperatura constante; y factores que permitan la adaptabilidad y la continua conversión de materia en humus. El terreno debe ser llano y con buen drenaje. No se debe inundar luego de una lluvia. Que esté cerrado a la entrada de animales. Hay que tener especial cuidado con las aves, agua accesible, sombra en verano y que no esté expuesta a vientos excesivos [12]. Las camas horizontales por lo general son de 2m x3m o 1.5m X2.5m son ideales cuando se tiene bastante espacio en la huerta y suficiente cría de lombriz.

Se debe tener en cuenta que entre los enemigos del desarrollo del vermicompostaje están: roedores, reptiles, aves, artrópodos, lombriz azul.

El resultado de este proceso es el humus de lombriz, el cual está formado principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose también una gran cantidad de microorganismos benéficos, hormonas y todos los macro y micro nutrientes con valores que dependen de las proporciones y de las características químicas del sustrato que sirvió como alimento a las lombrices. El humus de lombriz cumple un rol importante al corregir y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, influyendo de la siguiente manera: Potencializa los cultivos al incorporar a la rizosfera nutrientes en forma inmediatamente asimilables. Incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre. Incrementa también la eficiencia de fertilización, estabiliza la reacción del suelo, inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción, inhibe el crecimiento de hongos y bacterias patógenas. Posee propiedades coloidales que al aumentar la porosidad y aireación del suelo contribuyen a la infiltración y retención del agua y al desarrollo radicular. Mejora la permeabilidad y aireación, reduce la erosión del suelo, incrementa la capacidad de retención de humedad. Estimula la bioactividad, incentiva la actividad microbiana y se diversifica la flora microbiana.

4.3. Huerta

La huerta orgánica es una forma natural y económica de producir hortalizas sanas durante todo el año. Para producir todo el año se necesita un buen trabajo de la tierra y respetar tres principios fundamentales, los cuales son: la asociación de plantas, las rotaciones adecuadas y los abonos orgánicos usados [12].

Las condiciones a tener en cuenta a la hora de establecer la huerta son: que tanta luz puede tener el espacio identificado, el agua, el aire, suelos y sustratos para el cultivo.

- **Luz:** Es una condición importante, ya que es requerida para el óptimo desarrollo de la planta. Se recomiendan terrazas y patios abiertos; ya que en estos espacios no hay interferencias o bloqueos en la exposición solar [11].
- **Agua:** El agua, transporta y distribuye los nutrientes con los que se llevan a cabo los procesos de desarrollo de las plantas. Se debe garantizar suministro de agua para la germinación, el crecimiento y la productividad. Las semillas en su fase de germinación y las plantas jóvenes requieren riegos frecuentes. Podemos reducir la pérdida de agua, colocando cubiertas orgánicas en los recipientes como pasto seco para evitar la deshidratación [11].
- **Ubicación:** Es importante ubicar el cultivo, donde haya un ingreso y una buena circulación de aire para facilitar los procesos de respiración de las plantas. Se debe evitar que la huerta quede ubicada donde se hayan identificado corrientes de aire muy fuertes. Ya que se presentarían problemas de deshidratación y ruptura de hojas y tallos [11].
- **Tierra:** La tierra o sustrato que se vaya a utilizar para el cultivo es uno de los factores más importantes que afectarían los resultados de la huerta. Se debe asegurar que la tierra tenga las siguientes propiedades [15]: Una porosidad elevada que favorezca el crecimiento de las raíces de las plantas, una alta aireación que permita eliminar el excedente de agua y aportar aire a las raíces y una correcta retención de agua por parte del sustrato para que no se seque demasiado rápido [15].

4.3.1. Especies a Cultivar

Después de tener la ubicación del sitio, se identifican las especies según el consumo de los habitantes y las condiciones climáticas [11].

Los datos de tiempo de cosecha, temperatura, altitud, tipo de siembra y distancia de siembra para todas las plántulas posibles a sembrar, se tienen en la tabla 4.

Tabla 4. Datos de las posibles especies a sembrar

Especie	Altitud (m.s.n.m.)	Temperatura (°C)	Tipo de siembra	Días de germinación	Distancia de siembra (cm)	Cosecha (Días)
Acelga	1400-2800	13-22	Directa/trasplante	10 a 12	25*25	120
Apio	1800-2800	13-20	Trasplante	15 a 20	25*25	120
Arveja	1800-2800	13-20	Directa	15-20	30*30	120
Calabacín	1200-2800	13-25	Directa/trasplante	10	60*60	90-120
Cebolla Puerro	1000-2700	13-32	Directa/trasplante	12 a 15	20*20	120
Cilantro	1000-2800	13-28	Directa	15-20	10*5	80
Espinaca	1800-2800	13-20	Directa	10 a 20	15*15	60
Lechuga Batavia	1200-2800	13-25	Directa/trasplante	4 a 6	30*30	75
Lechuga Lisa	1200-2800	13-25	Directa/trasplante	4 a 6	25*25	50
Rábano	1500-2800	13-22	Directa	5	10*10	30
Remolacha	1500-2800	13-22	Directa	10 a 12	20*10	90
Repollo	1600-2800	13-22	Directa/trasplante	4 a 6	35*35	120
Tomate Chonto	200-2700	13-32	Directa/trasplante	6	50*50	120
Zanahoria	2000-3000	13-18	Directa	15 a 20	10*5	120

Fuente: [16]

Las formas de siembra en la huerta se realizarán primero distribuyendo directamente sobre las camas altas, en líneas, en el lugar definitivo donde germina y completa su ciclo hasta la cosecha. Este método de siembra ocupa la tierra durante varios meses, requiere muchos cuidados y en general necesita más semilla [15]. La otra forma de siembra es en semilleros, donde la semilla crece en un espacio reducido, donde le brindamos todos los cuidados necesarios para obtener el óptimo desarrollo de las plántulas. Luego de 30 a 100 días, según la especie, se trasplantan al lugar definitivo donde completan el ciclo [15].

4.3.2. Asociación de cultivos

La asociación de cultivos consiste en instalar varios tipos de plantas en un mismo lugar. El mezclar distintas verduras como incorporar plantas aromáticas y florales es una de las principales medidas preventivas a tomar para mantener la huerta sana. Las aromáticas muchas veces logran que el olor de los cultivos no sea detectado por insectos dañinos. Por su lado las florales frecuentemente atraen insectos benéficos y enemigos naturales de las plagas. Un factor a considerar al combinar plantas es la diferente necesidad de agua que pueden tener las mismas, se debe combinar aquellas con requerimientos similares para facilitar el riego. A su vez cada planta emite en su entorno sustancias que generalmente no afectan a otras. Sin embargo hay numerosos casos en que sí pueden perjudicar el crecimiento de las plantas vecinas (alelopatía) mientras que en otros pueden

mejorarlo de alguna forma. Esto lleva a la identificación de las plantas compañeras [15].

Cuando los cultivos están creciendo están tomando nutrientes del suelo; para que estén nutridos se pueden utilizar biofertilizantes como complemento del suministro del suelo, como compostaje o vermicompostaje, estos proveen o mejoran la disponibilidad de nutrientes, ayudan a que el suelo este fértil y este mantenga la biodiversidad [15].

4.3.3. Plagas y Enfermedades

Las plagas y enfermedades en muchas ocasiones son favorecidas por la acción humana que altera el sistema natural [15]. En algunos casos aumentamos la densidad de la planta cultivada, aplicamos agroquímicos o simplificamos extremadamente la diversidad original, favoreciendo sin quererlo el ataque de enfermedades o plagas que al darse condiciones ambientales predisponentes logran desarrollarse rápidamente y sin mayor competencia. Para evitar que esto ocurra debemos restablecer las condiciones complejas del sistema que ayudan al equilibrio que nos permite obtener alimentos abundantes y sanos. Podemos encontrar en las huertas: hongos, algunas veces pueden apreciarse a simple vista, como una pelusa o polvillo sobre las hojas, los frutos o las raíces, o pueden encontrarse ocultos dentro de la planta, ocasionan diversos síntomas tales como manchas, podredumbres o marchitamiento [15]; los virus, pueden provocar síntomas tales como enanismo de la planta, mosaico (coloraciones amarillentas distribuidas más o menos geométricamente) o enrollamiento en hojas; y las bacterias, que no se ven y pueden producir, manchas o marchitamiento y pudriciones húmedas [15]. En la tabla 5, se describen las enfermedades más comunes en las plantas.

Tabla 5. Enfermedades que atacan a las plantas .

Enfermedad	Descripción
Antracnosis	Los daños se inician con lesiones de tamaño de punta de alfiler, éstas aumentan de tamaño hasta formar manchas angulosas-circulares, de color rojo oscuro, que llegan a tener un diámetro de hasta 4 cm.
Botrytis	Los síntomas comienzan en las hojas más viejas con unas manchas de aspecto húmedo que se tornan amarillas, y seguidamente se cubren de moho gris que genera enorme cantidad de esporas.
Mildiu velloso	En el haz de las hojas aparecen unas manchas de un centímetro de diámetro, y en el envés aparece un micelio velloso; las manchas llegan a unirse unas con otras y se tornan de color pardo. Los ataques más importantes de esta plaga se suelen dar en invierno.

Fuente: [11]

En la tabla 6, tenemos los insectos más comunes, que atacan a las diferentes plantas, los cuales son:

Tabla 6. Insectos que atacan a las plantas

Insecto	Descripción
<i>Frankliniella occidentalis</i>	Es una plaga dañina, más que por el efecto directo de sus picaduras, por transmitir a la planta el Virus del Bronceado del Tomate (TSWV). La presencia de este virus en las plantas empieza por provocar grandes necrosis foliares y mueren.
<i>Minadores</i>	Forman galerías en las hojas y si el ataque de la plaga es muy fuerte la planta queda debilitada.
<i>Mosca Blanca</i>	Produce un debilitamiento general de la planta picando y absorbiendo los jugos.
<i>Pulgones</i>	Plaga sistemática en el cultivo de la lechuga. El ataque de los pulgones suele ocurrir cuando el cultivo está próximo a la recolección. Aunque si la planta es joven, y el ataque es grande, puede arrasar el cultivo. También transmite virus.
<i>Caracoles y babosas</i>	Muerden las hojas estropeando la cosecha.

Fuente: [11]

No todo insecto que aparece en la huerta es una plaga, ya que existen muchos insectos benéficos, como los enemigos naturales de las plagas. Algunos enemigos naturales son el *San Antonio rojo* que come pulgones, los *Tata-Dioso Mamboretá*, algunas avispidas y algunas chinches que no comen plantas y también: sapos, ranas, lagartijas, murciélagos, arañas y pájaros que se alimentan de insectos [15].

4.3.4. Diseño Huerta

Se debe realizar un plan de los trabajos en el corto plazo (primeros meses) y largo plazo (1 a 2 años). En este plan se debe tener en cuenta las tareas, los recursos, que hortalizas plantar y sobre todo el uso que se le dará a los alimentos que se cosecharan, esto también dependerá de las dimensiones y el volumen de hortalizas a producir [15]. Se debe realizar un dibujo o mapa de la huerta que incluya las dimensiones, surcos, el área de acumulación de materia orgánica para compostar, un sector para los almácigos, los caminos y la fuente de agua [15]. Una vez se haya determinado el espacio, la ubicación y el área de la huerta urbana se recomienda hacer un plano con las especies priorizadas [11]. Es importante llevar un registro de las tareas para controlar los resultados. Este registro servirá para anotar: fechas, datos de cosecha y toda aquella información que se crea conveniente para tener un control del manejo de los cultivos, con estos datos se podrá planificar los rubros siguientes y las rotaciones de los cultivos. Realizaremos en un papel un esquema de nuestra huerta, teniendo en cuenta:

Las dimensiones de la huerta, en forma perimetral y la ubicación del cerco, el cual cumple múltiples funciones, de protección y guía de cultivos. A los costados del cerco podemos preparar canteros de 50 cm. de ancho intercalando cultivos.

