

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MECANISMO DE APROVECHAMIENTO DE LOS
RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS PARA EL HOGAR INFANTIL
PERSONITAS DE TUNJA (BOYACÁ).**

CLAUDIA MILENA LÓPEZ CALLEJAS

JOSÉ MARINO LÓPEZ



**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
INGENIERIA AMBIENTAL**

TUNJA

2018

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MECANISMO DE APROVECHAMIENTO DE LOS
RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS PARA EL HOGAR INFANTIL PERSONITAS DE
TUNJA (BOYACÁ).**

CLAUDIA MILENA LÓPEZ CALLEJAS

JOSÉ MARINO LÓPEZ

Trabajo de grado como requisito para optar el título de Ingeniero Ambiental

Director Ing. Cesar Augusto Guarín Campo

Asesor Ing. Herman Leandro Hincapié

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
INGENIERIA AMBIENTAL**

TUNJA

2018

AGRADECIMIENTOS

Primero a Dios por permitirnos vivir esta maravillosa experiencia, a cada una de nuestras familias por el apoyo incondicional en esta etapa de nuestras vidas, a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por abrirnos las puertas y a cada uno de sus docentes, administrativos y las directivas de la institución por compartir sus conocimientos, por acompañarnos y guiarnos en nuestra formación personal y académica recalcando siempre la inclusión social.

A los Ingenieros Cesar Augusto Guarín Campo y Herman Leandro Hincapié por su apoyo, dedicación y orientación de forma incondicional en el desarrollo de este proyecto para nuestro crecimiento profesional.

A la institución Hogar Infantil Personitas de la ciudad de Tunja (Boyacá) y a toda su comunidad, por brindarnos el espacio, apoyo y compromiso con el desarrollo del proyecto.

A nuestros amigos y compañeros, y a todas las personas que de una u otra manera nos colaboraron.

A todos y cada uno de ustedes presentamos nuestros sinceros agradecimientos.

Claudia Milena López Callejas

José Marino López

DEDICATORIA

Es un orgullo para mí cumplir con esta etapa de mi vida y brindar a Dios, a mis padres Alcides López y María del Carmen Calleja, a mis Hermanos, por su apoyo incondicional y sus palabras de aliento. A nuestro Director Cesar Augusto Guarín Campo quien con su conocimiento asesoró y guió nuestro proceso. A mis amigos y compañeros de estudio, por sus palabras de aliento y motivación en los momentos difíciles.

A todos ellos mil gracias.

Claudia Milena López Callejas

A Dios por darme la vida, las bendiciones y la sabiduría para afrontar cada uno de los tropiezos y los obstáculos si tenemos Fe en él.

A mi madre María Nury, quien, con su amor, ayuda, apoyo incondicional y sacrificio, logro darme el arma más importante para defenderme y afrontar la vida, “mis estudios”, a mi abuela por inculcarme valores y deseos de superación. A mi hermana Durdis Yirley, a mi hermano Ricardo Andrés por su motivación y palabras de aliento; a mi sobrina Ana María por su amor, y a cada uno de mis familiares por su apoyo.

Al Ingeniero Cesar Augusto Guarín Campo, por su conocimiento y apoyo en el desarrollo del presente proyecto. A todos los demás profesionales de la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA y demás profesionales del Servicio Social Unadista-SISSU.

A mis amigos por los consejos y por alentarme en momentos de desánimo.

A todos mis infinitos agradecimientos

José Marino López

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	19
INTRODUCCION	23
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	26
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	27
2. JUSTIFICACIÓN	28
3. OBJETIVOS	30
3.1. Objetivo General	30
3.2. Objetivos Específicos	30
4. MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL Y LEGAL	31
4.1. MARCO TEÓRICO.....	31
4.2. MARCO CONCEPTUAL	39
4.3. MARCO LEGAL	44
5. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL HOGAR INFANTIL PERSONITAS.....	48
5.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DESTINADA PARA EL PICADO, COMPOSTAJE Y HUERTAS.	48
6. COMPOSTAJE	50
6.1. FASES DEL COMPOSTAJE	50
6.2. Principales parámetros de control en el proceso de compostaje	53

7. ANTECEDENTES.....	59
8. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	61
9. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	62
10. METODOLOGÍA.....	65
11. ANÁLISIS TÉCNICO	71
12. APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MEDIANTE EL COMPOSTAJE.....	75
12.1. CARACTERIZACIÓN, SEPARACIÓN, APROVECHAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN DE LOS DIFERENTES RESIDUOS ORGÁNICOS POR MEDIO DEL COMPOSTAJE.....	75
12.1.1. Caracterización:.....	75
12.1.2. Separación:.....	76
12.1.3. Aprovechamiento:.....	80
12.1.4. Transformación:	82
13. EJECUCIÓN DEL COMPOSTAJE COMO MECANISMO DE APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL HOGAR INFANTIL PERSONITAS.....	83
14. APROVECHAMIENTO DEL MATERIAL RECICLABLE.....	88
“ENVASES TIPO PET”	88
14.1. PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE HUERTOS VERTICALES	89
15. REGISTRO DE PESO Y TEMPERATURA.....	92

16. RESULTADOS Y ANÁLISIS OBTENIDOS	95
17. ANÁLISIS ECONÓMICO, FINANCIERO, SOCIAL Y AMBIENTAL.	104
17.1. ANÁLISIS ECONÓMICO.	104
17.2. ANÁLISIS FINANCIERO	106
17.3. ANÁLISIS SOCIAL	107
17.4. ANÁLISIS AMBIENTAL	108
18. CONCLUSIONES	110
19. RECOMENDACIONES.....	111
BIBLIOGRAFÍA.....	112
ANEXOS	124

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Ventajas y desventajas de los mecanismos de aprovechamiento.....	36
Tabla 2: Normatividad Aplicable al proyecto.	44
Tabla 3: Coordenadas de ubicación del Jardín Infantil Personitas.	63
Tabla 4: Cronograma de actividades.....	73
Tabla 5: Registro diario del peso(kg) de los residuos orgánicos cama 1.	92
Tabla 6: Registro diario del peso(kg) de los residuos orgánicos cama 2.	93
Tabla 7: Registro diario de la temperatura (°C) de la cama 1.	93
Tabla 8: Registro diario de la temperatura (°C) de la cama 2.	94
Tabla 9: Registro del compost y residuos después de tamizar cama 1.	99
Tabla 10: Registro del compost y residuos después de tamizar cama 2.	100
Tabla 11: Resultados de Humedad Cama 1.....	101
Tabla 12: Resultados de humedad Cama 2.....	102
Tabla 13: Registro de pH.....	103
Tabla 14: Análisis Económico.....	104
Tabla 15: Análisis Financiero.....	106

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1: Área exterior (frente).	48
Imagen 2: Área exterior (costado occidental).	49
Imagen 3: Disposición final de los residuos.	49
Imagen 4: Temperatura, oxígeno y pH en el proceso de compostaje.	53
Imagen 5: Proceso de compostaje que se lleva a cabo en la Universidad Nacional (UN) de la Orinoquía.	54
Imagen 6: Concentración de oxígeno en una pila de compost.	54
Imagen 7: Control de aireación.	55
Imagen 8: Contenido de humedad en la masa de compostaje.	56
Imagen 9: Evolución de la temperatura (-)* y pH (--)** durante las diferentes etapas del compostaje.	56
Imagen 10: Parámetros óptimos de temperatura.	57
Imagen 11: Parámetros óptimos de pH.	58
Imagen 12: Gama de colores pH.	58
Imagen 13: Parámetros de la relación Carbono/Nitrógeno (C/N).	59
Imagen 14: Mapa de ubicación del Hogar Infantil Personitas de Tunja, Boyacá.	63
Imagen 15: Estructura del Hogar Infantil Personitas.	64
Imagen 16: Corte de estivas.	68
Imagen 17: Armado de camas.	69
Imagen 18: Adecuación.	70
Imagen 19: Residuos generados en el área de la cocina.	76
Imagen 20: Capacitación “Tipos de Residuos”.	77
Imagen 21: Capacitación “Separación de residuos”.	77

Imagen 22: Residuos que se pueden utilizar para elaborar el compostaje.	79
Imagen 23: Punto ecológico.....	80
Imagen 24: Huertas verticales con envases Tipo PET.	81
Imagen 25: Pesaje de residuos o material orgánico.	84
Imagen 26: Triturado de residuos sólidos orgánico.	84
Imagen 27: Disposición de residuos en la cama.	85
Imagen 28: Prueba de puño.....	86
Imagen 29: Toma de temperatura.	87
Imagen 30: Envases tipo PET.	88
Imagen 31: Corte y perforación de envases tipo PET.....	90
Imagen 32: Armado de Huertas verticales.	90
Imagen 33: Llenado y siembra.....	91
Imagen 34: Riego y control de maleza.....	92

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica 1: Cantidad acumulada semanal de Residuos Sólidos Orgánicos.	95
Gráfica 2: Registro semanal de Residuos Sólidos Orgánicos mes Mayo.	96
Gráfica 3: Registro semanal de Residuos Sólidos Orgánicos mes Junio.	96
Gráfica 4: Registro temperatura (°C) cama 1.	97
Gráfica 5: Registro temperatura (°C) cama 2.	98
Gráfica 6: Registro peso del compost obtenido - cama 1.	99
Gráfica 7: Registro peso del compost obtenido - cama 2.	100
Gráfica 8: Registro de humedad obtenida.	102
Gráfica 9: Resultados de pH.	103

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Plano Hogar Infantil Personitas.	124
Anexo 2: Elaboración de la cama de compostaje.	125
Anexo 3: Planta zona de trabajo (zona frontal).	126
Anexo 4: Proceso de trabajo (zona lateral).....	127
Anexo 5: Siembra y cosecha.....	129
Anexo 6: Actividades desarrolladas en la producción de hortalizas.....	130
Anexo 7: Análisis de laboratorio.	133
Anexo 8: Bitácora de seguimiento del proyecto.....	134
Anexo 9: Formato de actividades de capacitación.....	136
Anexo 10: Registro de asistencia a capacitaciones.....	138

GLOSARIO

Abono orgánico: El abono orgánico abarca los abonos elaborados con estiércol de ganado, compost rurales y urbanos, otros desechos de origen animal y residuos de cultivos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

Actividad Microbiana: Indicador de la biomasa microbiana presente en el suelo, se desarrolla en función de factores intrínsecos y extrínsecos al Sistema suelo (Delgado, 2006).

Aeróbico: proceso que ocurre en presencia de oxígeno (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

Agricultura: Actividad de siembra, plantación y cosecha: incluye cultivos, producción animal y silvicultura (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2000).

Agricultura Orgánica: Sistema integral de producción agropecuaria, basada en prácticas de manejo ecológico, cuyo objetivo principal es alcanzar una productividad sostenida en base a la conservación y/o recuperación de los recursos naturales, restringiendo el uso de productos químicos (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2000).

Agricultura Sostenible: Permitir el uso de la naturaleza de los bienes y servicios que producen al mismo tiempo en un buen rendimiento económico, ambiental y social y gratificante camino, la preservación de los recursos para los próximos años y las generaciones futuras (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica., 2008)

Agricultura Ecológica: Es una propuesta que plantea un sistema diverso, interrelacionado, organizado equilibrado sobre el desarrollo de la agricultura desde sus inicios hasta la actualidad, sobre los problemas que genera el modelo industrial de producción: repercusión en la salud desequilibrio en los ecosistemas Implementando la agricultura ecológicas se obtienen soluciones

a muchos de los problemas planteados, desarrollando producción más ecológica, un comercio más justo y una alimentación saludable (Grupo de Cooperación Columela, 2006).

Aireación en el suelo: Es el abastecimiento de oxígeno para el buen desarrollo de los microorganismos y de las raíces de las plantas que posee el suelo (Araucaria, 2005).

Aprovechamiento: Es el proceso; Mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005).

Bacterias termófilas: Grupo de bacterias que pueden vivir, trabajar y multiplicarse durante el compostaje entre los rangos de temperatura de 40°C a 70°C (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

Biodegradación: Proceso de degradación o descomposición llevado a cabo por seres vivos (Montes, S.F.).

Biodegradable: Sustancia que puede ser descompuesta con cierta rapidez por organismos vivientes, los más importantes de los cuales son bacterias aerobias (Montes, S.F.).

Compostaje: Técnica para el tratamiento de componentes sólidos orgánicos basados en procesos de mineralización y transformación de materia orgánica producida por microorganismos aeróbicos (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2000).

Compost: Producto inocuo libre de efectos tóxicos que resulta del proceso de compostaje constituido por una material orgánica estabilizada donde se reconoce su origen (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2000).

Comparendo Ambiental: Entiéndase por comparendo ambiental la orden formal de notificación para que el presunto infractor se presente ante la autoridad competente (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2009).

Conservación: Es el uso y manejo técnico de un recurso a fin de mantener y mejorar las características propias del mismo (Presidencia de la Republica, S.F.).

Contaminación Ambiental: Introducir al medio cualquier factor que anule o disminuya la función biótica (Henaó & Zapata Márquez, 2008).

Descomposición: Degradación de la materia orgánica (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

Estiércol: Material orgánico empleado para fertilizar la tierra, compuesto generalmente por heces y orina de animales domésticos. Puede presentarse mezclado con material vegetal como paja, heno o material de cama de los animales. Aunque el estiércol es rico en nitrógeno, fósforo y potasio, comparado con los fertilizantes sintéticos sus contenidos son menores y se encuentran en forma orgánica. Puede aplicarse en mayor cantidad para alcanzar las cantidades que necesita el cultivo, pero en general, el nitrógeno es menos estable y está disponible por menos tiempo en el suelo. Es rico en materia orgánica, por lo que aumenta la fertilidad del suelo y mejora su capacidad de absorción y retención de agua (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

Fertilizantes: Productos químicos y materiales orgánicos que sirven para enriquecer el suelo y mejorar la producción (Presidencia de la Republica, S.F.).

Hortalizas: La Oficina de las Naciones Unidas Contra las Drogas y el Delito, define las hortalizas como plantas herbáceas cultivadas con fines de autoconsumo como también para su comercialización en mercados internos y externos, de esta manera tener ingresos adicionales para el hogar (Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito, S.F.).

Horticultura: Es el conjunto de conocimientos agronómicos aplicados a la producción de hortalizas, la cual abarca el estudio y aprovechamiento de las plantas (FAA-UNSE, 2003).

Huella Ecológica: Es una herramienta para establecer tanto el impacto de las actividades humanas sobre el ecosistema, como las medidas correctoras para paliar dichos impactos (ARDISA, S.F.).

Materia Orgánica: La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2013) define la materia orgánica como los residuos vegetales, animales y de microorganismos en distintas etapas de descomposición, células y tejidos de organismos del suelo y sustancias sintetizadas por los seres vivos presentes en el suelo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

Microorganismos: La FAO¹ los define como organismos vivos microscópicos (hongos, incluyendo levaduras, bacterias incluyendo actino bacterias, protozoos como nematodos etc.) (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

PET: (Polietileno Tereftalato). Materia prima derivada del petróleo, que se produce a partir del ácido tereftálico y etilenglicol, por poli condensación (Montes, S.F.).

Plaguicidas: Son sustancias destinadas a combatir plagas o pestes. Surgieron por la necesidad de manejar poblaciones de organismos nocivos para la sanidad humana, la de cultivos o frutos almacenados y la de animales domésticos (Plata, S.F.).

Residuos sólidos: Todo tipo de material orgánica o inorgánica y de naturaleza compacta, que ha sido desechado luego de consumen su parte vital (Minambiente, 2008).

Residuos Sólidos Orgánicos: Todo tipo de residuo, originado a partir de un ser compuesto de órganos naturales (Minambiente, 2008).

¹ FAO: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013)

Reciclaje: Operación de separar, clasificar selectivamente a los desechos para utilizarlos convenientemente. El término reciclaje se refiere cuando los desechos clasificados sufren una transformación para luego volver a utilizarse (Presidencia de la Republica, S.F.).

Reutilización: Toda operación en la que el envase concebido y diseñado para realizar un mínimo de circuitos o rotaciones a lo largo de su ciclo de vida, sea llenado o reutilizado con la misma finalidad con la que fue diseñado estos tipos de envases se consideraran residuos de envases cuando ya no se utilicen (Montes, S.F.).

Rotación de cultivos: Técnica conservacionista que consiste en cambiar de forma regular y sistemática los cultivos de un terreno a fin de mantener la fertilidad del suelo (Presidencia de la Republica, S.F.).

Separación en origen: Segregación y clasificación de los residuos en el sitio donde son generados, con el propósito de facilitar su reutilización posterior (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2000).

Suelo: Cuerpo natural tridimensional integrante de la corteza terrestre y que ocupa el segmento superior de éste en contacto con la atmósfera. Sustrato dominante mineral de origen lítico no consolidado y se constituye en hábitat natural de las raíces de los vegetales y de complejas comunidades bióticas (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2000).

SIGLAS

CO_2 : Dióxido de carbono.

CDI: Centro de Desarrollo Infantil.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

GTC24: Guía Técnica Colombiana de los Residuos Sólidos.

H.I.P: Hogar Infantil Personitas.

NTC: Norma Técnica Colombiana.

pH: Indicador del Grado de Acides o validad.

RAI: Revisión Ambiental Institucional.

RSO: Residuos Sólidos Orgánicos.

RSU: Residuos Sólidos Urbanos.

RSI: Residuos Sólidos Industriales.

RSR: Residuos sólidos Radiactivos.

RSH: Residuos Sólidos Hospitalarios.

RSP: Residuos Sólidos Peligrosos.

RSI: Residuos Sólidos Inertes.

SISSU: Sistema de Servicio Social Unadista.

RESUMEN

Los Impactos ambientales generados por el inadecuado manejo de los residuos sólidos orgánicos disparan en la sociedad la necesidad de diseñar métodos y estrategias que permitan una minimización de los residuos generados y con ello solucionar otros factores como la sustentabilidad económica de una población. El manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la ciudad de Tunja especialmente en el Hogar Infantil Personitas es nulo.

Con la implementación de un mecanismo para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en el hogar infantil personitas se pretende orientar y guiar al personal administrativo y de servicios generales en la elaboración del compostaje, obteniendo como resultado el compost, el cual es empleado en la producción de huertas urbanas sustentables, enfocadas en el aprovechamiento del material tipo PET como macetas ecológicas.

El presente trabajo se realizó teniendo como base los resultados obtenidos en la Revisión Ambiental Institucional (RAI), el cual permitió implementar el compostaje, como mecanismo de aprovechamiento de los RSO generados en la institución educativa (Hogar Infantil Personitas de Tunja Boyacá).

En primera medida se realizó un diagnóstico en el cual se identificó el tipo de residuos generados, el manejo a los mismos, y la cantidad generada semanalmente, con el fin de adecuar el lugar y diseñar las camas para la realización del compostaje.

En la segunda fase del proyecto se llevó a cabo la adecuación de las dos (2) áreas destinadas para la elaboración del compostaje y la siembra de hortalizas, en primera medida se realizó una limpieza de escombros y maleza presentes en las áreas establecidas, elaboración de las camas; capacitación teórica y práctica al personal administrativo y de servicios generales sobre el manejo de los residuos sólidos orgánicos, elaboración del compostaje, siembra y cuidado

de plantas; posteriormente se inició la recolección, pesaje y picado diario de los residuos sólidos orgánicos generados en el Hogar Infantil en un periodo de 40 días, distribuidos así: los primeros 20 días para la cama 1 y los 20 restante para la cama 2, para así establecer la cantidad generada semanalmente.

En la tercera fase, con la ayuda del personal administrativo, de servicios generales y algunos padres de familia se recolectaron los envases tipo PET los cuales fueron perforados y adecuados como macetas ecológicas de forma vertical para la siembra de hortalizas.

Como cuarta fase, se ejecutó el seguimiento y control al desarrollo del proceso del compostaje a tres parámetros: pH, humedad y temperatura; los cuales se registraban en cada volteo realizado al compostaje.

Durante la ejecución del proyecto, participaron padres de familia, profesoras y demás miembros de servicios generales del Hogar Infantil Personitas, y en algunas ocasiones estudiantes del programa Sistema de Servicio Social Unadista de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

PALABRAS CLAVES: Implementación, Mecanismo, Residuos sólidos, Compostaje, agricultura sostenible.

Abstract

The environmental impacts generated by the inadequate management of solid organic waste shoot in society the need to design methods and strategies that allow a minimization of waste generated and thereby solve other factors such as the economic sustainability of a population. The management and use of organic solid waste in the city of Tunja, especially in the Hogar Infantil Personitas, is null and void.

With the implementation of a mechanism for the use of organic solid waste generated in the children's home personitas is intended guide the administrative staff and general services in the preparation of composting, obtaining as a result the compost, which is used in the production of sustainable urban gardens, focused on the use of PET-type material as ecological pots.

The present work was based on the results obtained in the Institutional Environmental Review (RAI), which allowed the implementation of composting as a mechanism to take advantage of the RSO generated in the educational institution (Hogar Infantil Personitas de Tunja Boyacá).

First, a diagnosis was made in which I identify the type of waste generated, the handling thereof and the quantity generated weekly were identified. in order to adapt the place and design the beds for composting.

In the second phase of the project, the adequacy of the two (2) areas for the preparation of composting and planting of vegetables was carried out. In the first place a cleaning of debris and weeds in the established areas was carried out. elaboration of the beds; Theoretical and practical training for administrative and General Service personnel on the management of organic solid waste, Preparation of compost, sowing and plant care; Subsequently, the collection, weighing

and daily mincing began. Of the organic solid waste generated in the home childish. In a period of 40 days, distributed like this: the first 20 days for bed 1 and the remaining 20 for bed 2.

To set the amount generated weekly. In the third phase, With the help of administrative staff, general services and some parents, the PET type containers were collected, which were perforated and suitable as vertical ecological pots for the planting of vegetables.

As a fourth phase, the monitoring and control of the process of composting to three parameters was executed: pH, humidity and temperature; Which were recorded in each movement made to composting.

During the execution of the project, parents, teachers and other members of the General Services of the Hogar Infantil Personitas participated, and on some occasions students from the Unadista Social Service System of the National Open and Distance University (UNAD).

KEY WORDS: Implementation, mechanism, solid waste, composting, sustainable agriculture.

INTRODUCCION

El mal manejo de los residuos sólidos orgánicos en la ciudad de Tunja se genera debido al incremento de la población y por ende el aumento en el consumismo y con ello la generación de cantidades incontrolables de residuos, los cuales son trasladados al relleno sanitario de Pírgua, el cual cuenta con poca disponibilidad de espacio para la disposición de estos. A esto se suma la falta de conciencia ambiental, educación ambiental, valoración de los recursos naturales e interés por el bienestar social. Según información suministrada en el Foro Ambiental “Año del Agua y del Ambiente, Retos por una Boyacá Sustentable, Tunja desecha entre 17 y 18 Ton/día.

El hogar infantil Personitas de Tunja es una de muchas instituciones que generan residuos orgánicos, los cuales no reciben un manejo y aprovechamiento en la fuente antes de ser enviados al carro recolector del servicio público al cual se envían todo tipo de residuos sin un adecuado manejo, por tal motivo se decide implementar el compostaje como mecanismo de manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos generados en las diferentes actividades.

Muchas veces los residuos sólidos nos generan un rechazo inmediato, sin embargo, tenemos que convivir con ellos y no solo en nuestros hogares, sino también en las calles, en las carreteras, en los parques, en colegios y universidades; en fin, en cualquier lugar. Todo esto es el resultado de las diversas actividades que realiza el hombre en su diario vivir, generando una producción excesiva de desechos, los cuales se convierten en un inconveniente mayor a la hora de almacenarlos, disponerlos o eliminarlos.

Una de las principales problemáticas a las que se enfrenta la sociedad en las últimas décadas es el deterioro del medio ambiente a causa del mal manejo de los residuos que continuamente son generados. La mitigación, compensación y contingencia de los impactos

ambientales ha sido el instrumento clave para la puesta en marcha de sistemas o medios que garanticen la disminución del deterioro ambiental generado hasta el momento.

El mal manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos obliga al ser humano a enfocar nuevas estrategias o métodos donde se reduzcan los desechos generados diariamente y con estos emprender alternativas de ingreso económico a la comunidad. La implementación de Mecanismos de separación y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, aportan una transformación a los residuos como herramientas que permiten obtener un beneficio para la sociedad, generando recursos de desarrollo ambiental sostenible. Por ende, se implementa el compostaje como mecanismo de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos para el hogar infantil personitas de Tunja.