4.3.5. Componentes de una huerta

- **Cerco vivo:** Acompaña al cerco perimetral y está formado a partir de plantas vivas generalmente medicinales. Sirve además como cortina de protección y está relacionado a la producción orgánica [12].
- **Compostera:** Lugar acondicionado, para el preparado del abono orgánico [12].
- **Semilleros:** Espacios prolijamente preparados para la siembra de semillas más difíciles de germinar y aquellas que necesariamente necesitan trasplante [12].
- **Canteros:** Porciones de terreno acondicionados para la siembra trasplante y desarrollo de los cultivos. Debemos tener en cuenta que de acuerdo al tamaño de las hortalizas a sembrar será el cantero que vamos a armar. Por lo que debemos considerar que hay canteros de tamaños distintos [12].
 - **Canteros para Hortalizas:** medidas 1 a 1.20 metros de ancho por el largo necesario. Ej. Lechuga, acelga, perejil, zanahoria, etc.
 - **Canteros para hortalizas de mayor porte:** medidas 2.40 a 3.60 de ancho por el largo necesario. Ej. Sandía, melón, maíz, etc.
 - **Canteros o sector para frutales:** Cítricos, Durazno, mangos, etc.
- **Caminos o pasillos:** Son espacios entre canteros y almácigos que se usan para desplazarse y tener así acceso a todos ellos. Las medidas convenientes van a estar relacionadas directamente al espacio general que se tiene para la realización de la huerta y con las herramientas que se van a usar en la huerta; en el caso de usar carretillas y sembradoras de precisión estos deberán ser mayores, pero las medidas oscilan entre los 30 a 50 centímetros de ancho [12].
- **Diseños Usados:** En el diseño la huerta se busca aprovechar el espacio disponible en la construcción de las camas, canteros o surcos. A continuación se muestran algunas imágenes de diferentes diseños usados.

Imagen 2. Diseños de huertas.



Fuente: Tomadas por Carol Gómez

4.4. Metodología de inclusión social

El Diagnóstico Visual Rápido –DVR- es una metodología participativa de diagnóstico en Agricultura Urbana (AU), desarrollada por un equipo de investigadores del Centro Latino Americano de Ecología Social - CLAES (Montevideo, Uruguay), que permite incorporar a los grupos y comunidades locales a un proceso participativo de construcción de conocimiento "de abajo hacia arriba" [17].

Si bien las técnicas utilizadas están pensadas para ser desarrolladas con los distintos actores locales, es una metodología flexible que se adapta al trabajo con grupos y comunidades locales poco participativas. En la ciudad de Montevideo, se realizó un DVR en el Barrio Los Bulevares, como parte de un Diagnóstico sobre AU y seguridad alimentaria [17].

4.4.1. Las etapas, objetivos y técnicas usadas en el DVR: El DVR permite realizar diagnósticos en zonas urbanas y periurbanas con densidad de población baja o media y nivel de edificación bajo o medio [17]. Se realiza en escala micro y determina los componentes que un observador puede identificar. Reconoce como antecedentes teóricos y metodológicos las contribuciones de la praxis de la Ecología Social; el Diagnóstico Rural Participativo y la Evaluación Rural Rápida; la investigación-acción-participativa y la Ecología del Paisaje. Sus distintas etapas se combinan trabajo de campo [17]:

- Conceptualizar el tema
- Conceptualizar el contexto
- Diagnóstico Visual (DV)

- Entrevistas
- Encuesta participativa
- Plan de Acción Participativa (PAP)

5. MARCO CONCEPTUAL

- **Calidad agronómica:** Al plantear las características finales óptimas para un compost es difícil establecer niveles para el contenido en MO y nutrientes, ya que dependen mucho de los materiales tratados. En la mayoría de casos solo es priorizado el contenido de metales pesados, siendo poco exigentes en los parámetros más agronómicos. La calidad del compost viene determinada por la suma de las distintas propiedades y características [18]. En cualquier caso debe hablarse de:
 - **Calidad física:** Granulometría, capacidad de retención de agua, humedad, presencia de partículas extrañas, olor.
 - **Calidad Química:** Contenido y estabilidad de la materia orgánica, contenido y velocidad de mineralización de los nutrientes vegetales que contengan contaminantes inorgánicos y orgánicos.
 - **Calidad biológica:** Presencia de semillas de malas hierbas y patógenos primarios y secundarios [18].
- **Convección natural:** Es el movimiento del fluido (calor) por causas naturales, como el efecto de flotación, donde el fluido caliente sube y el fluido frío baja [19].
- **Mineralización:** Proceso de descomposición de la materia orgánica del suelo en el cual se libera nitrógeno inorgánico. La mineralización es la transformación del nitrógeno orgánico en amonio, mediante la acción de microorganismos del suelo. El término “mineralización” indica el proceso global de conversión del nitrógeno orgánico en nitrógeno mineral, fundamentalmente nitrato y amonio. Es un proceso muy general y ocurre prácticamente en todas las condiciones ecológicas. No hay sustancia orgánica de origen biológico que no sea degradado por algún grupo de microorganismos. Existen sustancias naturales de mineralización muy lenta, llamadas recalcitrantes [20].
- **Bioactividad:** La bioactividad es la capacidad que tiene un material de interactuar químicamente con los tejidos del organismo. Esta capacidad se puede determinar mediante la formación de una capa rica en calcio y fósforo sobre la superficie del material [21].
- **Biofertilizante:** Producto elaborado con base en una o más cepas de microorganismos benéficos, que al aplicarse al suelo o a las semillas promueve el crecimiento vegetal o favorece el aprovechamiento de los nutrientes, en asociación con la planta o su rizosfera [22].

Se pueden aplicar en suelos degradados y donde la presencia de microorganismos ha sido afectada negativamente por el uso inapropiado de técnicas agrícolas, que ha propiciado la degradación del suelo y han reducido su diversidad y efectividad [23].

- **Humificación:** La humificación es el paso final en la degradación de la materia orgánica. La mayoría de los procesos de humificación es debido a los microorganismos del suelo, sin embargo es acentuado por actividades de invertebrados como los nematodos y artrópodos [24].
 - **Humus:** El humus es una mezcla de compuestos complejos y no un material único, estos compuestos son materiales resistentes algo modificados a partir del tejido originario, o compuestos sintetizados de tejido microbiano con restos de organismos muertos. El humus es uno de los elementos que conforman el compost maduro, este humus es la materia orgánica que queda de la descomposición de los restos vegetales como hojas o flores, es la parte orgánica reestructurada, que además posee características importantes en cuanto al mejoramiento de cultivos; y por consiguiente mejora la calidad del suelo [25].
 - **Residuos Orgánicos Putrescibles:** Los residuos orgánicos son los residuos de comida. Son todos aquellos residuos que se descomponen gracias a la acción de los desintegradores [26].
 - **Residuo Sólido:** Cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido que se abandona, bota o rechaza después de haber sido consumido o usado en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios e instituciones de salud y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico. Se dividen en aprovechables y no aprovechables [27].
 - **TIC (Tabla de Información de Cultivos):** Esta muestra las características y requerimientos de cada cultivo, cómo tipo de siembra (semillero o en camas), rotación y asociación de cultivos, y la cantidad de alimentos que pueden cosechar, dependiendo del área dispuesta por cada cultivo. Los datos mostrados en esta tabla se obtuvieron del libro "Cultivo de semillas", tabla "Cultivos y sus parámetros para producir semillas" [28], y del libro "Huerta Orgánica Biointensiva", tabla "Información de Cultivos" [29].
- A. Semilla necesaria para una cama (g/10m²):** Esta columna indica la cantidad de semillas (gramos) que se requiere para plantar en 10 m² con el fin de producir semillas. Estos valores consideran la tasa de germinación, la siembra en tresbolillo (tipo de siembra) y la superficie de la cama.

- B. Rendimiento de Semilla (g):** Esta es la producción de semillas en gramos que se puede esperar del mínimo número de plantas necesarias para mantener la diversidad (columna F). Estos rendimientos son aproximados y bajo las condiciones adecuadas se podrán duplicar; bajo condiciones difíciles pueden ser menores. Los rendimientos óptimos dependen del clima, suelo y la variedad.
- C. Régimen de temperatura y humedad:** Casi todas las semillas germinan en el suelo con temperaturas entre los 16°C y los 21°C. La temperatura del suelo puede descender mucho a solamente algunos centímetros de profundidad. Sin embargo, es más probable que la semilla absorba más agua cuando más profunda se encuentre.
- **SF.** Requiere suelo frío para germinar (fresco)
 - **ST.** Requiere suelo tibio para germinar
 - **TSF.** Tolera suelo frío para germinar (fresco)
 - **SH.** Requiere un suelo húmedo
- D. Distancia máxima entre plantas en Tresbolillo (triangulado):** Estas distancias recomendadas, para el espaciamiento de las plantas a cultivar, corresponden a una distribución hexagonal en tresbolillo, proporcionando espacios iguales entre plantas. Al florear las plantas generalmente utilizan más espacio que cuando están en su etapa vegetativa.
- E. Densidad máxima (N°PI/10m²):** Esta columna indica el número máximo de plantas que se pueden cultivar en una superficie de 10 m² en tresbolillo o triangulación; este sistema aumenta en un 20% la cantidad de plantas que pueden entrar por unidad de superficie.
- F. Número mínimo de plantas por unidad de área (N°PI/m²):** El primer número indica la cantidad mínima de plantas por unidad de área, para mantener la variabilidad genética. La mayoría de las plantas de polinización cruzada necesitan cierta cantidad de cruza genética para mantener la variabilidad genética, para mantenerse sanas y vigorosas. Cuando la población de plantas productoras de semillas es pequeña, la falta de intercambio genético puede reducir el vigor de las plantas de la siguiente generación. El segundo número indica el número máximo de plantas que se pueden cultivar en una superficie de 10m² en tresbolillo o triangulación.
- G. Área de siembra (m²) y rendimiento de cultivo (kg):** El primer número de esta columna indica el área en metros cuadrados que se puede plantar con el fin de cosechar alimento con la cantidad de semilla producida (de acuerdo a la columna rendimiento de semillas). El segundo número de la columna es la cosecha esperada en el área mencionada en kilogramos.

El área de siembra y el rendimiento del cultivo dependen de cómo se utilicen las semillas; para realizar un adecuado aprovechamiento de estas

se puede implementar semilleros y cuando sea el momento trasplantar a las camas. Con esta técnica se ahorra semilla, también maximiza el uso del agua, espacio y tiempo de crecimiento. Si las plantas se siembran directamente en las camas es probable que se incremente el número de semillas necesarias en un 25 hasta un 100%.

- H. Rendimiento de Semilla por unidad de área (g/m²):** Esta columna muestra la cantidad de semillas que se producirán en una determinada unidad de área. Este dato se determina con la siguiente ecuación: (Rendimiento de Semillas/Número mínimo de plantas por unidad de área).
- I. Porcentaje de germinación:** Esta columna proporciona el porcentaje mínimo de germinación. A partir de este valor, se podrá obtener el porcentaje de semilla viable que producirá cada cultivo.
- J. Germinación:** Esta columna muestra si la semilla tiene una germinación temprana, tardía o muy tardía. Esta clasificación es relativa. El número real de días depende de la temperatura del suelo. Hay que tener en cuenta que las semillas recién cosechadas, no germinan de inmediato, porque necesitan un periodo de almacenamiento después de la maduración, aproximadamente mayor a 60 días.
- K. Siembra:** Esta columna indica si la siembra inicial se debe hacer directamente sobre la cama de cultivo o en semillero para luego ser trasplantada.
- L. Número aproximado de plantas en el semillero:** Esta cifra indica la cantidad de plantas que se pueden sembrar en un semillero de 7,5cm de profundidad y de 60cm de largo y 35cm de ancho; la cifra de cada cultivo varía dependiendo del cultivo y el porcentaje de germinación.
- M. Duración de las plántulas en el semillero (semanas):** Esta columna indica el número de semanas que las plántulas pueden permanecer en el semillero; este número es un estimado que puede variar con la época del año y en cada clima en particular.
- N. Periodo máximo de cosecha o de disponibilidad (días):** Esta columna muestra el número máximo de días de disponibilidad de cada cultivo, desde su siembra hasta su cosecha.
- O. Nutrientes:** Indica cómo se comporta cada cultivo con respecto a los nutrientes del suelo. Esta clasificación es de gran ayuda en el momento de diagramar la rotación de cultivos. Se clasifican de la siguiente manera: Donantes (DON), Poca Extracción de Nutrientes (PEN), Poca Uso de Nitrógeno (PUN) y Mucha Extracción de Nutrientes (MEN).
- **PPH (Planilla de planificación de la huerta):** En esta plantilla se calculó la cantidad de semillas y plantas por unidad de área de cada cultivo; También

se determinó el número de semilleros a usar y la cantidad de cosecha esperada por m² de cada cultivo (ver anexo 6, hoja 2).