El aprovechamiento y valorización de los residuos es un compromiso de responsabilidad tanto de las autoridades ambientales, como de los entes territoriales y de la comunidad; Con el fin de salvaguardar y proteger el medio ambiente, con todos sus recursos naturales, renovables que se encuentran a disposición de los seres vivos que habitan el planeta (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

Los Impactos ambientales generados por el inadecuado manejo de los residuos sólidos disparan en la sociedad la necesidad de diseñar métodos y estrategias que permitan una minimización de los efectos producidos y con ello solucionar otros factores como la sustentabilidad económica de una población. Estas necesidades permiten implementar un mecanismo de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, dando a conocer e implementar soluciones reales que aborden una adecuada separación desde la fuente, los cuales brindan un beneficio a la institución, en la disminución de la cantidad de residuos, que finalmente son llevados y depositados en el relleno sanitario.

El conocimiento del lugar y el estudio de las áreas con las que se cuenta en la institución (Hogar Infantil Personitas de Tunja Boyacá) para la elaboración del compostaje, es la primera medida a tener en cuenta para un adecuado desarrollo del proyecto. Es necesario la capacitación al personal administrativo, cuerpo docente y de servicios generales sobre la manera adecuada de la separación y manejo de los residuos generados.

Teniendo los residuos sólidos orgánicos separados es apropiado realizar un aprovechamiento de estos mediante la desintegración biológica adquiriendo un producto de aprovechamiento como Abono Orgánico. El separar muy bien los residuos sólidos orgánicos desde la fuente pueden resultar muy favorable por cuanto uno de los requisitos para el éxito del proceso de compostaje es estar limpio de contaminantes externos, de manera que proporcionen una buena cantidad y calidad de nutrientes en el producto.

Finalmente sea catalogado como enmienda orgánica al producto resultante del proceso del compost el cual se emplea de complemento nutricional a las plantas y hortalizas que se cultivan en este lugar.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según el informe (Los desechos 2.0: Un panorama mundial de la gestión de desechos sólidos hasta 2050) presentado por el Banco Mundial, el mundo genera 2,01 billones de toneladas de desechos sólidos municipales al año, es decir 0,74kg generados por persona al día; teniendo en cuenta estos datos, para el año 2050 los R.S aumentan en 3,40 mil millones de toneladas, lo cual indica que aumentaran en un 70% (Woerden, Yao, Bhada-Tata, & Kaza, 2018). A nivel nacional, Colombia desecha 10.007.422 Ton/día según lo plantea el Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos-2017; de igual manera indica que el departamento de Boyacá elimina 561 Ton/día, esto quiere decir que se generan 0,74 a 0,85kg/día/hab. (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2018). Finalmente, la ciudad de Tunja desecha entre 17 y 18 Ton/día, según información suministrada en el Foro Ambiental “Año del Agua y del Ambiente, Retos por una Boyacá Sustentable.

El no manejo y aprovechamiento de los residuos orgánicos desde la fuente conlleva a la proliferación de vectores los cuales son portadores de brotes e infecciones que provocan alteraciones en la salud del ser humano, en el desarrollo de la fauna y flora y en la saturación de los rellenos sanitarios los cuales requieren de grandes extensiones de tierra para la elaboración de los taludes en los cuales se dispondrán todo tipo de residuos sin ser clasificados.

El inadecuado manejo de los residuos sólidos, generados en el Hogar Infantil Personitas de Tunja (Boyacá), demuestra la importancia de una separación que conlleve al mejoramiento de sus condiciones ambientales. La falta de conocimiento sobre la separación, aprovechamiento y manejo de estos residuos lleva al deterioro acelerado de los Recursos Naturales; es importante

aclarar que el residuo generado en cualquier tipo de institución sea pública o privada no cuenta con mecanismos eficientes en el manejo y el aprovechamiento de estos.

Con un adecuado manejo de los residuos sólidos (orgánicos), se pretende reducir el volumen que diariamente se lleva al relleno sanitario, contribuyendo a la protección, cuidado y preservación de los recursos naturales, evitando así que se incumpla la legislación ambiental y sanitaria; el cual nos establece crear e implementar el Comparendo Ambiental como instrumento de cultura ciudadana, sobre el adecuado manejo de residuos sólidos; previendo la afectación del medio ambiente y la salud pública, mediante sanciones pedagógicas y económicas a todas aquellas personas naturales o jurídicas que infrinjan la normatividad existente en materia de residuos sólidos; así como propiciar el fomento de estímulos a las buenas prácticas ambientales (Minambiente, 2008).

El trabajo en conjunto con las personas del Hogar Infantil, busca proyectar y orientar mediante un mecanismo de separación adecuada de los residuos sólidos orgánicos que lleven a su aprovechamiento, enfocados a la producción sostenible de huertas caceras, y que brinden beneficios a la población, tanto saludable como económico. Posteriormente se pretende concientizar a las personas de la comunidad del impacto de la huella ecológica que diariamente generamos las cuáles pueden ser opciones de mitigación adecuadas que permiten obtener eficiencia según sea el caso.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta el inadecuado manejo de los Residuos Sólidos Orgánicos se formula la siguiente pregunta:

¿El Hogar Infantil Personitas de Tunja realiza algún tipo de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en sus actividades diarias?

2. JUSTIFICACIÓN

El manejo y aprovechamiento eficiente de los residuos sólidos orgánicos aporta un cambio a la sociedad y al medio ambiente, permitiendo la reducción, proliferación de vectores, la conservación de los recursos naturales y disminuyendo la cantidad de suelo utilizado para la disposición de los R.S.O. También genera fuentes de ingreso económico y un giro en la producción agrícola, permitiendo un producto libre de químicos que garantiza el desarrollo saludable del ser humano y a nuestro ecosistema.

La ciudad de Tunja presenta baja capacitación en el enfoque, desarrollo y ejecución de separación y manejo de los Residuos Sólidos Orgánicos. Se pretende enfocar el compostaje como mecanismo de separación y aprovechamiento de los R.S.O., que son generados diariamente, y así garantizar la obtención de un producto como el abono orgánico; el cual será utilizado como sustrato para el trabajo con huertas caseras que implemente la comunidad del Hogar Infantil Personitas de Tunja.

La disposición que se tienen de los Residuos Sólidos Orgánicos (R.S.O.) aprovechables a nivel institucional tienen en su gran mayoría un destino final; y es el de llegar al Relleno Sanitario de Pírgua. Claramente estos residuos podrían tener otro destino final; separarlos, caracterizarlos y transformarlos; siendo una de las estrategias de esta investigación, la cual permitiría aprovecharlos y conferirles un valor agregado al final del proceso. En ese sentido, es importante determinar cuáles serán las acciones más adecuadas a seguir para el aprovechamiento de este tipo de residuos bajo las condiciones de producción del lugar y con ello priorizar los beneficios que otorga. (García & Josa rojas, 2015)

El compostaje como mecanismo de aprovechamiento de los R.S.O. permite ser un sistema de producción de compost el cual contribuye a la mitigación del impacto ambiental

generado por el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos, reemplazando en lo posible por abonos verdes, desechos orgánicos; todo ello para mantener la productividad del suelo y del cultivo proporcionando los nutrientes adecuados, sin agredir ni deteriorar el entorno y los consumidores de tales productos. Esta práctica permite producir alimentos con bajos costos que garantizan un producto orgánico en condiciones óptimas de nutrientes. Generalmente en la participación de la elaboración de las huertas y en sus diferentes actividades vinculadas con estas, se potencian la comunicación, la participación social y ambiental.

Finalmente, con el presente proyecto se pretende brindar jornadas de capacitación teórico práctica (ver anexo 9) y acompañamiento desde la formación y educación ambiental, contribuyendo a la solución de las diferentes problemáticas e impactos ambientales generados por el inadecuado manejo de los Residuos Sólidos Orgánicos en este Hogar Infantil.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Implementar el compostaje como un mecanismo de aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos para el Hogar Infantil Personitas de Tunja (Boyacá).

3.2. Objetivos Específicos

Realizar un diagnóstico de la situación actual de los residuos sólidos orgánicos, el almacenamiento y la disposición final de los mismos en el Hogar Infantil Personitas de Tunja.

Implementar el mecanismo de compostaje como alternativa para un mejor manejo de los residuos sólidos orgánicos que sean utilizados en las huertas urbanas sustentables para el hogar infantil personitas.

Promover el uso del compost como abono orgánico para las huertas caceras urbanas sustentables elaboradas en envases tipo PET para el Hogar Infantil Personitas de Tunja.

4. MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL Y LEGAL

4.1. MARCO TEÓRICO

El tema de los Residuos Sólidos Orgánicos, es algo complicado y contradictorio, ya que las personas generadoras de desechos; y la comunidad ve la necesidad de evitarlos para lograr así la preservación y conservación del medio ambiente.

(Henaó & Zapata Márquez, 2008) definen los residuos como “cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final”.

Según el Decreto 4741 de 2005, los residuos en general son considerados como “cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se genere en estado sólido, semisólido, líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó (Presidencia de la República de Colombia, 2005).

Manejo Integral de Residuos: Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social. (Henaó & Zapata Márquez, 2008).

Clasificación de los residuos sólidos (García & Josa rojas, 2015).

Los residuos se pueden clasificar de varias formas, por estado, origen o por el tipo de manejo que se les debe dar.

Clasificación por estado: Sólido, líquido y gaseoso.

Líquidos: Son todos aquellos desechos líquidos provenientes de actividades domésticas e industriales realizadas por los seres humanos, como: uso de lavado de vehículos, procesos industriales, sistemas hidrosanitarios; que su destino final resulta en un cuerpo de agua.

Gaseosos: Son todas aquellas emisiones gaseosas directas a la atmosfera, producidas por la utilización de automóviles, calderas y otros procesos industriales que generan algún tipo de descarga a la atmosfera.

Sólidos: Son aquellos residuos que provienen de restos de productos de origen orgánico, son biodegradables (se descomponen naturalmente). Se pueden desintegrar o degradar rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: los restos de comida, frutas y verduras, cascaras de huevos, hunches de café, etc.

Clasificación por origen: Urbanos, industriales, radioactivos, mineros, hospitalarios.

Residuos Sólidos Urbanos (R.S.U.): Son aquellos generados en los domicilios particulares, comercio, oficinas, viviendas, edificios y multifamiliares; también pertenecen a este grupo los desechos de podas de parques y jardines. La naturaleza de estos R.S.U tenemos (comida, papel, cartón, plástico, textiles, cuero, madera, aluminio).

Residuos Sólidos Industriales (R.S.I.): Estos provienen principalmente de la manufactura o procesos de transformación de la materia prima. Tienen como su principal

naturaleza (aluminio, cartón, papel, plástico, maderas, vidrio, metales, residuos orgánicos y residuos especiales).

Residuos Sólidos Radiactivos (R.S.R.): Es aquel residuo o desecho que, por sus características corrosivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Se considera residuo o desecho peligroso: Envases, empaques, embalajes que hayan tenido contacto directo con estos residuos.

Residuos Sólidos Hospitalarios (R.S.H.): Estos son catalogados por lo general como residuos peligrosos de origen biológico o no, que constituyen un peligro potencial, por ejemplo: material médico infeccioso, residuo radiactivo, ácidos y sustancias químicas corrosivas, y los anatomopatológicos, etc.

Clasificación por tipo de manejo: Peligrosos e inertes.

Residuos Sólidos Peligrosos (R.S.P.): Son aquellos producidos por el generador con algunas de las siguientes características: infecciosas, combustibles, inflamables, explosivas, reactivas, volátiles, corrosivas y/o tóxicas, que pueden causar daño a la salud humana y/o al medio ambiente.

Residuos Sólidos Inertes (R.S.I.): No produce efectos al interactuar con el medio ambiente, lo cual no permiten su descomposición ni su transformación en materia prima y su degradación natural requiere de grandes periodos de tiempo ejemplo: icopor, papel carbón y algunos plásticos.

Residuos sólidos orgánicos y su clasificación.

(Henaó & Zapata Márquez, 2008), definen y clasifican los residuos sólidos de la siguiente manera:

Definición: “Son aquellos residuos que provienen de restos de productos de origen orgánico, la mayoría de ellos son biodegradables (se descomponen naturalmente). Se pueden desintegrar o degradar rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: los restos de comida, frutas y verduras, carne, huevos, etcétera, o pueden tener un tiempo de degradación más lento, como el cartón y el papel”.