- A. **Cultivo:** Nombre del cultivo a sembrar.
- B. **Superficie a sembrar (m²):** Área de cada cultivo.
- C. **Distancia entre plantas (cm):** Datos sacados de la tabla TIC, columna D.
- D. **Número máximo de plantas por 10m²:** Datos sacados de la tabla TIC, columna E.
- E. **Cantidad de plantas para la superficie a sembrar:** Se estima la cantidad de plantas por unidad de área. Estos datos se obtuvieron realizando una regla de tres; si por 10m² se obtienen cierto número de plantas, cuantas se producirán en el área destinada para cada cultivo; (superficie a sembrar x N^o máx. de plantas por 10m² X 0,1).
- F. **Semillas para 10m²(g):** Datos sacados de la tabla TIC, columna B.
- G. **Cantidad de semillas para la superficie a sembrar (g/m²):** Se estima la cantidad de semillas necesarias por unidad de área. Estos datos se obtuvieron realizando una regla de tres, si en 10m² se necesitan tantos gramos de semillas, cuantos se necesitan para el área destinada para cada cultivo;(semillas para 10m² x superficie a sembrar x 0,1).
- H. **Rendimiento de cultivo (kg/m²):** Se estima la cosecha esperada por m² de cultivo. Estos datos se obtuvieron realizando una regla de tres, si en una unidad de área (m²) se producen cierta cantidad de alimentos (kg), cuantos kilogramos de alimentos se producirán en el área destinada para cada cultivo; [superficie a sembrar x rendimiento del cultivo (TIC. columna H'') / área de siembra (TIC. columna H')].
- I. **Semilleros:** Se determina la cantidad de semillero necesarios; [cantidad de plantas para la superficie a sembrar/N^o aprox. de plantas en el semillero (TIC. columna N)].

6. **MARCO LEGAL:** En la tabla 7 se encuentra la legislación correspondiente al manejo de residuos orgánicos y agricultura urbana en Bogotá, que será usada al momento de la implementación en campo de la huerta.

Tabla 7. Marco legal

Norma, Decreto, Resolución, Acuerdo	Descripción
-------------------------------------	-------------

Acuerdo 299 de 2010	Por el cual se promueve la creación de jardines urbanos con participación ciudadana en los parques y algunos bienes fiscales distritales y se dictan otras disposiciones.
Acuerdo 031 De 2012	Por el cual se promueve la implementación de la agricultura urbana como apoyo a la seguridad alimentaria en el D.C. y se dictan otras disposiciones.
Decreto 508 De 2007	Por el cual se adopta la Política Pública de Seguridad Alimentaria y Nutricional para Bogotá, Distrito Capital, 2007-2015, Bogotá sin hambre.
Decreto 1505 de 2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. Aprovechamiento en el marco de la gestión integral de residuos solidos
Resolución 1045 de 2003	Se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones.
RAS-2000, Título f.	Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico

Fuente: Elaboración propia.

7. MARCO INSTITUCIONAL

Las organizaciones que tienen inherencia en la ejecución del proyecto son IDIGER (Instituto Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático) y el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Quienes por medio de un convenio interinstitucional, propusieron la construcción de unas huertas comunitarias para la población del área de influencia directa de la zona de deslizamiento, tomando como base el conocimiento que poseen los ex – campesinos que poblaron Altos de la Estancia; con las capacitaciones generadas por el Jardín Botánico “José Celestino Mutis”, se implementaron módulos productivos, en los que se conjugaron las tareas propias de la agricultura con el manejo de residuos orgánicos domésticos, para el proceso de producción del suelo para cultivos, en áreas con labranza mínima y con un óptimo manejo de aguas. Este proceso fue tomado como base, para realizar una metodología completa y clara para el diseño de las huertas comunitarias multifuncionales, ya que se vieron falencias por la falta de organización y planeación de diferentes elementos relacionados con las labores y procedimientos que se debían realizar en la huerta. Debido a

esto se vio la necesidad de plantear procedimientos de trabajo más organizados y eficientes; donde se podrá mejorar desde la separación y recolección de residuos sólidos orgánicos, hasta el cultivo de los alimentos que serán producidos en la huerta.

8. METODOLOGÍA

8.1. Mecanismos de inclusión social:

Para establecer mecanismos de inclusión social en la comunidad, fue necesario tener en cuenta el área de influencia directa del proyecto, para realizar estrategias de:

- **Acercamiento a la comunidad**

Se desarrollaron mecanismos de inclusión social, usando una metodología participativa de diagnóstico en agricultura urbana, que permitió incorporar a los grupos y comunidades locales a un proceso participativo para la construcción de conocimiento.

Esta metodología permitió identificar personas influyentes en la comunidad, como líderes de organizaciones locales para la conformación de un grupo de interés; con el cual se realizaron entrevistas y charlas informales, con el objetivo de informar y fomentar el interés de la comunidad en la participación del proyecto.

En este caso, se realizaron entrevistas (preguntas abiertas) al grupo de interés, el cual fue conformado por integrantes de once (11) familias, adultos mayores, niños, amas de casa, desempleados y empleados temporales (ver anexo 1), quienes fueron convocados por el Jardín Botánico de Bogotá. Las entrevistas fueron realizadas a una persona por familia; esto permitió identificar sus prácticas de agricultura urbana, dieta, seguridad alimentaria y necesidades básicas.

En la charla participativa se dio un resumen sobre cómo se debe realizar la implementación de este tipo de huertas comunitarias, cual es el papel que la comunidad desempeña y cuáles son los beneficios económicos que esto trae.

Esto permitió obtener información útil, sobre sus necesidades, inquietudes, miedos, la disposición y el compromiso de la comunidad con la huerta comunitaria.

En seguida, los interesados en hacer parte del proceso, realizaron una inscripción en los formatos dados por el Jardín Botánico de Bogotá; esto fue un requisito importante para conocer el número aproximado de personas interesadas en el proceso para ser capacitadas.

La participación de la comunidad fue necesaria desde que se inició hasta que se terminó el diseño de la huerta comunitaria.

- **Capacitación a la comunidad**

La capacitación de la comunidad fue realizada en dos fases, ejecutadas paralelamente. En la primera fase se desarrolló la capacitación de separación de residuos en la fuente (ver anexo 2); capacitaciones de manejo básico de huertas, producción y manejo de compost y vermicompost; las cuales fueron realizadas una vez por semana (sábado), por dos meses.

Las capacitaciones fueron hechas en la huerta comunitaria Santo Domingo- Altos de la Estancia, con asistencia del Jardín Botánico de Bogotá y con acompañamiento constante de las autoras.

Las capacitaciones se efectuaron con una metodología de aprendizaje teórico-práctico con el fin de aprender haciendo las cosas; se brindó material didáctico de separación de residuos en la fuente, procesos de compostaje y vermicompostaje, y manejo básico de huertas, dado por el Jardín Botánico de Bogotá.

Es importante resaltar que el conocimiento práctico de algunos participantes fue un aporte importante en el proceso de capacitación, puesto que algunos de ellos provenían de zonas rurales y tenían cierta experiencia en aprovechamiento de residuos; el cual fue incorporado y socializado con los demás participantes.

En la segunda fase los participantes implementaban los conceptos teóricos aprendidos, una vez por semana (miércoles) a las 9am, haciendo su respectivo seguimiento y orientación.

- **Separación de residuos sólidos en la fuente**

Para hacer la separación en la fuente de los residuos sólidos domiciliarios, se requirió una previa capacitación al generador. Donde se dio a conocer la forma de separar los residuos en bolsas blancas y negras; las bolsas de color blanco para los residuos reciclables que se depositan limpios y secos como: papel, cartón, vidrio, plástico, metal y el tetra pack; y negras para los residuos ordinarios como los son los residuos orgánicos.

8.2. Selección de alternativas

Se analizaron diferentes alternativas aplicables a huertas comunitarias multifuncionales, teniendo en cuenta aspectos técnicos, ambientales y sociales del sitio de estudio; esto se llevó a cabo mediante las siguientes fases:

- **Revisión bibliográfica**

Se realizó un análisis de las diferentes alternativas de diseño para las huertas comunitarias y sus diferentes procesos.

Los criterios que se tuvieron en cuenta para la selección de los sistemas de producción de abono fueron criterios técnicos comparados con inquietudes de la comunidad, con respecto a las diferentes técnicas planteadas de los procesos de compostaje y vermicompostaje; criterios como el espacio a utilizar, la facilidad en la operación, la presencia de vectores, el mantenimiento del sistema y la cantidad de abono producido.

Tabla 8. Requerimientos para la identificación de alternativas.

	Tipo de técnica	Descripción	Inquietudes de la comunidad
Compostaje	Abiertas tipo pila para grandes volúmenes	Se de fácil construcción, fácil atención, fácil riego. Pero si la pila es pequeña es difícil controlar la temperatura y la humedad, hay que cubrir de la lluvia, el frío y de los vectores, ya que no es fácil realizar un control de estos	Presencia de vectores como moscas y ratas. Costos de implementación, mantenimiento. Espacio.
	Semi cerrada Tipo Corralito	Ídeal para grandes espacios con amplios jardines. Hay que diseñarla de manera que sea sencillo revolver los residuos y cosechar el abono, se puede controlar la temperatura y la humedad de una manera eficiente, este tipo de sistema es ideal para grandes cantidades de material voluminoso	Presencia de vectores como moscas y ratas. Costos de implementación, mantenimiento. Puede ser construido en casa, ¿es funcional para pequeños volúmenes de residuos?
	Semi cerrada Tipo Contenedores	Ídeal para pequeños espacios. El volteo de los residuos es fácil, hay un mejor control de temperatura y de humedad en este sistema. Se ideal para pequeños cantidades de material voluminoso como ramas, cáscaras, hojas, etc.	Presencia de vectores como moscas y ratas. Costos de implementación, mantenimiento. Puede ser construido en casa, ¿es funcional para pequeños volúmenes de residuos? Si se produce la misma cantidad de abono que en el ablero?
	Cerrada	Ídeal para espacios reducidos como casas. El problema que tiene este sistema es que la atención no puede llegar a ser la suficiente, y obtenemos como resultado residuos podridos. El control de vectores es fácil. Se ideal para pequeños volúmenes, más que todo en cocinas	Costos de implementación, presencia de vectores si hay presencia de pudrición en los residuos
Vermicompostaje	Camas	La selección del sitio en el cual la cama se debe hacer es un sitio sombreado, fresco que tenga una temperatura constante, y factores que permitan la adaptabilidad y la continua conversión de materia en humus. El terreno debe ser llano y con buen drenaje. No se debe inundar luego de una lluvia. Que esté cerrado a la entrada de animales. Hay que tener especial cuidado con las aves, agua accesible somba en verano y que no esté expuesta a vientos excesivos	Cuanto tiempo se demora la producción de vermicompost, puede ser implementado en casa, ¿es funcional para pequeños volúmenes de residuos? Si se produce la misma cantidad de abono que en el ablero?

Para la huerta fue necesario hacer una planeación general para la siembra, los tipos de sustratos a utilizar, la asociación de especies, la rotación de cultivos y el mantenimiento de la huerta.

- **Identificación de alternativas**

Se realizó una comparación teórica de las diferentes alternativas, de cada uno de los procesos a implementar en la huerta comunitaria multifuncional.