Clasificación: Teniendo en cuenta las diferentes formas que existen de clasificación de los residuos sólidos orgánicos, es importante saber que las dos más conocidas están vinculadas con su fuente de generación y con su naturaleza y/o características físicas.

Según su fuente de generación: Los residuos sólidos orgánicos según su fuente de generación se clasifican en:

Residuos sólidos orgánicos provenientes del barrido de las calles: consideramos dentro de esta fuente a los residuos almacenados también en las papeleras públicas; su contenido es muy variado, pueden encontrarse desde restos de frutas hasta papeles y plásticos. En este caso, sus posibilidades de aprovechamiento son un poco más limitadas, por la dificultad que representa llevar adelante el proceso de separación física.

Residuos sólidos orgánicos institucionales: residuos provenientes de instituciones públicas (gubernamentales) y privadas. Se caracteriza mayormente por contener papeles y cartones y también residuos de alimentos provenientes de los comedores institucionales.

Residuos sólidos de mercados: son aquellos residuos provenientes de mercados de abastos y otros centros de venta de productos alimenticios. Es una buena fuente para el aprovechamiento de orgánicos y en especial para la elaboración de compost y fertilizante orgánico.

Residuos sólidos orgánicos de origen comercial: son residuos provenientes de los establecimientos comerciales, entre los que se incluyen tiendas y restaurantes. Estos últimos son la fuente con mayor generación de residuos orgánicos debido al tipo de servicio que ofrecen como es la venta de comidas. Requieren de un trato especial por ser fuente aprovechable para la alimentación de ganado porcino (previo tratamiento).

Residuos sólidos orgánicos domiciliarios: son residuos provenientes de hogares, cuya característica puede ser variada, pero que mayormente contienen restos de verduras, frutas, residuos de alimentos preparados, podas de jardín y papeles. Representa un gran potencial para su aprovechamiento en los departamentos del país².

² (Henaó & Zapata Márquez, 2008)

Tabla 1: Ventajas y desventajas de los mecanismos de aprovechamiento.

TABLA COMPARATIVA DE MECANISMOS DE APROVECHAMIENTO		
Mecanismo de aprovechamiento	Ventajas	Desventajas
Compostaje	<p>Mejora de las propiedades físicas del suelo: Contribuye favorablemente a mejorar la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo. Los suelos pesados serán más permeables. Los suelos ligeros más compactos. Aumenta la permeabilidad hídrica y gaseosa, y contribuye a aumentar la capacidad de retención hídrica del suelo mediante la formación de agregados (Negro, y otros, s.f.).</p>	<p>Inversión inicial. Disponibilidad de terreno: La importancia de tener un lugar adecuado que brinde las condiciones necesarias para la elaboración del compost pueden llegar a ser un impedimento para el desarrollo de la actividad (Escuela de Ingeniería y Medio Ambiente, s.f.).</p> <p>Climatología adecuada: La desintegración del compost es mucho más eficiente y rápida en condiciones más cálidas que en condiciones frías (Negro, y otros, s.f.).</p> <p>Las de valor fertilizante: El compost es considerado un fertilizante de bajo contenido de nitrógeno. Cuando presenta estas condiciones se debe a la pérdida de nitrógeno a causa del inadecuado manejo en el proceso (Negro, y otros, s.f.).</p>
	<p>Mejora las propiedades químicas: Aporta macronutrientes como: N, P, K, Ca, Mg y S; además aporta micronutrientes como: Fe, Zn, Mn, B, Cu, Mo y Cl, en pequeñas cantidades. Mejora la capacidad de intercambio de cationes del suelo (Negro, y otros, s.f.).</p>	
	<p>Mejora la actividad biológica del suelo: Actúa como fuente de energía y nutrición para los microorganismos presentes en el suelo. Una población microbiana activa es índice de un suelo fértil, favoreciendo el estado sanitario de los órganos subterráneo (Negro, y otros, s.f.).</p>	

Lombricompuesto
Propiedades Químicas:

Potencializa los cultivos al incrementar la disponibilidad de: Nitrógeno, Fósforo y Azufre.

Inactiva los residuos de plaguicidas.

Evita el crecimiento de hongos y bacterias patógenas (Díaz, Guía de Lombricultura, 2002).

Propiedades Físicas:

Aumenta la porosidad, permeabilidad y aireación de suelo, permitiendo la infiltración y retención del agua.

Reduce la densidad aparente de los suelos pesados y compactados.

Reduce la erosión del suelo (Díaz, Guía de Lombricultura, 2002).

Propiedades Biológicas:

Estimula la inactividad, neutraliza sustancias tóxicas como restos de herbicidas e insecticidas.

Controla el dumping o mal de almácigos: por su activa vida microbiana y su pH cercano a 7, no permite el desarrollo de hongos patógenos.

Incentiva la actividad microbiana.

Se incrementa y diversifica la flora microbiana (Díaz, Guía de Lombricultura, 2002).

A nivel comercial, contar con un mayor volumen de material orgánico.

A nivel familiar, separación de residuos.

Mano de obra, por lo menos una hora diaria.

Poca difusión de las propiedades y beneficios del producto.

Se requieren mucha cantidad del producto para la producción de cultivos semiextensivo y extensivos (López & Scibona, 2001).

Pirólisis

Se genera una fracción líquida fácil de manejar, transportar y almacenar (excepto los líquidos por su alto poder corrosivo y viscosidad).

Reducción de emisiones a la atmósfera al ser un proceso cerrado.

Admite como combustible (alimentación) material residual de otros procesos.

No genera gases contaminantes como óxidos de nitrógeno y azufre, los que se producen en la combustión.

Todos los productos o subproductos generados pueden ser reutilizados (transforma muchos procesos lineales en cíclicos).

El proceso es autosuficiente con respecto a la energía (Agro Waste, s.f.)³.

Requiere una alta inversión para la instalación.

La alimentación requiere pretratamiento para que se introduzca material homogéneo y con humedad adecuada que no afecte al rendimiento.

Requiere cuidado en la operación para no obtener productos no deseados (CEGESTI, 2014)⁴.

Los hidrocarburos líquidos deben ser sometidos a un proceso de refinado.

Menor rendimiento de los combustibles derivados de la biomasa respecto de los combustibles fósiles.

La reducción de volumen en la Pirólisis es menor a la que se obtiene por combustión directa.

Costos altos de los hornos pirolíticos.

Requiere operaciones de mantenimiento para las cenizas (Agro Waste, s.f.) (CEGESTI, 2014).

Fuente: El autor.

³ AGROWASTER.

⁴ CEGESTI.

4.2. MARCO CONCEPTUAL

De acuerdo a la Política para la Gestión de Residuos (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 1983), el aprovechamiento se entiende como el conjunto de fases sucesivas de un proceso, cuando la materia inicial es un residuo, entendiéndose que el procesamiento tiene el objetivo económico de valorizar el residuo u obtener un producto o subproducto utilizable.

La maximización del aprovechamiento de los residuos generados y en consecuencia la minimización de las basuras, contribuye a conservar y reducir la demanda de recursos naturales, disminuir el consumo de energía, preservar los sitios de disposición final y reducir sus costos, así como a reducir la contaminación ambiental al disminuir la cantidad de residuos que van a los sitios de disposición final o que simplemente son dispuestos en cualquier sitio contaminando el ambiente. (Aristizabal & Sáchica, 2001).

Este marco comprende la contextualización de los términos utilizados en el desarrollo de la presente propuesta, para que el lector pueda acceder de una manera más explícita al contenido del trabajo.

Abono orgánico: Sustancia de origen natural procedente de los seres vivos, que aporta al suelo y las plantas nutrientes para su buen desarrollo y crecimiento (Henaó & Zapata Márquez, 2008). Otros autores como (Meléndez & Soto, 2003) lo definen como toda materia de origen orgánico utilizado para fertilización de cultivos o como mejoras del suelo.

Agricultura: Proviene del latín ager, agri (campo) y cultura (cultivo). Según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, es un conjunto de actividades y conocimientos desarrollados por el hombre, destinados a cultivar la tierra y cuya finalidad es

obtener productos vegetales (como verduras, frutos, granos) para la alimentación del ser humano (Real Academia Española, 2018).

Agricultura urbana: según la FAO se refiere a pequeñas superficies que se encuentran dentro de la ciudad y están especialmente destinadas a la producción menor de cultivos agrícolas; proporcionando empleo e ingresos para las mujeres pobres y otros grupos desfavorecidos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019).

Agricultura orgánica: La agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que trata de cambiar algunas de las limitaciones encontradas en la producción convencional. Más que una tecnología de producción, la agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que se fundamenta no solamente en un mejor manejo del suelo y un fomento al uso de insumos locales, pero también un mayor valor agregado y una cadena de comercialización más justa (Soto, 2003)

Almacenamiento o almacenaje: Es el depósito temporal de los residuos sólidos en contenedores previos a su recolección, picado y disposición final.

Biofertilizantes: Fertilizantes que aumentan el contenido de nutrientes en el suelo o que aumentan la disponibilidad de los mismos. Entre estos el más conocido es el de bacterias fijadoras de nitrógeno como *Rhizobium*, pero también se pueden incluir otros productos como micorrizas, fijadoras de nitrógeno no simbióticas, etc. (Pulgarín & Farfán Valencia)

Biofermentos: Fertilizantes en su mayoría para uso foliar, que se preparan a partir de fermentaciones de materiales orgánicos. En el país son de uso común los biofermentos a base de excretas de ganado vacuno, o biofermentos de frutas (Meléndez & Soto, 2003)

Compostaje: (Henaó & Zapata Márquez, 2008) lo definen como un proceso natural y bioxidativo, en el que intervienen numerosos y variados microorganismos aerobios que requieren una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, implica el paso por

una etapa termófila dando al final como producto de los procesos de degradación de dióxido de carbono, agua y minerales, como también una materia orgánica estable, libre de patógenos y disponible para ser utilizada en la agricultura como abono acondicionador de suelos sin que cause fenómenos adversos.

Compost: Proceso biológico controlado de transformación de la materia orgánica a humus a través de la descomposición aeróbica. Se denomina COMPOST al producto resultante del proceso de compostaje (Meléndez & Soto, 2003).

Lombricultivo: Es una biotecnología que utiliza a una especie domesticada de lombriz, como una herramienta de trabajo que recicla todo tipo de materia orgánica obteniendo como fruto de este trabajo humus, carne y harina de lombriz; Las heces de la lombriz (humus) son ricas en nutrientes, ya que contienen cinco veces más nitratos que el suelo, 11 veces más potasio y, lo que es más importante, 7 veces más fósforo intercambiable y 3 veces más magnesio intercambiable, lo que favorece notablemente la asimilación de los nutrientes por las plantas (Herrera, Sanchez Suarez, & Restrepo Gutiérrez, 2011).

Pirolisis: Se llama pirolisis o destilación seca a un proceso físico – químico que transforma la materia orgánica en productos de alto contenido energético. Este proceso obtiene productos sulfurosos gaseosos, líquidos y sólidos, útiles como carburantes y como materias primas químicas (Aristizabal & Sáchica, 2001).

Residuo o desecho sólido: Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición

final. Los residuos se dividen en aprovechables y no aprovechables. Igualmente, se consideran como residuos aquellos provenientes del barrido de áreas públicas (DECRETO 1713, 2002).

Residuo sólido aprovechable: Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo (DECRETO 1713, 2002).

Residuo sólido no aprovechable: Es todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. Son residuos sólidos que no tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición (DECRETO 1713, 2002).

Reciclaje: Este proceso consiste en volver a utilizar materiales que fueron desechados, y que aún son aptos para elaborar otros productos o re fabricar los mismos. Algunos ejemplos de los materiales reciclables son los metales, el vidrio, el plástico, el papel, el cartón entre otros. Este proceso tiene como objetivo principal la reducción de la cantidad de residuos que hay que eliminar, el de utilizar la basura reciclada como materia prima y como ahorro de energía, disminuyendo así el consumo de materias primas vírgenes y el de combustibles no renovables como el petróleo, y finalmente la protección al medio ambiente (Aristizabal & Sáchica, 2001).