Para el proceso de compostaje, se tuvieron en cuenta diferentes criterios de selección, se identificaron las variables a controlar en los tipos de composteras abiertas, semi cerradas y cerradas; como lo fue

la temperatura, la humedad, la relación Carbono/Nitrógeno, la velocidad de descomposición, los vectores producidos en cada compostera, las ventajas de los diferentes tipos de composteras, se determinó el uso del abono producido y los diferentes métodos de operación y mantenimiento del proceso de compostaje; luego de estos criterios, se procedió a seleccionar la alternativa más viable y eficiente para la implementación del proceso de compostaje.

El proceso de vermicompostaje es realizado en camas o bandejas; dependiendo de la cantidad de residuos que se generen se determinará el sistema de vermicompostaje a implementar ya que en los dos sistemas se pueden controlar las variables de igual manera, como lo son la temperatura, humedad y pH; y no se ve afectada la degradación de los residuos orgánicos putrescibles ni la calidad del vermicompost.

Para el proceso de planificación de la huerta, es necesario establecer condiciones específicas como lo son: la disponibilidad de luz que puede tener el espacio identificado, el acceso al agua, las corrientes de viento, el tipo de suelos y los sustratos para el cultivo.

También se identifican las especies según el consumo de los habitantes de la zona de estudio y las condiciones climáticas, para poder sembrar. El proceso de siembra es realizado de dos formas, la primera, es distribuir directamente las semillas sobre las camas altas, en líneas, en el lugar definitivo donde germina y completa su ciclo hasta la cosecha; la segunda es la siembra en semilleros, donde la semilla crece en un espacio reducido, donde le brindamos todos los cuidados necesarios para obtener el óptimo desarrollo de las plántulas, para ser trasplantadas a las camas.

Al momento de sembrar, es bueno tener en cuenta la asociación de cultivos, ya que consiste en instalar varios tipos de plantas en un mismo lugar. El mezclar distintas verduras como incorporar plantas aromáticas y florales es una de las principales medidas preventivas a tomar en cuenta para mantener la huerta sana. Las aromáticas muchas veces logran que el olor de los cultivos no sea detectado por insectos dañinos. Por su lado las florales frecuentemente atraen insectos benéficos y enemigos naturales de las plagas.

Cuando se inicia con el diseño de la huerta, es necesario tener en cuenta un plan de trabajo en el corto plazo (primeros meses) y en el largo plazo (1 a 2 años). Este plan requiere las tareas, los recursos, que hortalizas plantar y sobre todo el uso que se le dará a los alimentos que se cosecharán. Se debe realizar un dibujo o mapa de la huerta que incluya las dimensiones, surcos, el área de acumulación de materia orgánica para compostar, un sector para los semilleros, los caminos y la fuente de agua. Una vez se haya determinado el espacio,

la ubicación y el área de la huerta urbana se recomienda hacer un plano con las especies priorizadas a sembrar.

Para la implementación de la huerta comunitaria multifuncional, fue necesario realizar una revisión bibliográfica de estudios de caso identificando los procesos de acercamiento a la comunidad y la realización de capacitaciones y talleres para la construcción y manejo de la huerta. Esto es importante ya que permite la apropiación de la comunidad hacia la huerta.

8.3. Caracterización de los residuos y diseño de la huerta

Para finalizar con el diseño de la huerta comunitaria multifuncional fue necesario realizar una caracterización de los residuos recolectados.

- **Caracterización de los residuos sólidos putrescibles**

Para la caracterización de los residuos fue usada la metodología descrita por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) en su análisis de residuos sólidos, donde se realizó:

- **Zonificación:** La zonificación distrital permitió determinar áreas homogéneas o con características similares y delimitarlas gráficamente con fines de planificación.
 - **Determinación de la población:** Se identificó la cantidad de población que participó en el proceso.
 - **Sensibilización y capacitación de la población seleccionada:** Las charlas fueron realizadas después de las entrevistas, en dos fases que se ejecutaron paralelamente.
 - **Toma de muestras:** Se realizó la recolección de residuos orgánicos putrescibles, para determinar la producción per cápita por habitante de la población en estudio.
 - **PPC:** Se calculó la producción per cápita por habitante.
 - **Composición física del residuo recolectado:** Se caracterizaron los residuos recolectados, obteniendo como resultado el tipo de residuo, como: desecho de cocina, desecho de verduras, desechos cocinados, desechos de frutas, tusas de maíz y ameros.
- **Diseño de la huerta comunitaria multifuncional**

A partir de todos los datos obtenidos en la metodología descrita anteriormente, se procedió a diseñar la huerta comunitaria multifuncional para la siembra de diferentes especies de hortalizas, las cuales ofrecerán seguridad alimentaria a la comunidad.

Para el diseño de la zona de compostaje se tuvo en cuenta la composición y el tamaño de las pilas de compostaje, donde fue usada una tabla dinámica (ver anexo 8, Relación C/N); en la cual se ingresó la cantidad de residuos orgánicos putrescibles disponibles después de realizar la recolección y la caracterización previa. Esta tabla nos permitió ingresar datos de peso de desechos de cocina, excrementos, desechos de jardín, paca, forrajes, papel, maderas y aditivos/fertilizantes; dependiendo del material disponible.

El peso en kilogramos de cada material disponible fue ingresado en la tabla dinámica para determinar el tamaño de la pila y la relación carbono/nitrógeno del material a compostar.

La tabla también arrojó las dimensiones de la pila, obteniendo como resultado el área total de producción de abono por pilas.

El tamaño de las camas de vermicompostaje, fue dada por la revisión bibliográfica realizada anteriormente (Anexo 7, vermicompostaje, caso 6). Se tomó una medida de 2mx1m, ya que es una medida estándar en la cual, se puede saber la cantidad de vermicompost que se puede producir; para producir 228Kg de abono en una cama de este tamaño, se debe agregar 20Kg lombrices aproximadamente (en el montaje de la cama) y 912Kg de residuos orgánicos al año.

Para la planificación de la huerta, fue utilizada la tabla de Información de Cultivos (TIC) y la Planilla de Planificación de la Huerta (PPH) (Anexo 6), donde se tenía toda la información de las posibles especies a sembrar, y del espacio que se requiere por especie; teniendo en cuenta la cantidad de personas vinculadas al proceso.

Es necesario tener en cuenta al momento de diseñar la huerta, el cerco perimetral, el cual protege a los cultivos de la entrada de animales; el cerco vivo, que es formado a partir de plantas vivas generalmente medicinales; la abonera, para el preparado del abono orgánico; los semilleros, son espacios preparados para la siembra de semillas más difíciles de germinar y aquellas que necesitan trasplante; los canteros, son porciones de terreno acondicionados para la siembra, trasplante y desarrollo de los cultivos; los caminos, son espacios entre canteros y semilleros que se usan para desplazarse y tener así acceso a todos ellos.

En el Diagrama 1, se puede observar cómo se realizó la metodología; ya que el acercamiento a la comunidad y la revisión bibliográfica fueron los inicios del proceso; seguido por la capacitación a la comunidad, la separación de residuos

sólidos, la caracterización de los residuos orgánicos putrescibles; seguido de la identificación de alternativas y variables a controlar, para finalizar con el diseño de la huerta comunitaria multifuncional.

Diagrama 1. Desarrollo de la metodología



Fuente: Elaboración propia

9. RESULTADOS

9.1. Acercamiento a la Comunidad

9.1.1. Entrevistas y charlas:



Charla con la comunidad de la zona

Fuente: Tomada por Carol Gómez

- **Entrevistas:** Se realizaron entrevistas al grupo de interés conformado por integrantes de 11 familias, adultos mayores, niños, amas de casa, desempleados y empleados temporales (ver anexo 1), esto permitió identificar sus prácticas de agricultura urbana, dieta, seguridad alimentaria y sus necesidades.

En la realización de las entrevistas, se reflejó la diversidad de las posiciones y puntos de vista presentes en la comunidad. Debido a que, al

tratarse de un número no representativo de entrevistas los resultados no pueden ser generalizados. Los resultados que se obtuvieron fueron de tipo cualitativo y se resumieron en la tabla 8.

Tabla 9. Resultados de las entrevistas realizadas al grupo de interés.

Tema	Resultado
Ocupación	Amas de casa, estudiantes de colegio, desempleados, empleados temporales
Dieta alimenticia	Los alimentos más consumidos son: <ol style="list-style-type: none"> 1) Cereales, Plátanos y Tubérculos 2) Leche y derivado 3) Azúcares y dulces 4) Frutas 5) Hortalizas y verduras (lechuga, col, espinaca, acelga)
Seguridad alimentaria	El acceso a los alimentos se ve afectado en gran medida por el precio de estos, algunos alimentos tienen un costo elevado y hace difícil su disponibilidad en su alimentación.
Prácticas de agricultura	La agricultura urbana en la comunidad es frecuente, considerada como una actividad secundaria. Se encontró diferentes tipos de agricultores, principiantes, agricultores de tiempo parcial, algunos migrantes de zonas rurales y algunas personas dedicadas por pasatiempo.

Fuente: Elaboración propia

- **Charlas Informales:** El grupo de interés hizo un llamado a la comunidad interesada en formar parte de las charlas y en formar parte del proyecto. Fue importante realizar la inclusión de la comunidad desde el inicio del proyecto, ya que permitió generar una apropiación este por parte de la comunidad; esto ayudó a que la comunidad participara de manera activa asegurando el buen desarrollo del proyecto en un largo plazo.
- **Agricultura Urbana en Altos de la Estancia:** Con base en la información recolectada, la realización de talleres y charlas participativas, incorporando personas de la comunidad que no hicieran parte del grupo de diagnóstico, se definió un tipo de agricultura urbana que respondiera a las necesidades de la comunidad. Se definió que es importante elaborar tipologías de agricultura urbana propias, que cuenten con las particularidades de la zona de estudio y los objetivos del proyecto.

El uso de métodos participativos evidenció tanto las necesidades de prácticas sustentables en la construcción de huertas locales y el trabajo con los habitantes locales en el desarrollo de alternativas. Se reflejó una extensa gama de actores presentes en el proyecto, se identificaron los diferentes tipos de agricultores y horticultores dedicados a la agricultura urbana; también se encontraron grupos particulares cuyas prácticas no sustentables afectan la salud y el ambiente, a los cuales se les invitó a

participar en el proyecto para que adquirieran mejores prácticas de producción agrícola.

Se establecieron redes sociales, con base en la entidad, el territorio y la acción colectiva, elementos presentes en la cotidianidad de las personas y de las comunidades, para que haya una apropiación de las huertas comunitarias por parte de la comunidad.

- **Vinculación de la comunidad:** Luego de realizar las entrevistas y las charlas participativas se vincularon al proyecto de huertas comunitarias multifuncionales once familias, que hicieron parte de la separación y recolección de residuos orgánicos putrescibles; y en la construcción y mantenimiento de la huerta.

9.2. Capacitación a la comunidad

La capacitación de la comunidad se presentó en dos fases que se ejecutaron paralelamente. En la primera fase se desarrolló la capacitación de separación de residuos en la fuente, luego se realizaron las capacitaciones de manejo básico de huertas, producción y manejo de compostaje y vermicompostaje; estas se realizaron una vez por semana (sábado), por dos meses. Estas se efectuaron con una metodología de aprendizaje teórico-práctico con el fin de aprender haciendo las cosas; también se les brindó material didáctico de separación de residuos en la fuente, compostaje y vermicompostaje, y manejo básico de huertas (ver anexo 2,3 y 4 respectivamente).

Las capacitaciones tuvieron lugar en la huerta comunitaria multifuncional Santo Domingo, estas se hicieron por parte del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis y con acompañamiento de los autores del presente documento; los participantes ya tenían diferentes experiencias agrícolas, grandes capacidades y un buen conocimiento sobre el tema.

Es importante resaltar que el conocimiento práctico de algunos participantes fue un aporte importante en el proceso de capacitación, puesto que algunos de ellos provenían de zonas rurales y tenían alguna experiencia en producción, la cual fue incorporada y socializada con los demás participantes.