Recipientes: Pueden ser muy variados; podemos utilizar materas, mesas de cultivo, recipientes a partir de materiales reciclados o construirlos nosotros mismos utilizando bloques, madera u otros materiales (Diputación de Alicante).

Sustrato: (Pardo, Muñoz Muñoz, & Daza Matacea, 2017), lo definen como “mezcla de fibras naturales, en algunos casos humus de lombriz y minerales de origen natural”. Es considerado

como un elemento de vital importancia para el crecimiento y posterior desarrollo de la raíz de las plantas; el cual sirve como depósito de nutrientes y estabilidad, (Pardo, Muñoz Muñoz, & Daza Matacea, 2017).

Semillas: Es definida por Doria (2010) como el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas (Doria, 2010).

Separación en la fuente: Es la clasificación de los residuos sólidos en el sitio donde se generan para su posterior recuperación (DECRETO 1713, 2002).

Tratamiento: Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos sólidos incrementando sus posibilidades de reutilización o para minimizar los impactos ambientales y los riesgos para la salud humana (DECRETO 1713, 2002).

4.3. MARCO LEGAL

La legislación ambiental de un país, se considera indispensable a la hora de plantear nueva normatividad que regulen, preserven y salvaguarden el bienestar del medio ambiente y por ende la salud de la comunidad. A continuación, se destacan las normas Nacionales que se han designado bajo el marco jurídico y técnico señalando la importancia del manejo y aprovechamiento de los R.S.O.

Tabla 2: Normatividad Aplicable al proyecto.

NORMA	DESCRIPCIÓN DE LA NORMA
	LEYES
Ley 9 de 1979	<p>Por la cual se dictan medidas sanitarias.</p> <p>Contempla normas sumadas con la protección del ambiente y la salud humana.</p>
Ley 99 de 1993	<p>Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.</p>
Ley 1259 de 2008	<p>Por medio de la cual se instaure en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de</p>

aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones".

DECRETOS

Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

Decreto – Ley 2811 de 1974

PARTE IV: de las normas de preservación ambiental relativas a elementos ajenos a los recursos naturales.

TÍTULO III: de los residuos, basuras, desechos y desperdicios.

Artículo 34 y 36.

Decreto 2104 de 1983

Por el cual se reglamenta parcialmente el [Título III de la Parte IV del Libro I del Decreto - Ley 2811 de 1974] y los [Títulos I y XI de la Ley 9 de 1979] en cuanto a residuos sólidos.

Decreto 1713 de 2002

Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.

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.

Decreto 1140 de 2003

Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento, y se dictan otras disposiciones.

Decreto 4741 de 2005

Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.

RESOLUCIONES**Resolución 1045 de 2003**

Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones.

Resolución 00150 de 2003 (ICA)

Por la cual se adopta el Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia.

Resolución 0477 de 2004

Por la cual se modifica la Resolución 1045 de 2003, en cuanto a los plazos para iniciar la ejecución de los Planes de Gestión Integral de

Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA

Gestión ambiental. Residuos Sólidos.

GTC 24

Guía para la Separación en la fuente.

Gestión ambiental, residuos. Guía para la recolección selectiva de residuos sólidos.

GTC 35

Su principal objetivo es brindar “pautas para efectuar una recolección selectiva como parte fundamental en el proceso que permite mantener la calidad de los materiales aprovechables”.

GTC 86

Guía para la Implementación de la Gestión Integral de Residuos Sólidos GIRS.

GTC 53-7

Guía para el Aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos no Peligrosos.

Fuente: El autor

5. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL HOGAR INFANTIL

PERSONITAS

5.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DESTINADA PARA EL PICADO, COMPOSTAJE Y HUERTAS.

Teniendo en cuenta los resultados de la RAI, el jardín dispone de dos (2) lugares que se encuentran ubicados en las siguientes áreas: Primera, en la parte del frente con un área de 34 m² y que estaba destinada para la siembra de plantas ornamentales (ver imagen 1),

Imagen 1: Área exterior (frente).



Fuente: El autor

La segunda área se destinó para realizar el picado, compostaje y la implementación de las huertas verticales con material tipo PET como macetas ecológicas para la siembra de las hortalizas, esta se encuentra en la parte exterior izquierda con un área de 45,1 m² es un espacio descubierto con cerramiento en malla (ver imagen 2).

Imagen 2: *Área exterior (costado occidental).*



Fuente: El autor

La disposición final de estos residuos que se generan en el Jardín, se realiza en un área interna (patio interno), es un espacio cubierto, como se puede observar en la imagen 3 disposición final de los residuos.

Imagen 3: *Disposición final de los residuos.*



Fuente: El autor

6. COMPOSTAJE

Teniendo en cuenta la “Guía Técnica para el Aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos a Través de Metodologías de Compostaje y Lombricultura”, y los fundamentos teóricos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO⁵), este se define como un proceso biológico aerobio de degradación de materia orgánica que bajo condiciones de aireación, humedad y temperatura controladas y combinando fases mesófitas (temperatura y humedad media) y termófilas (temperatura superior a 45°), enfriamiento y de maduración, transforma los residuos orgánicos degradables en un producto estable e higienizado (Negro, y otros, s.f.); para generar el abono orgánico llamado *compost* (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014)⁶ (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

Igualmente, la Norma Técnica Colombiana NTC-5167 define el compostaje como un proceso de oxidación aerobia de materiales orgánicos que conduce a una etapa de maduración mínima (estabilización), se convierten en un recurso orgánico estable y seguro para ser utilizado en la agricultura (Norma Técnica Colombiana , 2004)

6.1. FASES DEL COMPOSTAJE

En el proceso de compostaje se pueden definir diferentes fases o etapas, en primer lugar y dependiendo de la materia orgánica se inicia la fase mesófila donde se alcanza una temperatura de 45°C, posteriormente a esta se inicia la fase termófila (higienización) en la cual se destruyen bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* Finalizada la

⁵ FAO Organización de las Naciones Unidas.

⁶ Guía Técnica para el Aprovechamiento de Residuos Orgánicos a través de Metodologías de Compostaje y Lombricultura.

fase termófila, se lleva a cabo la fase de enfriamiento o mesófila dos (2), donde la temperatura desciende a 40-45°C. Finalmente se llega a la fase de maduración donde la temperatura y el pH se estabilizan, el color del producto final debe ser negro o marrón oscuro y su olor a tierra de bosque, además ya no debemos reconocer los residuos iniciales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013) (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014) (EARTH Green Colombia, s.f.) (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2013).

6.1.1. Fase Mesófila: Al inicio del proceso, los residuos preparados, están a temperatura ambiente (menor de 40°C o 45°C), por lo cual, los microorganismos llamados mesófilos se multiplican rápidamente, hay gran actividad metabólica (transformación de algunos compuestos como azúcares y aminoácidos), la temperatura comienza a subir y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013) (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2013).

6.1.2. Fase Termófila o de Higienización: Según lo escrito por la FAO en lo referente a los Fundamentos Teóricos del Compostaje, y otros documentos como Manual del Compostaje del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, al inicio del proceso, los residuos preparados, están a temperatura mayores de 45°C, por lo cual, los microorganismos llamados mesófilos se multiplican rápidamente y son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas (bacterias termófilas), el cual genera gran actividad metabólica (transformación de algunos compuestos como azúcares y aminoácidos) facilitando la degradación. Gracias a la actividad de los microorganismos se transforma el nitrógeno en amoníaco,

permitiendo que el pH del medio del compost suba (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013) (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2013).

A partir de los 60 °C aparecen las bacterias que producen esporas y actinobacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

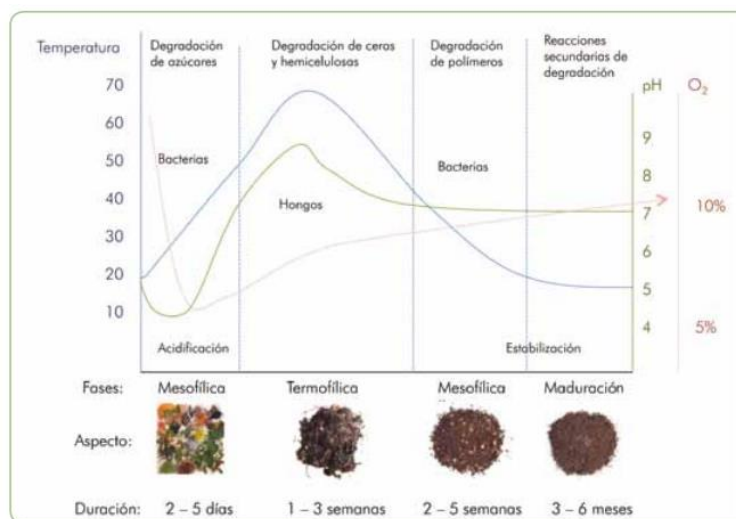
6.1.3. Fase de Enfriamiento o Mesófila II: Agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40 °C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

6.1.4. Fase de Maduración: Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos, igualmente desciende el consumo de oxígeno y la fitotoxicidad del

compost debe estar controlada (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

En la siguiente figura se puede observar un resumen de las diferentes etapas del proceso de compostaje y las variaciones típicas de la temperatura durante la transformación y estabilización de la materia orgánica biodegradable en condiciones aeróbicas, en función del tiempo.

Imagen 4: *Temperatura, oxígeno y pH en el proceso de compostaje.*



Fuente: Los autores, recuperado de FAO⁷

6.2. Principales parámetros de control en el proceso de compostaje

De acuerdo a la bibliografía consultada, el compostaje es un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos, en el cual se deben tener un mayor control y tener en cuenta los parámetros que afectan su crecimiento y reproducción. Estos factores o parámetros incluyen: el oxígeno o aireación, la humedad de sustrato, temperatura, pH y la relación C: N.

⁷ FAO: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013)

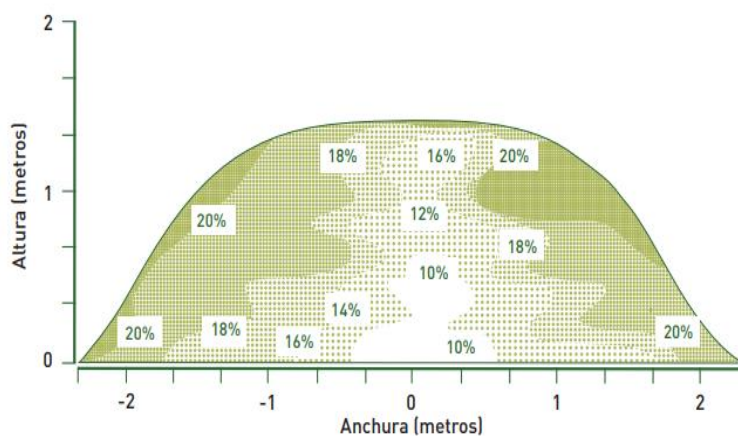
6.2.1 Mantener una adecuada aireación: Esta realiza dos funciones muy importantes en el proceso de la descomposición. Permite la oxigenación de los microorganismos encargados de la descomposición y permite la evacuación de CO_2 producido durante el proceso de descomposición. La aireación (ver imagen 5) no debe ser excesiva, ya que puede producir variaciones en la temperatura y en el contenido de humedad. Igualmente es aconsejable mezclar cada 2 o 3 días, la materia orgánica para asegurar que la transformación se dé en condiciones aeróbicas, de tal forma que el aire llegue al centro de la pila.

Imagen 5: *Proceso de compostaje que se lleva a cabo en la Universidad Nacional (UN) de la Orinoquía.*



Fuente: (Universidad Nacional de Colombia, 2013)

Imagen 6: *Concentración de oxígeno en una pila de compost.*



Fuente: (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2013)

Imagen 7: Control de aireación.

Porcentaje de aireación	Problema		Soluciones
<5%	Baja aireación	Insuficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis	Volteo de la mezcla y/o adición de material estructurante que permita la aireación .
5% - 15% Rango ideal			
>15%	Exceso de aireación	Descenso de temperatura y evaporación del agua, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua.	Picado del material a fin de reducir el tamaño de poro y así reducir la aireación. Se debe regular la humedad, bien proporcionando agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de fruta y verduras, césped, purines u otros)

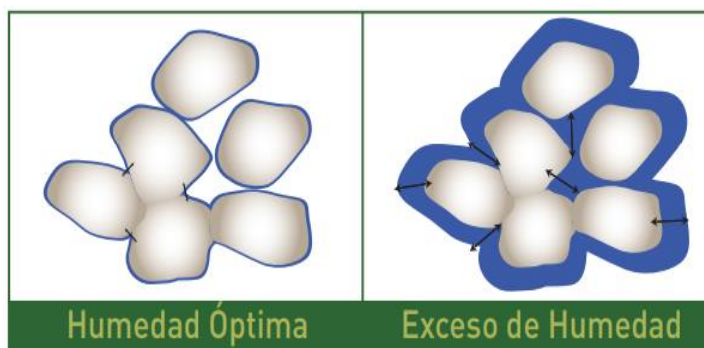
Fuente: FAO⁸

6.2.2. Tamaño de los residuos: El tamaño de los residuos, debe ser de 2 a 3cm, ya que, si se dejan muy finos, se puede volver un producto apelmazado impidiendo la entrada de aire y por lo tanto no se desarrollará adecuadamente el proceso aerobio; por lo anterior se pueden generar malos olores.

6.2.3. Humedad: La humedad está relacionada con la aireación, es un factor muy importante ya que mediante el esparcimiento de esta los microorganismos se desplazan y aumentan su reproducción. La humedad optima se sitúa alrededor del 55% aunque varía del estado físico y tamaño de las partículas, así como del sistema empleado para la realización del compostaje. Si la humedad baja por debajo de 45%, disminuye la actividad microbiana, sin dar tiempo a que se completen todas las fases de degradación, causando que el producto obtenido sea biológicamente inestable. Si la humedad es demasiado alta (>60%) el agua saturará los poros e interferirá la oxigenación del material (ver imagen 8: Contenido de humedad en la masa de compostaje) (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

⁸ FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013)

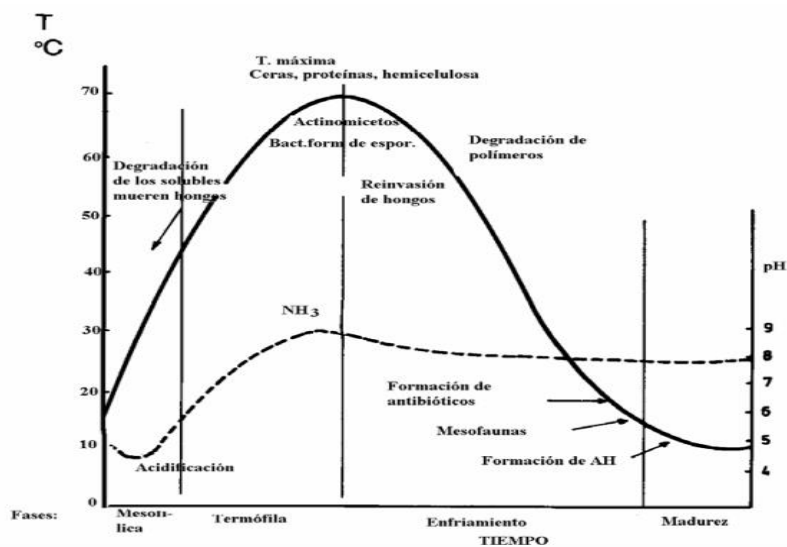
Imagen 8: Contenido de humedad en la masa de compostaje.



Fuente: Manual de compostaje⁹

6.2.4. Temperatura: Durante el proceso la temperatura varía según la actividad microbiana y metabólica de los microorganismos de acuerdo a la variación de temperatura se puede presentar las siguientes etapas: Mesófila, termófila, enfriamiento y maduración (ver imagen: 9) (Negro, y otros, s.f.).

Imagen 9: Evolución de la temperatura (-)* y pH (--)** durante las diferentes etapas del compostaje.



Fuente: Producción y Gestión del Compost¹⁰

⁹ (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2013).

¹⁰ (Negro, y otros, s.f.).

* Guion continuo (-) evolución de la temperatura.

**Guion entrecortado (-) evolución de pH

Es importante tener en cuenta que el Manual de Compostaje del Agricultor de la FAO, indica que “el compostaje inicia a temperatura ambiente y puede subir hasta los 65°C, sin necesidad de ninguna actividad antrópica, para llegar nuevamente durante la fase de maduración a una temperatura ambiente. Es deseable que la temperatura no decaiga demasiado rápido, ya que, a mayor temperatura y tiempo, mayor es la velocidad de descomposición y mayor higienización”.

Imagen 10: *Parámetros óptimos de temperatura.*

Temperatura (°C)	Causas asociadas		Soluciones
Bajas temperaturas (T° ambiente < 35°C)	Humedad insuficiente.	Las bajas temperaturas pueden darse por varios factores, como la falta de humedad, por lo que los microorganismos disminuyen la actividad metabólica y por tanto, la temperatura baja.	Humedecer el material o añadir material fresco con mayor porcentaje de humedad (restos de fruta y verduras, u otros)
	Material Insuficiente.	Insuficiente material o forma de la pila inadecuada para que alcance una temperatura adecuada.	Añadir más material a la pila de compostaje.
	Déficit de nitrógeno o baja C:N.	El material tiene una alta relación C:N y por lo tanto, los microorganismos no tienen el N suficiente para generar enzimas y proteínas y disminuyen o ralentizan su actividad. La pila demora en incrementar la temperatura mas de una semana.	Añadir material con alto contenido en nitrógeno como estiércol.
Altas temperaturas (T ambiente > 70°C)	Ventilación y humedad insuficiente	La temperatura es demasiado alta y se inhibe el proceso de descomposición. Se mantiene actividad microbiana pero no la suficiente para activar a los microorganismos mesofílicos y facilitar la terminación del proceso.	Volteo y verificación de la humedad (55-60%). Adición de material con alto contenido en carbono de lenta degradación (madera, o pasto seco) para que ralentice el proceso.

Fuente: FAO^{11 12}

6.2.5 pH: Según las condiciones de los residuos, el pH varía constantemente en los primeros días del proceso debido a la formación de CO_2 y ácidos orgánicos, lo cual disminuye cuando se presencia un alto contenido en la formación de amoníaco. Seguidamente este aumenta de un 8,5-9,0 como consecuencia de la liberación de CO_2 , coincidiendo con la fase final de la fase termófila. La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6,0-7,5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5,5-8,0. El rango ideal es de 5,8 a 7,2 como se observa en la

¹¹ FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

¹² (Negro, y otros, s.f.).

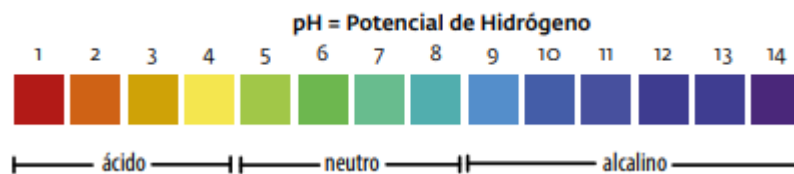
imagen 11 pH óptimos (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2013) (Negro, y otros, s.f.)
(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

Imagen 11: *Parámetros óptimos de pH.*

pH	Causas asociadas		Soluciones
<4,5	Exceso de ácidos orgánicos	Los materiales vegetales como restos de cocina, frutas, liberan muchos ácidos orgánicos y tienden a acidificar el medio.	Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C:N.
4,5 – 8,5 Rango ideal			
>8,5	Exceso de nitrógeno	Cuando hay un exceso de nitrógeno en el material de origen, con una deficiente relación C:N, asociado a humedad y altas temperaturas, se produce amoníaco alcalinizando el medio.	Adición de material mas seco y con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín)

Fuente: FAO¹³

Imagen 12: *Gama de colores pH.*



Fuente: Guía Técnica para el Aprovechamiento de Residuos Orgánicos a través de Metodologías de Compostaje y Lombricultura.

Factores Nutricionales: Negro, y otros, s.f; opinan que:

Con respecto a los factores nutricionales, el carbono es utilizado por los microorganismos como fuente de energía y el nitrógeno para la síntesis de proteínas. Las dos terceras partes del carbono son quemadas y transformadas en CO_2 y el restante entra a formar parte del protoplasma celular de los nuevos microorganismos, si bien, para la producción de proteínas, se necesita la absorción de otros elementos entre los cuales el más importante es el nitrógeno y en menores cantidades el fósforo y el azufre. (p. 8)

¹³ FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

6.2.6. Relación carbono-nitrógeno C/N: Es la relación que se presenta entre el carbono con respecto al nitrógeno en los residuos orgánicos, por tal motivo es importante mezclar diferentes materiales para así poder llegar a la relación adecuada C/N. La relación más adecuada en el proceso de degradación de los residuos es de 30/1 (30 Carbonos por cada Nitrógeno), Esta relación es importante ya que ayuda a descomponer más rápidamente los residuos, evita que se produzcan olores desagradables y la calidad del producto final aumente. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014).

Imagen 13: *Parámetros de la relación Carbono/Nitrógeno (C/N).*

C:N	Causas Asociadas		Soluciones
>35:1	Exceso de Carbono	Existe en la mezcla una gran cantidad de materiales ricos en carbono. El proceso tiende a enfriarse y a ralentizarse	Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C:N.
15:1 – 35:1 Rango ideal			
<15:1	Exceso de Nitrógeno	En la mezcla hay una mayor cantidad de material rico en nitrógeno, el proceso tiende a calentarse en exceso y se generan malos olores por el amoníaco liberado.	Adición de material con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín)

Fuente: FAO¹⁴

7. ANTECEDENTES

Teniendo en cuenta la Guía Técnica para el Aprovechamiento de Residuos Orgánicos a través de Metodologías de Compostaje y Lombricultura, la cual ofrece “alternativas prácticas en el aprovechamiento y manejo adecuado de residuos orgánicos, se busca que al implementar estos procesos con los residuos que genera cada individuo, se cierra el ciclo de transformación de la materia, convirtiéndola en insumo primario empleado para la regeneración y estabilización de

¹⁴FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

suelos; se obtienen alimentos más sanos y saludables; y se disminuyen los impactos ambientales negativos generados cuando estos residuos son extraídos de la tierra y enviados a relleno sanitario” (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014).

De igual forma, el Manual de Compostaje del Agricultor “ofrece alternativas a la problemática de la escasez de suelos de buena calidad para la producción de la agricultura familiar por medio de estrategias sencillas y de bajo costo. El productor puede aprender a generar enmiendas orgánicas para sus cultivos. El compost permite el reciclaje de residuos orgánicos, reduciendo la contaminación y el costo de fertilizantes como insumo para la producción agrícola. El presente manual presenta ejemplos de producción de compost de la Región y muestra además técnicas para determinar la calidad e inocuidad del mismo” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

Gracias al fruto de este esfuerzo y la articulación del Servicio Social Unadista (SISSU), el Jardín Infantil Personitas obtuvo el reconocimiento demostrando que con este tipo de iniciativas y la colaboración conjunta entre la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD y el personal administrativo del jardín infantil conlleva a grandes logros, cambiando la manera tradicional en la disposición de los residuos sólidos orgánicos que generamos.

Con el fin de compartir esta experiencia es que desarrollamos este trabajo, el cual permitirá de una forma sencilla brindar información acerca de la composición de los residuos, la problemática que se genera a partir del mal manejo de estos residuos orgánicos, separación y valorización de los mismos.

8. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La ciudad de Tunja carece de educación ambiental, manejo de los residuos sólidos orgánicos y aprovechamiento de los mismos, esto se debe a la falta de formación, capacitación e interés propio de cada uno de los habitantes de la ciudad.

El hogar infantil personitas ha tomado la decisión de aprovechar las áreas de terreno con las que cuenta esto con el fin de ser aprovechadas para siembra de hortalizas y suplir algunos alimentos que diariamente consumen los niños de este hogar.

Viendo la necesidad de la comunidad del jardín infantil personitas se observa que, dentro de sus actividades diarias (preparación de alimentos como: desayuno, onces, almuerzo y refrigerio) generan una cantidad considerable de residuos orgánicos los cuales no son enviados al relleno sanitario de Pirgua sin tener un manejo adecuado desde la fuente, desde ese punto se informa del aprovechamiento que se le pueden dar a los residuos generados con el fin de generar un abono orgánico el cual se implementara en la huerta urbana sustentable.

9. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Teniendo en cuenta el sitio web de la Alcaldía de Tunja y de la Geografía Cultural de Boyacá, la ciudad de Tunja se encuentra ubicada en la provincia centro del Departamento de Boyacá, en la región del Alto Chicamocha. Dista de 130 km de la ciudad de Bogotá capital del país; tiene un área total de 121.4920km^2 y un área urbana de 19.7661km^2 (Alcaldía de Tunja, 2013), se encuentra en el piso térmico frío cuya temperatura oscila entre 11.9°C y 13.7°C . La precipitación presente se encuentra entre 23 mm y 122 mm de lluvia (CLIMATE.DATA.ORG).

El Jardín Infantil Personitas, se encuentra ubicado en el Sur de la zona urbana del Municipio de Tunja, en la calle 2 N° 14ª – 28 del barrio Bolívar (ver imagen 14), su topografía predominante es de terreno media pendiente; teniendo en cuenta el programa Google Earth sus coordenadas son: $5^{\circ}30'59.53''$ N y $73^{\circ}22'17.87''$. Tiene un personal de 16 trabajadoras de los cuales 3 son de planta y 13 son por contrato ocasional. (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2017); además presta el servicio de hogar de paso a 130 niño(as) entre las edades de cero (0) a cinco (5) años y dependiendo el desarrollo cognitivo hasta los seis (6) años de edad¹⁵.

¹⁵ Información suministrada en entrevista de campo, por la directora del Jardín Infantil Personitas de Tunja, la señora Lina Esperanza Daza Bautista.

Imagen 14: Mapa de ubicación del Hogar Infantil Personitas de Tunja, Boyacá.



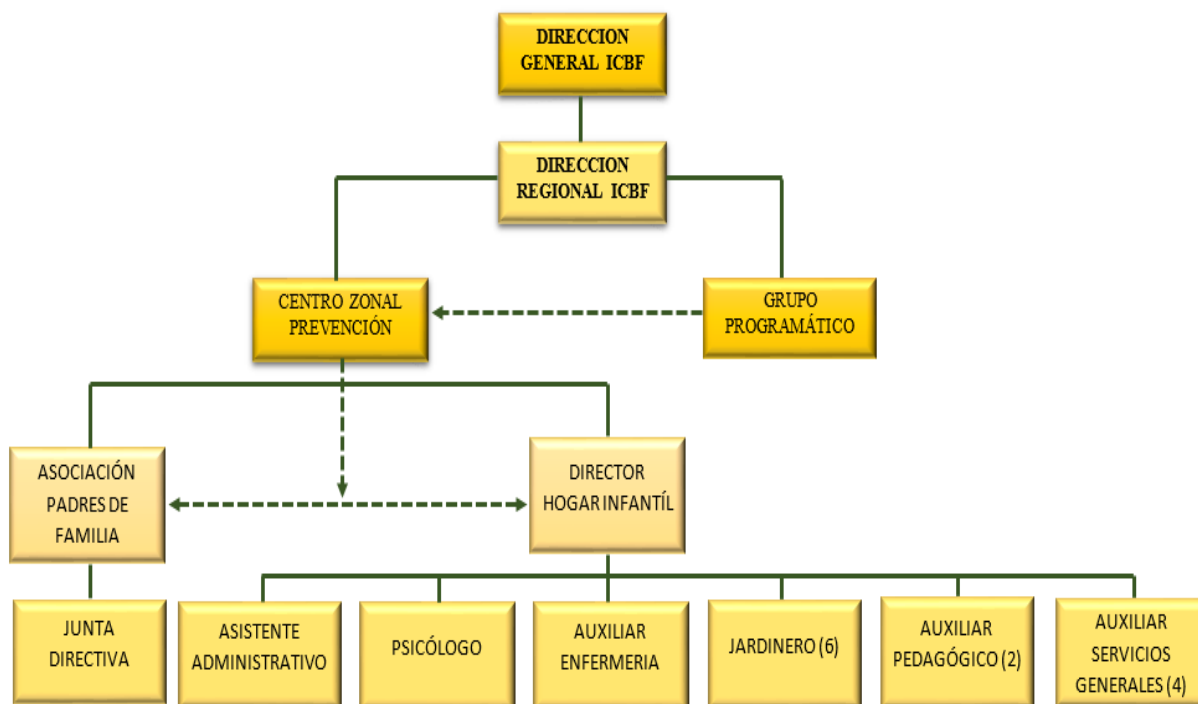
Fuente: El autor

Tabla 3: Coordenadas de ubicación del Jardín Infantil Personitas.

Latitud	Longitud
5°31'0.05"N	73°22'18.49"O
5°31'0.05"N	73°22'18.30"O
5°30'59.90"N	73°22'17.65"O
5°30'58.85"N	73°22'17.60"O
5°30'58.72"N	73°22'18.09"O
5°30'58.92"N	73°22'18.09"O
5°30'58.91"N	73°22'18.18"O
5°30'59.09"N	73°22'18.43"O
5°30'59.83"N	73°22'18.33"O
5°30'59.87"N	73°22'18.47"O

Fuente: El autor

Imagen 15: Estructura del Hogar Infantil Personitas.



Fuente: Directivos hogar infantil personitas

10. METODOLOGÍA

La utilización de los residuos orgánicos para la elaboración de compost por diversas técnicas permite evitar la contaminación y la reducción de los residuos que van al relleno sanitario, vertederos y otras formas inadecuadas. Es por esta problemática que se hace necesario utilizar métodos y técnicas que permitan aprovechar los residuos sólidos orgánicos con el fin de minimizar el impacto de los residuos en el ambiente y evitar la generación de gases efecto invernadero, reintegrar los nutrientes y la fertilidad al suelo, entre otros. La sensibilización de la sociedad sobre la importancia que tienen el manejo de los residuos sólidos orgánicos, no deben ser lineales como se acostumbra, sino más bien, orientarse en forma cíclica para que sea integrada en otros procesos productivos, como la producción de biofertilizantes, fortalecer la protección ambiental y mantener un ambiente de sostenibilidad (Universidad Nacional de Costa Rica, S.F.).

La formulación de un mecanismo para el aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos generados en el Hogar Infantil, es de tipo investigativo cualitativo, ya que se involucra la participación del investigador (estudiantes UNAD) como de la comunidad sujeto de estudio; la cual pretende enfocar un método que establezca un cambio positivo a la sociedad y medio ambiente; a través de la articulación de procesos que motiven a la separación beneficio y manejo adecuado de los mismos.

Mediante el estudio y análisis del compostaje se pretende realizar el aprovechamiento de los R.S.O, que permita un planteamiento de alternativas para un mejor trabajo de huertas caceras sustentables en la comunidad del Hogar Infantil, por lo tanto, es necesario enfocar estrategias de separación de los residuos sólidos orgánicos generados, utilizando espacios que se encuentren dispuestos en las áreas del Hogar Personitas.

Según la estructura metodológica utilizada se describen las acciones a realizar:

Teniendo en cuenta el diagnóstico de la situación actual de los residuos sólidos orgánicos, el almacenamiento y la disposición final de los mismos, se busca guiar un adecuado manejo de separación desde la fuente de generación y a la vez disminuir el consumo de materiales a partir de la reutilización y el reciclaje.

Mediante el estudio y análisis de los diferentes mecanismos como: pirolisis, lombricompostaje y compostaje se pretende realizar el aprovechamiento de estos, implementando uno o dos de ellos; que permitan un planteamiento de alternativas para un mejor trabajo de huertas caceras sustentables en la comunidad del Hogar Infantil, por lo tanto es necesario enfocar estrategias de separación de los residuos sólidos orgánicos generados, utilizando espacios que se encuentren dispuestos en las áreas del Hogar Personitas.

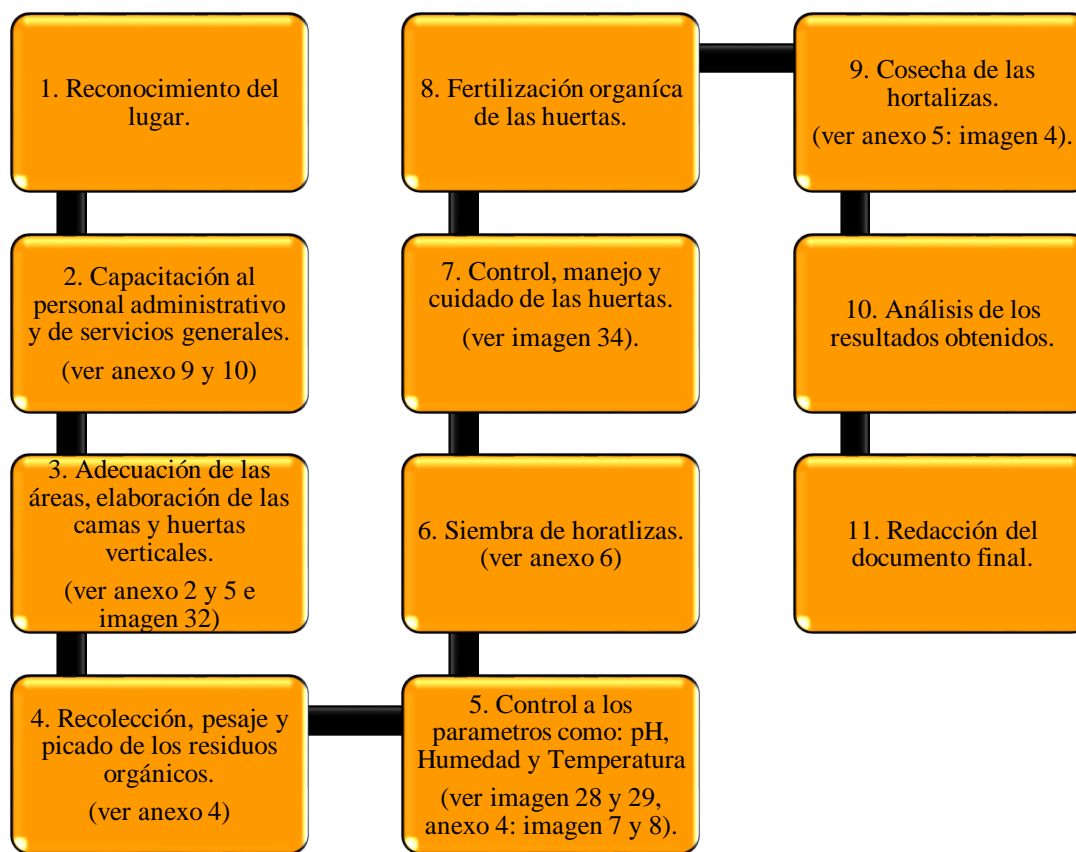
Mediante la educación ambiental y la aplicación de talleres, se proyecta fortalecer e incentivar los métodos de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos y la elaboración de huertas caceras urbanas; y a partir de la utilización del sustrato obtenido (compost) se puede iniciar la fertilización y producción orgánica de hortalizas promoviendo el desarrollo de la agricultura urbana auto sostenible.

Por medio de la utilización de envases tipo PET como alternativa de elaboración de macetas ecológicas, se busca aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios, fomentando la apropiación en el buen y adecuado manejo de las técnicas de reciclaje y su aprovechamiento, la reutilización y la separación en la fuente, mediante la implementación de puntos ecológicos de recolección (Guía Técnica Colombiana, 97).

Adicionalmente, al implementar el compostaje como mecanismo para el aprovechamiento de los residuos sólidos, se pretende orientar la política de conciencia ambiental en la comunidad del

Hogar Infantil para un mejor manejo de los R.S.O. que ayuden al empoderamiento y fortalecimiento de la agricultura orgánica sustentable.

Ilustración 1: Secuencia lógica del desarrollo de la metodología.



Fuente: El autor

Elaboración de las estructuras (camas): Corte, armado y adecuación (Ver anexo 2).

Materiales:

En el proceso de diseño y elaboración de las camas para la descomposición de los RSO se emplearon los siguientes materiales: Estiba, Puntilla, Alambre, Serrucho, Pinzas o Alicates, Plástico Negro, Tubo PVC y Taladro.

Corte de estivas:

Para la elaboración de las respectivas camas, se adquirieron diez (10) estivas de madera; seguidamente se diseñó un bosome con las siguientes medidas: 2 mts de largo por 1 mt de ancho por 45cm de profundidad. Posteriormente se procedió a cortar las estivas con las medidas propuestas, como muestra la imagen 16 corte de estivas.