En la segunda fase los participantes implementaban las prácticas aprendidas, una vez por semana los (miércoles) a las 9am, haciendo su respectivo seguimiento y orientación.

En las siguientes fotos, se puede observar la capacitación práctica dada a la comunidad con el apoyo del Jardín Botánico de Bogotá; del proceso de compostaje de residuos orgánicos putrescibles en pilas.

- **Picado de residuos orgánicos putrescibles:** Este proceso es necesario, para lograr el tamaño adecuado de partículas. Un tamaño adecuado aumenta el contacto de los microorganismos con el material y

mejora el flujo del aire, evita condiciones de anaerobiosis - olores y retiene humedad y drena el exceso de ella.



Picado de material orgánico.

Fuente: Tomadas por Miguel Rodríguez.

- **Peso del material orgánico a compostar:** Es necesario determinar el peso, para saber de qué tamaño se armará la pila y que grosor tendrá cada capa de material orgánico.



Pesaje del material orgánico a compostar

Fuente: Tomadas por Carol Gómez

En este caso los materiales orgánicos disponibles, fueron: ameros, restos de vegetales y restos de frutas. Obteniendo 60Kg de residuos en total.

- **Montaje pila de compostaje:** Teniendo los residuos picados y estableciendo el peso de cada uno de estos; se dispone a armar la pila. Los materiales disponibles para armar el primer montaje, fueron: estiércol de caballo seco, residuos de material vegetal de jardinería aportados por el Jardín Botánico de Bogotá, y 60Kg de residuos orgánicos picados. Estos materiales fueron distribuidos de la siguiente manera: 3 capas de material vegetal, donde cada capa pesaba 60Kg, tenía 10 cm de espesor y 3 capas de estiércol de caballo, donde cada capa pesaba 36Kg, y con de 5cm de espesor. Los residuos fueron distribuidos en 3 capas de 5cm de ancho; intercalando los materiales. Las dimensiones de la pila fueron de 1*1,5*0,7m. Todo este proceso fue realizado con el acompañamiento de profesionales de Jardín Botánico de Bogotá.

Luego se hizo la medición de ciertos parámetros (pH, Temperatura, relación C/N y humedad) con métodos manuales, ya que no se contaba con los equipos necesarios para la toma de datos. Se determinó la humedad por medio de la técnica del puño, dando aproximadamente una humedad cercana al 60%. Para el control de la temperatura, se volteaban las pilas, aproximadamente, cada 15 días.



Montaje de la pila de compostaje en los módulos hechos por el Jardín Botánico de Bogotá

Fuente: Tomadas por las autoras.

En las siguientes fotos, se puede observar la capacitación práctica dada a la comunidad con la ayuda del Jardín Botánico de Bogotá; del proceso y montaje de las camas de vermicompostaje de residuos orgánicos putrescibles.

- **Picado de residuos orgánicos putrescibles:** El proceso de picado de residuos, es realizado de igual manera que en el compostaje; pero es recomendable triturar y licuar los residuos, para que el proceso de descomposición sea más eficiente en las camas de vermicompostaje.



Picado de residuos orgánicos putrescibles

Fuente: tomadas por las autoras.

- **Montaje de la cama de vermicompostaje:** En este caso, se usaron 25 Kg de residuos orgánicos putrescibles, 10Kg de estiércol de caballo seco y 40 Kg de residuos de material vegetal

El proceso de cama es similar al de la pila de compostaje; ya que los materiales son dispuestos en capas. Primero una capa de residuos de material vegetal, luego una capa de residuos orgánicos y luego una de estiércol de caballo de 5 cm de ancho todas las capas; así hasta adicionar todos los materiales disponibles. Las dimensiones de la cama fueron de 1*2*0,5m.



Montaje cama de vermicompostaje
Fuente: Tomada por las autoras



Siembra de alberga a 1 cm de profundidad.
Fuente: Tomada por las autoras



Mantenimiento de las plantas de alberga y riego realizado una vez al día.
Fuente: Tomada por las autoras

Cabe resaltar que después de la capacitación realizada por el Jardín Botánico con el acompañamiento de los autores de este documento, se vieron falencias por la falta de organización y planeación de diferentes elementos relacionados

con las labores y procedimientos que se debían realizar en la huerta. Debido a esto se vio la necesidad de plantear procedimientos de trabajo más organizados y eficientes, y así se podrá mejorar desde la separación y recolección de residuos sólidos orgánicos, hasta el cultivo de los alimentos que serán producidos en la huerta.

9.3. Identificación de alternativas

Se realizó una comparación teórica de las diferentes alternativas, de cada uno de los procesos a implementar en la huerta comunitaria multifuncional, con esto se determinó que la mejor alternativa de compostaje es abierto tipo pila en módulos. Este sistema es de fácil construcción y permite un buen manejo y control de las diferentes variables como la aireación, la temperatura, la humedad y el pH. También, si se tiene un adecuado mantenimiento de la pila se evitará la aparición de vectores y olores.

La construcción en módulos permite producir una mayor cantidad de compost en comparación con las otras alternativas; ya que permite compostar una cantidad considerable de residuos orgánicos debido a su tamaño y el uso de diferentes materiales para la construcción del módulo, como guadua, se evitan vectores y malos olores; tampoco se requiere de espacios muy extensos.

Los sistemas cerrados y semi cerrados, no permiten tener un adecuado control y manejo de las variables identificadas, ya que en estos sistemas es mucho más factible que los residuos orgánicos no sean degradados rápidamente; por ende el proceso de compostaje es más lento; y debido al tamaño del sistema, no permite producir una cantidad considerable de compost, comparado con el sistema abierto tipo pila, todo esto es concluido según la revisión teórica realizada, para un huerta comunitaria multifuncional.

Para el proceso de vermicompostaje no influye significativamente si se realiza en tipo camas o bandejas; dependiendo de la cantidad de residuos que se generen se determinará el sistema de vermicompostaje a implementar ya que en los dos sistemas se pueden controlar las variables de igual manera, como son la temperatura, humedad y pH; y no afecta la degradación de los residuos orgánicos putrescibles ni la calidad del vermicompost, según la revisión teórica realizada. En este caso el diseño se realizara con camas.

En la revisión bibliográfica se identificaron los beneficios del vermicompost en diferentes cultivos y cómo influyen los tipos de residuos orgánicos en la calidad del vermicompost.

Para el diseño de la huerta, según la revisión bibliográfica realizada, se requiere establecer condiciones específicas como: la disponibilidad de luz que puede tener el espacio identificado, el acceso al agua, las corrientes de viento, el tipo de suelos y los sustratos para el cultivo, donde se quiere implementar la huerta.

Para la selección de alimentos a cultivar, se identificaron las especies según el consumo de los habitantes de la zona de estudio (ver tabla 9). Con esto se identificó teóricamente el tipo de siembra según especie.

Tabla 10. Tipo de siembra a realizar por cultivo.

CULTIVO	Siembra inicial en cama (C) Semillero (S)
Acelga	S
Ajo	C
Apio	S
Cebolla	S
Col	C
Espinaca	S
Lechuga	C
Pepino	S
Perejil	S
Puerro	S
Tomate	S
Zanahoria	C

Al momento de sembrar, se deben tener en cuenta las siguientes asociaciones de cultivos. Estas asociaciones fueron realizadas teniendo en cuenta la revisión teórica realizada (ver tabla 15).

También se identificaron mediante revisión teórica, los beneficios que trae la implementación de una huerta sobre la comunidad. La elaboración de huertas promueve la soberanía alimentaria a través de la organización comunitaria para la producción local de alimentos y en estas intervenciones son utilizadas tecnologías apropiadas para el cuidado del ambiente

9.4. Separación de residuos sólidos en la fuente

Después de realizar las capacitaciones previas sobre la separación en la fuente de los residuos sólidos domiciliarios, la población fue capaz de separar en bolsas blancas o transparentes los residuos orgánicos putrescibles y en bolsas negras los residuos ordinarios.

En las siguientes fotos, se muestra la recolección de los residuos orgánicos ya separados.

En la primera foto, se puede observar que la capacitación fue un éxito, ya que lograron separar adecuadamente los residuos que pueden ser usados para los procesos de compostaje y vermicompostaje.



Fuente: Tomadas por las autoras

9.5. Caracterización de los residuos sólidos putrescibles

9.5.1. Zonificación:

La zonificación distrital permite determinar áreas homogéneas o con características similares y delimitarlas gráficamente con fines de planificación. En este caso la zona fue escogida por el Jardín Botánico de Bogotá, Altos de la Estancia ubicada en la localidad de Ciudad Bolívar, situada en los cerros sur orientales de la sabana de Bogotá. Limita con las localidades de Bosa por el Norte, Sumapaz por el Sur, Tunjuelito por el Oriente y el municipio de Soacha por el Occidente.

Se determinó que los estratos de los que se tomaría muestras para realizar el estudio son:

9.5.2. Determinación de la población:

El grupo de interés fue conformado por integrantes de once (11) familias estrato uno (1) y dos (2); entre ellos adultos mayores, niños, amas de casa, desempleados y empleados temporales, quienes viven en el barrio Santo Domingo – Altos de la Estancia; a los cuales se les realizó las entrevistas.

Una vez determinada la población se tomó como referencia que en promedio cada familia la integra cinco (5) personas, dato que fue necesario para calcular la generación per cápita por persona.

9.5.3. Sensibilización y capacitación de la población seleccionada

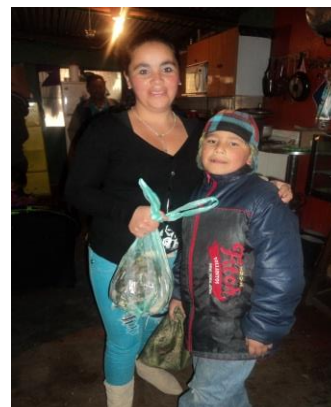
Las charlas fueron realizadas después de las entrevistas, en dos fases que se ejecutaron paralelamente. En la primera fase se desarrolló la capacitación de separación de residuos en la fuente, luego se realizaron las capacitaciones de manejo básico de huertas, producción y manejo de compostaje y vermicompostaje; estas se realizaron una vez por semana (sábado), por dos meses. Estas se efectuaron con una metodología de aprendizaje teórico-práctico con el fin de aprender haciendo las cosas;

también se les brindó material didáctico de separación de residuos en la fuente, compostaje y vermicompostaje, y manejo básico de huertas.

9.5.4. Toma de muestras

Se realizó la recolección de residuos orgánicos putrescibles, una vez a la semana por tres semanas, para determinar la cantidad total de residuos generados por la población en estudio.

La recolección dentro de las viviendas se hizo de forma independiente para los residuos de cocina. Dichos materiales fueron separados y depositados en bolsas negras; estos eran acumulados para ser entregados una vez por semana; los días lunes a las 8:00 am.



Fuente: Tomada por Carol Gómez

Se pesó cada bolsa de residuos recolectados semanalmente. En la tabla 9, se encuentra el tipo y la cantidad de residuo orgánico putrescible en libras (lb) y kilogramos (kg) recolectado.



Fuente: Tomada por Miguel Rodríguez

En las siguientes fotos, podemos observar la separación de residuos realizada. Se procedió a separar por restos de vegetales (cáscara de papa, cáscara de plátano, entre otros), restos de frutas y ameros; ya que eran los residuos más frecuentes.



Fuente: Tomada por las autoras

Los resultados de la recolección se encuentran en la tabla 11.

Tabla 11. Resultados de la recolección de residuos orgánicos putrescibles.

	Nombre	# personas por domicilio	# Niños	# Adultos	Semana I (kg)	Semana II (kg)	Semana III (kg)	Estado del residuo
1	Luz Bejarano	4	3	1	4	3	4	Sin pi
2	Rosalba Piñeros	4	2	2	4	3	3	Sin Pi
3	Josefina Suarez	6	2	3	3	3	2	Licua
4	Zenaida Fajardo	6	4	2	8	7	8	Sin pi
5	Mauricio Sánchez	13	11	2	5	5	4	Sin pi
6	Eulalia Quiroga	4	2	2	2	2	3	Sin pi
7	Libardo Rodríguez	2	2	2	2	2	3	Sin pi
8	María Isabel Ramírez	6	3	3	5	5	6	Sin pi
9	Diana Paola Alonso	4	2	2	2	2	2	Sin pi

10	Claudia Ramírez	3	2	1	3	3	2	Sin pi
11	Luz Mery García	5	2	3	5	4	5	Sin pi
Total					43	39	42	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11, se puede observar la cantidad de personas (adultos - niños) que habitan en cada vivienda, y la cantidad residuos orgánicos putrescibles producidos por cada familia semanalmente, el estado del residuo, también determina su peso; por ende, de las once (11) familias que participaron solouna llevó los residuos licuados; el resto de las familias separaban sin licuariesinpicar.

Los resultados por semana no son variables, en la primera semana la cantidad de residuos fue de 43Kg en la segunda semana se obtuvieron 39Kg y en la tercer semana 42Kg, obteniendo un promedio de 41,33Kg semanal. Esta metodología fue realizada para determinar la cantidad de residuos que se incorporarían al proceso de compostaje y de vermicompostaje para la huerta comunitaria multifuncional.

9.5.5. PPC

Kg recolectados: 41,33Kg semana.

No. Habitantes de vivienda: 5 personas.

PPC= Kg recolectados /No. Habitantes de vivienda

PPC= 8,266 kg semana

9.5.6. Composición física del residuo recolectado

En la tabla 12, se puede observar el promedio de la composición física de los residuos orgánicos recolectados durante las tres semanas de recolección realizadas.

Tabla 12. Caracterización de residuos orgánicos putrescibles recolectados

Tipo de Residuo	Peso	
	Kg	Lbs
Desechos de cocina	33	72,6
Desechos de verduras	0	0
Desechos cocinados	0	0
Desechos de café	3	6,6
Desechos de frutas	0	0
Tusas de maíz	10	22
Ameros		

Fuente: Elaboración propia

9.6. Diseño de la huerta comunitaria multifuncional

Se creó a partir de diversos manuales, sobre agricultura urbana, compostaje y vermicompostaje, una guía para la implementación de huertas, donde se encontrará toda la información para el diseño y la construcción de una huerta, con el fin de encontrar toda la información que se requiere en una sola guía, esta se empleó en el diseño de la prueba piloto de la Huerta Comunitaria Multifuncional (ver anexo 5).

9.6.3. Ubicación

Este diseño de huerta comunitaria multifuncional propuesto puede ser implementado en comunidades de estratos 1 y 2, con el fin de fortalecer su seguridad alimentaria.

Debido a que este diseño se creó con el fin de cubrir las necesidades alimentarias de estos estratos socioeconómicos, se tuvo en cuenta sus condiciones sociales, económicas y ambientales. Si se implementa en otro tipo de comunidades no se podrá aplicar esta metodología ya que cambian las condiciones de las comunidades.

9.6.4. Componentes de la huerta

- Zona de cultivo
- Zona de plantas medicinales
- Cerca viva con especies autóctonas
- Caseta de Herramientas
- Módulos de pilas de compostaje
- Camas de vermicompostaje
- Semilleros

9.6.5. Planificación de la Huerta Comunitaria Multifuncional: La planificación de la huerta permite establecer cada fase de los diferentes cultivos, desde la selección de semillas hasta su cosecha. Esta planificación se hizo con base en la Tabla de Información de Cultivos (TIC) y en la Planilla de Planificación de la Huerta (PPH).

9.6.5.1. Cultivos a sembrar: En Bogotá se pueden producir más de 60 especies vegetales entre hortalizas, granos, tubérculos, cereales, seudocereales, medicinales y especies frutales. Se eligió para cultivar, Acelga, Ajo, Apio, Cebolla, Col, Espinaca, Lechuga, Pepino, Perejil, Puerro, Tomate y Zanahoria, debido a que estas especies, en este piso térmico logran una mejor producción; también se tuvo en cuenta su valor nutricional y el consumo de estos alimentos en la comunidad.

9.6.5.2. Producción de alimentos: Se estimaron dos áreas para la elaboración del diseño la huerta, que pretende abastecer a las 11

familias que hicieron parte del proyecto; una teniendo en cuenta la herramienta de Excel Solver (tabla 13) y la otra priorizando los alimentos de acuerdo a su consumo (tabla 13), valor nutricional y tiempo de cosecha. Para esto se aplicó el formato PPH (ver anexo 6, hoja 2).

Tabla 13. Planilla de Planificación de la Huerta para once familias (ver anexo 6, hoja 2).

A	B	C	D	E	F	G	J
Cultivo a Sembrar	Superficie a Sembrar m ²	Distancia entre plantas (cm)	Nº max plantas por 10 m ²	Cantidad de plantas para la superficie a sembrar	Semillas para 10m ²	Canidad de semilla para superficie a sembrar	Rendimiento de cultivo
		Col. D	Col. E	= D x B x 0,1	Col. D	= F x B x 0,1	(kg)
Acelga	5,47	20	320	175,0	12	6,56	108,26
Apio	6,45	15	621	400,3	0,5	0,32	150,39
Cebolla	5,37	15	621	333,4	2,75	1,48	104,31
Col	2,88	46	53	15,3	0,25	0,07	30,00
Espinaca	1,28	20	320	40,9	5,5	0,70	5,90
Lechuga	2,73	25	201	54,8	0,4	0,11	26,91
Pepino	4,28	30	159	68,0	6	2,57	66,23
Perejil	0,70	23	248	17,3	0,6	0,04	1,77
Puerro	6,44	15	621	400,2	2,75	1,77	150,30
Tomate	2,62	53	35	9,2	0,12	0,03	24,82
Zanahoria	2,04	25	201	41,1	0,6	0,12	15,10
Total	40,25			1555,53		13,78	684,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Consumo Mensual. Seguridad Alimentaria.

Nº Familias	Total personas	Consumo mínimo de Hortalizas por persona al mes (kg)	Cantidad de alimentos requerida al mes por las 11 familias (kg)
11	57	12,0	684,0

Fuente: Elaboración propia.

Según la FAO y la OMS [30], una persona cómo mínimo debe consumir al día 400 g de hortalizas, al mes 12 Kg. Se realizaron los cálculos por familia, y en promedio se necesita 62,2 Kg de alimentos al mes para abastecer a una familia.

La herramienta Solver del programa Excel, calculó el área de cada cultivo teniendo cómo restricciones, que el área de cultivo fuera mayor a cero y que el rendimiento de todos los cultivos fuera igual a la cantidad de alimentos necesaria para abastecer a las 11 familias (ver tabla 11). Según esto para abastecer las 11 familias que hicieron parte del proyecto, se necesita mínimo un área de cultivo de 41,25 m², generando un rendimiento de cultivo por mes de 684 Kg.

El cálculo del área se realizó con base en la cantidad de alimentos que se producen de cada cultivo por un metro cuadrado, sin tener en cuenta que algunos alimentos se consumen más que otros. Por esto se realizó una priorización de los alimentos basado en los hábitos alimenticios de la comunidad (tabla 15).

Tabla 15. Planilla de Planificación de la Huerta para once familias. Priorización por consumo de alimentos (ver anexo 6, hoja 2.1).

A	B	C	D	E	F	G	J
Cultivo a Sembrar	Superficie a Sembrar m ²	Distancia entre plantas (cm)	Nº max plantas por 10 m ²	Cantidad de plantas para la superficie a sembrar	Semillas para 10m ²	Canidad de semilla para superficie a sembrar	Rendimiento de cultivo
		Col. D	Col. E	= D x B x 0,1	Col. D	= F x B x 0,1	(kg/m ²)
Acelga	6,50	20	320	208,0	12	7,80	128,66
Apio	1,50	15	621	93,2	0,5	0,08	34,99
Cebolla	3,10	15	621	192,5	2,75	0,85	60,23
Col	6,00	46	53	31,8	0,25	0,15	62,52
Espinaca	6,50	20	320	208,0	5,5	3,58	30,04
Lechuga	6,52	25	201	131,1	0,4	0,26	64,34
Pepino	5,00	30	159	79,5	6	3,00	77,41
Perejil	2,00	23	248	49,6	0,6	0,12	5,06
Puerro	5,50	15	621	341,6	2,75	1,51	128,27
Tomate	5,50	53	35	19,3	0,12	0,07	52,12
Zanahoria	5,50	25	201	110,6	0,6	0,33	40,65
Total	53,62			1464,96		17,74	684,28

Fuente: Elaboración propia

La otra forma de análisis fue realizada priorizando los alimentos que son más consumidos en la comunidad de estudio, y los que requieren menos tiempo de cosecha; de esto dependió la variación del área usada para sembrar. La priorización fue realizada de la siguiente manera:

- La acelga, la col, la espinaca y la lechuga, son los alimentos que según las entrevistas realizadas son de mayor consumo en la comunidad por sus bajos precios.
- El pepino, el puerro, el tomate, la zanahoria, tienen un valor nutricional alto, pero son menos consumidos que los alimentos nombrados anteriormente por su precio.
- El apio y el perejil, fueron incluidos como especies a sembrar por sus beneficios medicinales.

Según esto para abastecer las 11 familias, se requiere de 53,62 m², generando un rendimiento de cultivo por mes de 684,28 kg.

9.6.5.3. Asociación y rotación de cultivos: Para la asociación, se tuvo en cuenta los cultivos más favorables para cada uno [31]; y la rotación se realizó con base en la tabla TIC (ver anexo 6, hoja 1), que indica cómo

se comporta cada cultivo con respecto a los nutrientes del suelo, ver tabla 16. Según el requerimiento de nutrientes.

Tabla 16. Asociación y rotación de cultivos

Asociación y Rotación de Cultivos					Observaciones
Nombre	Asociación Favorable	Asociación 1	Rotación (1)		
			Asociación 2		
Ajo	Fresa, lechuga, remolacha, tomate, rosal, frutales	Pepino	Puerro	Apio	La rotación y la asociación de cada cultivo se realizó con base a la tabla TIC (Tabla de información de cultivos, columna Q), que indica como se comporta cada cultivo con respecto a los nutrientes del suelo. Tenemos que según el requerimiento de nutrientes, se clasifican en: Donantes (DON), Poca Extracción de Nutrientes (PEN), Poco Uso de Nitrógeno (PUN), Mucha Extracción de Nutrientes (MEN).
Apio	Coles, arveja, pepino, puerro, tomate	Puerro	Tomate	Perejil	
Cebolla	Col, fresa, lechuga, pepino, remolacha, tomate, zanahoria, manzanilla.	Col	Espinaca	Calendula	
Espinaca	Fresa, arveja de enrame, lechuga	Calendula	Col	Cebolla	
Lechuga	Ajo, alcachofa, calabaza, cebolla, col coliflor, espinaca, pepino, puerro, zanahoria	Zanahoria	Pepino	Apio	
Perejil	Papas, rosales, tomates.	Tomate	Acelga	Lechuga	
Acelga	Lechuga, cebolla, repollo, coliflor.	Lechuga	Ajo	Pepino	

Fuente: Elaboración propia

9.6.5.4. Cosecha: Para la planificación de la cosecha cada cultivo en tiempos y actividades, se utilizó un calendario de siembra, especificando la fecha de la actividad que se va a realizar, siembra en semillero, siembra directa, trasplante, inicio de cosecha y fin de cosecha. Al mes de cada siembra se realiza otra siembra del mismo cultivo para mantener cada mes la cosecha de cada uno (ver anexo 6, hoja 3).

9.6.5.5. Compostaje

Los residuos orgánicos disponibles según la caracterización fueron: restos de verduras, restos de frutas y amero.

Estos materiales no fueron suficientes para obtener una relación de carbono/nitrógeno adecuada, por ende se tuvo que adicionar papel periódico.

Se tiene que con 33 kg de desechos de verduras, 3 kg de desechos de frutas, 10 kg de ameros y 0,9 kg de papel periódico se obtuvo la fórmula ideal de producción de compost, ya que la relación de carbono y nitrógeno fue de **26,76**; esto indica que la contribución de Carbono/Nitrógeno es la adecuada, ya que la buena relación entre estos nutrientes, favorecerá el crecimiento y reproducción de los microorganismos, y para que el proceso inicie adecuadamente se debe tener una relación C/N de 20 a 30, y se obtuvo **26,76**.

Tabla 17. Contenido de Carbono: Nitrógeno del material a compostar.

CONTENIDO TOTAL CARBONO:NITROGENO	26,76550388
CALIFICACIÓN	<u>RECETA IDEAL!</u>

Fuente: Elaboración propia

El volumen ocupado por cada uno de los residuos es de: 0,0353 m³ desechos de verduras, 0,0032 m³ desechos de frutas, de 0,5297 m³ para el amero y de 0,00700 m³ papel periódico. Este volumen indica el espacio de acopio del material, antes de ser compostado.

Las dimensiones de la pila son dadas en la siguiente hoja de cálculo (ver anexo 8, dimensiones), con el volumen total del material a compostar, y arroja los siguientes resultados:

Tabla 18. Dimensiones de la pila a diseñar.

	LARGO (m)	BASE (m)	ALTURA (m)	AREA TOTAL (m²)
CUBO	0,832	0,832	0,832	0,691633122

Fuente: Elaboración propia

Por ende, el área total de cada pila va a ser de 0,691633122 m².

El siguiente resultado fue la cantidad de pilas a conformar, dependiendo de la cantidad de residuos disponibles. Esto se muestra en la tabla 17:

Tabla 19. Descripción del área a usar, para el proceso de compostaje.

CANTIDAD TOTAL [Kg/semana]	46,811
CANTIDAD POR PILA [Kg]	46
NÚMERO DE PILAS	1
ÁREA DISPONIBLE [m²]	20
ÁREA COMPOST [m²]	0,69
ÁREA PASILLO [m²]	0,62
ÁREA TOTAL COMPOST [m²]	1,32

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de residuos disponibles es de 46,811 kg/semana; esto nos indica que el número de pilas a conformar será de una (1) por semana, el área disponible para la zona de compostaje será de 20 m², el área por pila será de 0,69 m², el área de pasillo de la zona de compostaje tendrá 0,62 m², obteniendo un área total por pila será de 1,32 m².

Se armarán seis (6) módulos, para obtener una producción eficiente de compost, los cuales serán construidos dependiendo del área total de la huerta comunitaria multifuncional, los cuales abastecerán la huerta orgánica, y el restante podrá ser vendido. Se armará una pila (módulo) por semana; esto nos indica que el área total de los seis (6) módulos será de $7,92\text{m}^2$; se requerirá la construcción de otros seis (6) módulos, para obtener una aireación eficiente de todas las pilas, y que el proceso de descomposición del material sea más rápido. El área que ocuparán los doce (12) módulos, será de $15,84\text{m}^2$, el área restante que es de $4,16\text{m}^2$, será usada para el precompostaje del material orgánico recolectado, este precompostaje se realizará cuando no haya módulos para el montaje de pilas.

El manejo de estos doce (12) módulos, será como un sistema de transporte; ya que desde que se inicia con el primer montaje del módulo, se realizará un volteo a los ocho (8) días, para realizar una mezcla de los materiales y para generar mayor aireación, manteniendo un nivel óptimo de oxígeno, obteniendo una descomposición más rápida, ya que el oxígeno es necesario para que los microorganismos puedan realizar la descomposición. Luego se realizará los volteos cada quince (15) días para que el proceso de descomposición del material sea más rápido.

- **Producción:** Por cada 100kg de residuos orgánicos putrescibles, se producen 30kg de compost. En este caso tenemos que la generación de residuos orgánicos putrescibles es de 46kg semanalmente. El tiempo empleado para este proceso, es de aproximadamente tres (3) meses. Serán implementados seis (6) módulos de compostaje; por ende, la primera producción de compost por módulo será de 13,8 kg, donde se obtendrá una producción de 82,8 kg trimestral de compost por los seis (6) módulos, y de 331,2 kg anual.

9.6.5.6. Vermicompostaje

El diseño del tamaño de las camas de vermicompostaje, fue dado por la revisión bibliográfica realizada anteriormente (Anexo 7, vermicompostaje, caso 6). Esto indica que las dimensiones de la cama del diseño propuesto serán de $2 \times 1\text{m}$.

La cantidad de lombrices a incorporar a la cama, debe ser de una densidad de 10 kg, para llegar a una cosecha máxima de 20kg.

La cantidad de desechos diarios que se requieren es de 2,5kg, y por semana 17,5kg y 912kg por año. Se implementarán dos camas de vermicompostaje; las cuales requerirán 35kg semanales de residuos orgánicos, y 1824kg anuales.

- **Producción:** La cantidad de abono producido anualmente será de 228kg por cama; obteniendo una producción trimestral de 45,6kg. Ya que se implementará dos camas, la producción anual será de 456kg; donde se obtendrá una producción trimestral de 91,2kg.

Los residuos orgánicos usados para el proceso de vermicompostaje, serán obtenidos después de que se hallan armado los seis (6) módulos de compostaje, y se empiece a acopiar o a precompostar el material recolectado.

9.6.5.7. Uso del abono producido: La producción total de compost será de 331,2 kg/año; y de vermicompost de 456 kg/año, teniendo un total de 787,2 kg/año. Para el abastecimiento de la huerta es necesario 107,24 kg/año, teniendo en cuenta que por m² se necesitan 2 kg de abono. Teniendo un excedente de 679,96 kg/año, que se podrían comercializar.

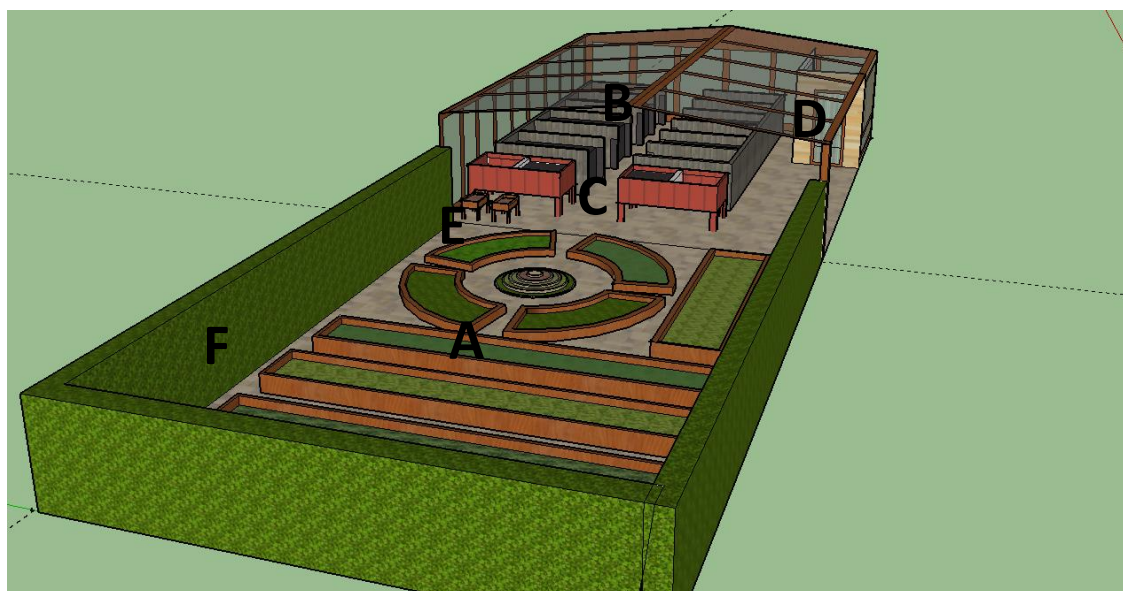
9.6.5.8. Diseño a escala de la huerta:

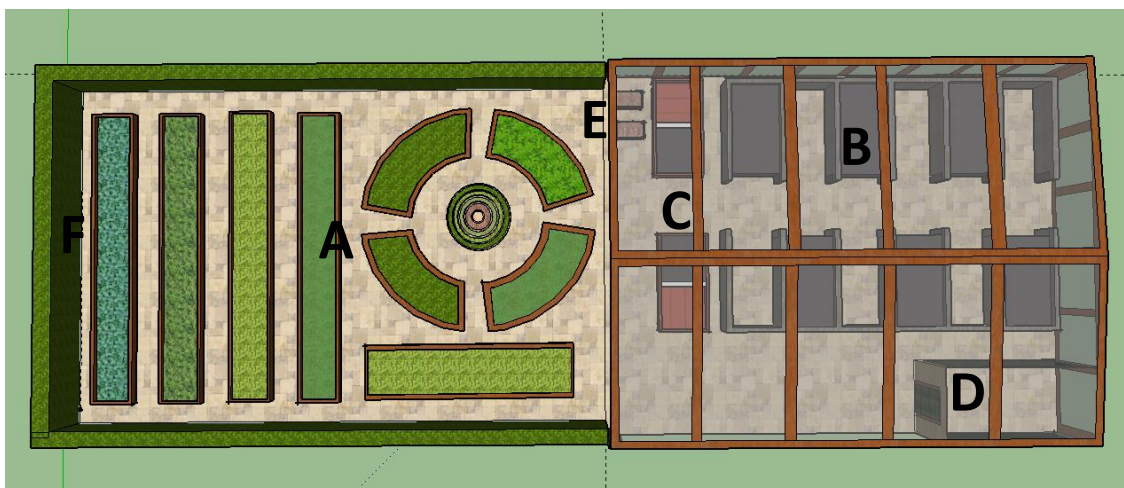
Se realizó un diseño de la huerta comunitaria, con el programa SketchUp (ver anexo 9), ubicando la zona de siembra, la zona de compostaje y zona de precompostaje, de vermicompostaje, y zona de herramientas. En la tabla 20 se muestra el área correspondiente a cada una.

Tabla 20. Elementos de la huerta

Zona	Espacio	Identificación
Cultivo	53,62 m ²	A
Precompostaje, Compostaje	42 m ²	B
Vermicompostaje	9 m ²	C
Herramientas	1 m ²	D
Semilleros	1 m ²	E
Cerco vivo	29 m (perímetro)	F

Imagen 4. Diseño de la huerta (ver anexo 9).





Fuente: Elaboración propia.

10. CONCLUSIONES

Es importante hacer un proceso técnico para la implementación de huertas, ya que en la mayoría de los casos no se implementa de manera adecuada. Realizar una huerta de manera tecnificada permite asegurarle a la comunidad un consumo mensual de alimentos, generando que la comunidad se apropie del proyecto, tenga un buen desarrollo y este se mantenga a largo plazo. Por medio de estos procesos técnicos, se puede encontrar áreas eficientes de cultivos, cantidad plantas a sembrar, cantidad de abono, entre otros. Esto permite que todos los procesos sean más controlados y se pueda generar una solución a un problema de seguridad alimentaria y ayudar a reducir enfermedades, debido a hábitos de consumo saludables.

En el desarrollo del proyecto se establecieron mecanismos de inclusión social para lograr el buen desarrollo de la huerta a largo plazo. Se realizó una metodología participativa de diagnóstico en agricultura urbana, que permitió incorporar 11 familias en un proceso participativo en la construcción de conocimiento. Ya que ellos tuvieron un papel importante en el desarrollo del proyecto, en la separación de residuos en la fuente y el uso de estos en el proceso de compostaje y vermicompostaje en la zona de la huerta multifuncional. Después de que se realizaron las capacitaciones sobre la separación en la fuente de los residuos sólidos domiciliarios, y el manejo básico de huertas, producción y manejo de compostaje y vermicompostaje; las familias separaron en bolsas blancas o transparentes los residuos orgánicos putrescibles y en bolsas negras los residuos ordinarios, aprendieron sobre el manejo básico de una huerta, y algunos ya conocían aspectos básicos de agricultura, ya que provenían de zonas rurales.

Se analizaron alternativas aplicables a huertas comunitarias multifuncionales, teniendo en cuenta aspectos técnicos, ambientales y sociales del lugar de estudio, para los procesos de compostaje, vermicompostaje e implementación de huertas.

Primero se analizaron alternativas para el proceso de compostaje con base en diferentes criterios de selección, se determinó que la mejor alternativa de compostaje es abierto tipo pila en módulos. Este sistema es de fácil construcción y permite un buen manejo y control de las diferentes variables como la aireación, la temperatura, la humedad y el pH. También, si se tiene un adecuado mantenimiento de la pila se evitará la aparición de vectores y olores. La construcción en módulos permite producir una mayor cantidad de compost en comparación con las otras alternativas; ya que permite compostar una cantidad considerable de residuos orgánicos putrescibles debido a su tamaño.

Luego se analizaron las técnicas de vermicompostaje y se determinó, con base en la revisión bibliográfica, que no influye significativamente si se realiza en tipo camas o bandejas; ya que en los dos sistemas se puede tener un buen control de variables; y no afecta la degradación de los residuos orgánicos putrescibles ni la calidad del vermicompost.

En la planificación de la huerta, se obtuvo que se deben tener condiciones específicas como lo son: la disponibilidad de luz que puede tener el espacio identificado, el acceso al agua, las corrientes de viento, el tipo de suelos y los sustratos para el cultivo.

Al tener una ubicación de la huerta, se identifican las especies según el consumo de los habitantes de la zona y las condiciones climáticas, para poder sembrar. Al momento de sembrar, es bueno tener en cuenta la asociación de cultivos, ya que consiste en sembrar varios tipos de plantas en un mismo lugar. Asociar diferentes hortalizas e incorporar plantas aromáticas y florales ayuda a prevenir plagas y enfermedades.

Cuando se realizó el diseño de la huerta, se implementó un plan de trabajo, que tuvo en cuenta las tareas, los recursos, que hortalizas plantar y sobre todo el uso que se le dará a los alimentos que se cosecharán.

Los componentes que fueron tenidos en cuenta en el diseño de la huerta fueron, la zona de cultivo, la zona de plantas medicinales, la cerca viva con especies autóctonas, la caseta de herramientas, los módulos de pilas de compostaje, las camas de vermicompostaje y semilleros. Los beneficios que trae la implementación de una huerta sobre la comunidad promueven o ayudan la soberanía alimentaria a través de la organización comunitaria para la producción local de alimentos y que además, se utilizan tecnologías apropiadas para el cuidado del ambiente.

Se realizó un diseño de una huerta comunitaria multifuncional que permitiera asegurar la alimentación de las 11 familias que hicieron parte del proyecto; ya que una persona como mínimo debe consumir al mes 12 kg de hortalizas, y en promedio se necesita 62,2 kg de alimentos al mes para abastecer a una familia. Se determinó, con la herramienta Solver, que para abastecer las 11 familias que hicieron parte del proyecto, se necesita mínimo un área de cultivo de 41,25 m², generando un rendimiento de cultivo por mes de 684 kg. También se analizó

priorizando los alimentos que más eran consumidos en la comunidad de estudio, y los que requieren menos tiempo de cosecha; de esto dependió la variación del área usada para sembrar. Según esto para abastecer las mismas 11 familias, se requiere de 53,62 m², generando un rendimiento de cultivo por mes de 684,28 kg.

El rendimiento de cultivo en los dos análisis es igual, la variación se encuentra en que el área de cultivo priorizando los alimentos es mayor, ya que los alimentos que más se consumen y que tienen mayor valor nutricional requieren más área; a pesar de que en la primera opción se necesita menos área, es mejor la segunda, ya que se ajusta a los hábitos alimenticios de la comunidad.

La generación de residuos orgánicos putrescibles es de 1380 kg al mes, estos se distribuirán entre compostaje y vermicompostaje; en compostaje aproximadamente se obtendrá una producción de 82,8 kg trimestral de compost por los seis (6) módulos, obteniendo anualmente 331,2 kg de compost, en un área de 42 m², teniendo en cuenta los otros 6 módulos para la aireación de las pilas. Y en el vermicompostaje la cantidad de abono trimestralmente, por las dos camas, será de 91,2kg, obteniendo anualmente 456 kg vermicompost, en un área de 9 m². La producción total de compost será de 331,2 kg/año; y de vermicompost de 456 kg/año, teniendo un total de 787,2 kg/año. Para el abastecimiento de la huerta es necesario 107.24 kg/año, teniendo en cuenta que por m² se necesitan 2 kg de abono. Teniendo un excedente de 679,96 kg/año, que se podrían comercializar, generando nuevos ingresos para las familias.

El área total requerida para el diseño de la huerta comunitaria multifuncional es de 82,62 m².

11. RECOMENDACIONES

- Cuando se requiere aprovechar una mayor cantidad de residuos orgánicos se recomienda implementar un sistema de compostaje mediante pilas; cuando se quiere producir una mayor cantidad de abono, se recomienda implementar vermicompostaje, ya que la velocidad de degradación de residuos es más rápida.
- El diseño planteado puede variar de acuerdo a las condiciones del lugar donde se quiera implementar, como lo es el área disponible. La metodología planteada anteriormente puede ser usada en diferentes zonas urbanas, dependiendo de las características socioeconómicas de la zona, y de la aceptación de la comunidad.
- Las ciudades tienden a densificarse y a crecer verticalmente, y no cuentan con grandes espacios. Se recomienda, implementar agricultura vertical o jardines verticales; esta técnica permite aprovechar los espacios que se tengan disponibles como jardines, azoteas, patios y balcones en la ciudad. Esto no contribuirá significativamente al adecuado abastecimiento de alimentos de una familia, pero si hará un aporte en el suministro de algunas hortalizas, plantas medicinales y de ornamentación.

Para los jardines verticales se tendrá la misma área de cultivo en terreno, como la agricultura tradicional, pero esta será duplicada por el diseño innovador que plantea esta nueva técnica de la utilización de muros verdes. Estos diseños requieren estudios previos para la implementación de cultivos, ya que uno de los principales factores de diseño es el tamaño de la raíz.

12. Bibliografía

- [1] Alcaldía de Bogotá, "Diagnostico de los aspectos fisicos, demograficos y socioeconomicos localidad Ciudad Bolivar," Bogotá, 2009.
- [2] Byron Calvachi Zambrano, "Los ecosistemas semisecos del altiplano cundiboyacense, bioma zonal singular de Colombia, en gran riesgo de desaparición," *Mutis. Revista Universidad Jorge Tadeo Lozano*, vol. 2, no. 2, pp. 26-59, 2012.
- [3] Fundación Hábitat Colombia, "Reasentamiento de familias localizadas en alto riesgo no mitigable en el sector de Altos de la Estancia, localidad de Ciudad bolivar," Bogotá , 2005.
- [4] Patricia Benitez Peñalosa, "Informe de visita fiscal situación Altos de la Estancia dirección sector gobierno fondo de prevención y atención de emergencias (Fopae)," Bogotá, 2013.
- [5] Solanyi Robles Joya, Impactos de reasentamiento por vulnerabilidad en áreas de alto riesgo, 2007.
- [6] Pratap Singh Rajeev, Singh Pooja, Araujo Ademir, and Sulaiman Othman, Management of urban solid waste: Vermicomposting a sustainable option , 2011.
- [7] Joaquín Moreno and Raul Moral, *Compostaje*, Joaquín Moreno and Raul Moral, Eds. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa, 2007.
- [8] Gladys Jaramillo and Lilia Zapata, Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia, 2008.
- [9] INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Instructivo para la producción de Compost Domiciliario, 2012.
- [10] Daniel Sztern and Miguel Pravia, Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos, Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud.

- [11] Jardín Botánico de Bogotá, "Guía de Trabajo. Talleres de Agricultura Urbana en el D.C," Bogotá, 2012.
- [12] Universidad de la Plata, "Producción y manipulación de alimentos sanos. Huertas Orgánicas," La Plata, .
- [13] Hu Enzhu and Liu Hong, Qualitative analysis of the stability of a continuous vermicomposting system, 2012.
- [14] Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior , "Guía de Lombricultura. Una alternativa de producción ," La Rioja, 2002.
- [15] Roberto Zoppolo, Stella Faroppa, Bellenda. Beatriz, and Margarita García, Alimentos de Huerta. Guía para la producción y consumo saludable, 2008, Organización Panamericana de la Salud.
- [16] Olga García, Proyecto de Fortalecimiento a la seguridad alimentaria y nutricional, 2010.
- [17] Alain Santandreu, "El diagnóstico Visual Rápido: Una metodología rápida, de bajo costo y participativa de diagnóstico en agricultura urbana," *Agricultura Urbana*, no. 5, p. Tópico 3, 2002.
- [18] Soliva Montserrat and Marga López, Calidad del compost: Influencia del tipo de materiales tratados y de las condiciones del proceso, 2004.
- [19] Organización Panamericana de la Salud, "Incubadoras. Uso, Desinfección y Mantenimiento," Washington D.C, 2005.
- [20] Lillian Frioni, "Procesos microbianos," Argentina, 1999.
- [21] H Castro and O Ledea, "Determinación de la bioactividad in vitro de la Polipatita," Ciudad de la Habana, 2011.
- [22] Instituto Colombiano Agropecuario, Resolución 00375 , 2004.
- [23] Corpoica, Uso de microorganismos con potencial como biofertilizantes en el cultivo de mora, 2008.
- [24] F Magdoff and R Weil, Soil Organic matter in sustainable agriculture, 2004.
- [25] Sandra Patricia Kalil Perdomo, Seguimiento del proceso de humificación en compost inoculado, 2007.

- [26] Jaramillo, Hena Gladys and María, Zapata, Márquez Liliana, *Aprovechamiento De Los Residuos Sólidos Orgánicos En Colombia*, 2008.
- [27] Ministerio de Desarrollo Economico, Reglamento tecnico de agua potable y saneamiento basico. RAS- 2000, 2000.
- [28] Donelan, Peter, *Cultivos de Semillas*, Tercera Edición en español ed. Willits, California, USA: Ecology Action, 2009.
- [29] Fernando Pia, *Huerta Organica Biointensiva*. Patagonia, Argentina: Ecology Action, 2005.
- [30] FAO; OMS. (2002) Organización mundial de la salud. [Online]. <http://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/es/>
- [31] Centro Agroecologico. Las Cañadas, "Producción de Hortalizas Orgánicas. Manual del Cultivo Biointensivo de Alimentos," Las Cañadas,.
- [32] FOPAE Fondo de Prevención y Atención de Emergencias, Estudio de caso de un proceso de reasentamiento por alto riesgo n Bogotá, D.C, Localidad Ciudad Bolivar, 2003.
- [33] FOPAE, Informe de visita fiscal. Situación Altos de la Estancia Ciudad Bolivar , 2013.
- [34] "Management of urban solid waste: Vermicomposting a sustainable option," *Recurses, Conservation and Recycling*, no. 55, pp. 719-729, February 2011.
- [35] Thais Lleó et al., "Home and vermicomposting as sustainable options for biowaste management," *Journal of Cleaner Production*, vol. 47, pp. 70–76, Mayo 2013.

Unsupported source type (Interview) for source Luz14.

Unsupported source type (Interview) for source Luz14.

- [37] Laura Barriga and Diana Leal, *Agricultura Urbana en Bogotá. Una evaluación externa-participativa*, 2011, Universidad del Rosario. Programa de Sociología.

- [38] Loracnis. Hernández, "LA agricultura urbana y caracterización de sus sistemas productivos y sociales, como vía para la seguridad alimentaria en nuestras ciudades. ," *Cultivos Tropicales*, pp. 13-25., 2006.
- [39] FAO, Apoyo a la Implementación del Plan de Acción Humanitaria para Colombia – Coordinación de las Actividades Agrícolas de Emergencia y Promoción de la Producción de Hortalizas en Medio Urbanos para los desplazados Internos en Colombia., 2006.
- [40] FAO, Perfil fr proyecto programa de agricultura urbana y periurbana y seguridad alimentaria en Bogota D.C, 2004.
- [41] CORPOICA, proyecto piloto para el fortalecimiento de los procesos pedagógicos y de innovación tecnológica orientados a la agricultura urbana en los colegios de la sabana de occidente, 2007.