Imagen 16: *Corte de estivas.*

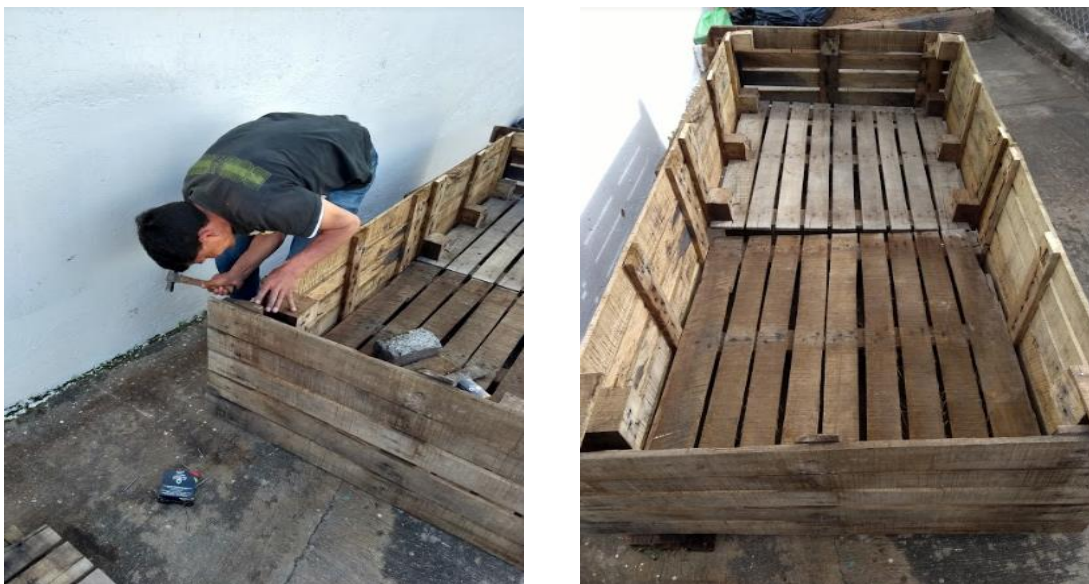


Fuente: El autor

Armado:

Seguidamente se unieron las estivas utilizando puntillas de 2" $\frac{1}{2}$ y alambre galvanizado para tener un mejor amarre como muestra la imagen 17 armado de camas.

Imagen 17: Armado de camas.



Fuente: El autor

Adecuación:

Posteriormente se corta plástico negro para ponerlo dentro de las camas con el fin de evitar filtraciones, controlar los lixiviados generados por el proceso, y proteger de la lluvia (ver imagen 18) adecuación. Esta etapa se realiza con el apoyo de algunas madres de familia del Jardín y con estudiantes de SISSU, el cual brindaron su colaboración mediante la interacción social como punto de partida para la planificación y desarrollo de acciones solidarias en el marco del desarrollo sostenible.

Imagen 18: *Adecuación.*



Fuente: El autor.

11. ANÁLISIS TÉCNICO

Para el desarrollo de este proyecto, se tuvo en cuenta la Revisión Ambiental Institucional (RAI), el cual arrojó que uno de los principales problemas encontrados en el manejo de los RSO a nivel institucional se podrían determinar así: ausencia de conocimiento en el manejo, separación y aprovechamiento de estos; lo cual genera la falta de conciencia por parte del personal de servicios generales y de manipulación de alimentos para disponer los residuos, depositándolos en un recipiente de color azul (ver imagen 3), el cual no es el indicado por la Norma Técnica Colombiana GTC 24. Sumba (2013) “plantea tres (3) situaciones en la que destaca la problemática ambiental de los Residuos Sólidos Orgánicos: **el primero**, los riesgos sanitarios, **el segundo**, los depósitos de basuras y **el tercero**, los rellenos sanitarios a cielo abierto y el deterioro y contaminación del entorno que producen las grandes acumulaciones de basura dispersas” (SUMBA, 2013).

Esta acción nos permite obtener el conocimiento y estudio de las áreas, condiciones y procedimientos que se desempeñan en el manejo de los residuos, donde se establecen mecanismos idóneos que permitan implementar el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos. El objetivo del diagnóstico busca identificar las condiciones del lugar y las necesidades del mismo, para la realización del compost como método de aprovechamiento en la implementación de huertas urbanas sustentables.

El compost obtenido como producto final, y realizadas las pruebas de laboratorio (ph y humedad), y al igual que las pruebas de campo (Temperatura y aireación) se puede evidenciar que dicho compost se encuentra dentro de los parámetros planteados por diferentes autores como (Henao & Zapata Márquez, 2008), (Organización de las Naciones Unidas para la

Alimentación y la Agricultura, 2013) entre otros, se puede utilizar como abono de tipo orgánico para ser empleado como sustrato en la elaboración de huertas, aportando parcialmente o totalmente nutrientes como (N, P, K).

Teniendo en cuenta la herramienta de diagnóstico descrita anteriormente (RAI), el mecanismo de aprovechamiento de Compostaje es el más indicado para ejecutar en el lugar, para el aprovechamiento y la reducción de los residuos que se generan en el área de la cocina en la elaboración y preparación de alimentos. Para esto se precisa cumplir con los objetivos y con el cronograma de actividades así:

12. APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MEDIANTE EL COMPOSTAJE.

12.1. CARACTERIZACIÓN, SEPARACIÓN, APROVECHAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN DE LOS DIFERENTES RESIDUOS ORGÁNICOS POR MEDIO DEL COMPOSTAJE.

12.1.1. Caracterización:

Se realiza mediante un estudio de campo cuyo objetivo es determinar la cantidad de residuos que son generados en la actualidad en el área de la cocina. Esta caracterización es una herramienta que nos permite obtener información primaria relacionada a las características de los residuos sólidos: cantidad de residuos generados, composición y humedad (ver imagen 19).

Mediante la caracterización de los residuos orgánicos se pudo observar que en promedio al día se generan de 7 a 8 kilos los cuales presentan condiciones aptas para su aprovechamiento (ver tablas 5 y 6), se observa un alto contenido de materia con altos niveles de azúcar lo que garantiza una descomposición más rápida.

Imagen 19: *Residuos generados en el área de la cocina.*



Fuente: El autor.

12.1.2. Separación:

La Norma Técnica Colombiana GTC-24 en la **Tabla 2** *Tipos de Residuos para la Separación en la Fuente*, brinda una orientación de vital importancia en cuanto a la separación de residuos en la fuente (Ver Tabla 2).

En esta etapa, se realizaron una serie de capacitaciones al personal administrativo y de servicios generales donde se trataron temas como: Tipos de residuos (ver imagen 20: Capacitación “Tipos de residuos”) y Separación de residuos en la fuente (Ver imagen 21: Capacitación “Separación de residuos”).

Imagen 20: *Capacitación “Tipos de Residuos”.*



Fuente: El autor.

Imagen 21: *Capacitación “Separación de residuos”.*



Fuente: El autor.

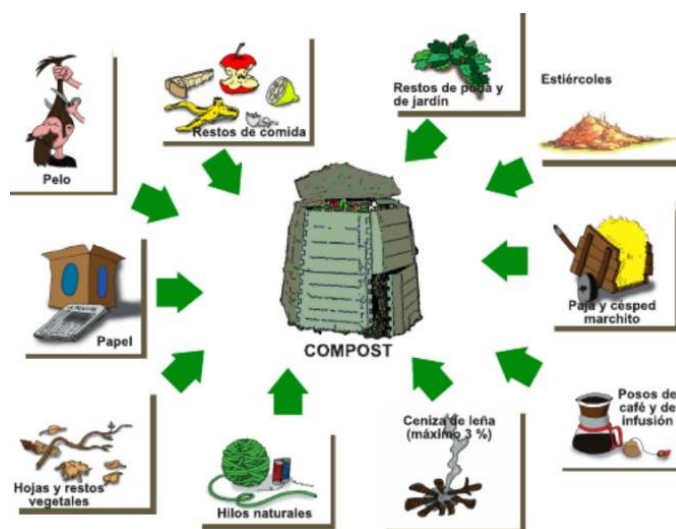
Tabla 2: Tipos de residuo para la separación en la fuente

Tipo de residuo	Clasificación	Ejemplo
Residuos no peligrosos	Aprovechable	<ul style="list-style-type: none"> - Cartón y Papel (hojas, plegadiza, periódico, carpetas). - Vidrio (Botellas, recipientes) ^A - Plásticos (bolsas, garrafas, envases, tapas) ^A - Residuos metálicos (chatarra, tapas envases) ^A - Textiles (ropa, limpiones, trapos) - Madera (palos, aserrín, cajas, guacales, esquivas) - Cuero (ropa, accesorios) Empaques compuestos (cajas de leche, cajas de jugo, cajas de licores, vasos y contenedores desechables) ^A
	No aprovechable	<ul style="list-style-type: none"> - Papel tissue (papel higiénico, paños húmedos, pañales, toallas de mano, toallas sanitarias, protectores diarios) - Papeles encerados, plastificados y metalizados. - Cerámicas - Vidrio plano - Huesos - Material de barrido - Colillas de cigarrillo Materiales de empaque y embalaje sucios
	Orgánicos Biodegradables	<ul style="list-style-type: none"> - Residuos de comida - Cortes y poda de materiales vegetales Hojarasca
Residuos peligrosos		A nivel doméstico se generan algunos de los siguientes residuos peligrosos: <ul style="list-style-type: none"> - Pilas, lámparas fluorescentes, aparatos eléctricos y electrónicos. - Productos químicos varios como aerosoles inflamables, solventes, pinturas, plaguicidas, fertilizantes, aceites y lubricantes usados, baterías de automotores y sus respectivos envases o empaques. - Medicamentos vencidos. - Residuos con riesgo biológico tales como: cadáveres de animales y elementos que han entrado en contacto con bacterias, virus o microorganismos patógenos, como agujas, residuos humanos, limas, cuchillas entre otros. Para el manejo de estos residuos se recomienda no mezclarlos e informarse acerca de diferentes entidades que se encargan de su gestión. A nivel industrial, institucional y comercial está reglamentado con base en la legislación vigente (véase anexo A)
Residuos especiales		<ul style="list-style-type: none"> - Escombros - Llantas usadas - Colchones - Residuos de gran volumen como, por ejemplo: muebles, estanterías, electrodomésticos. Para el manejo de estos residuos se recomienda informarse acerca de servicios especiales de recolección establecidos.
^A Se recomienda que los envases estén enjuagados y secos para garantizar su valorización Nota 1 Para que los residuos no sean clasificados como peligrosos no pueden estar impregnados o haber estado en contacto con sustancias clasificadas como peligrosas.		

Fuente: Guía Técnica Colombiana GTC-24¹⁶

¹⁶ (Guía Técnica Colombiana, 97).

Imagen 22: Residuos que se pueden utilizar para elaborar el compostaje.



Fuente: Manual Básico para hacer Compost¹⁷

Una vez identificado los residuos que se pueden utilizar para la elaboración del compostaje, únicamente se utilizarán los residuos de tipo no peligrosos, en la clasificación de orgánicos biodegradables como: Restos de vegetales y hortalizas, cáscaras de frutas (papaya, banano, tomate de árbol, guayaba, mandarina, naranja y piña, etc.) estas tres últimas en pequeñas cantidades. Aproximadamente por mes se producían 158 y 126 kg (Ver tablas 5 y 6).

Dentro del Jardín, está disponible un punto ecológico que se encuentra en el área del pasillo; el cual está adaptado para el depósito de papel y cartón, residuos orgánicos y plásticos como se observa en la imagen 23 Punto ecológico.

¹⁷ Bajatec.net Manuales.

Imagen 23: *Punto ecológico.*



Fuente: El autor

El punto dos se encuentra en el patio de ropas en el cual se depositan los residuos orgánicos generados en la cocina, estos residuos están mezclados con residuos preparados, los cuales son recogidos por una persona particular para utilizarlos como alimento de animales. Los pañales y otros tipos de residuos como material plástico de envolturas de productos, son depositados y entregados al carro recolector de basura de la empresa ServiTunja.

12.1.3. Aprovechamiento:

La Guía Técnica Colombiana GTC – 24, en el punto tres (3) Definiciones , numeral tres punto dos (3.2) Aprovechamiento, define el aprovechamiento en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos como “El proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de

energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos”.

Atualmente el personal del Hogar Infantil, subestima la importancia de realizar una separacion en la fuente el cual no es la apropiada ya que son despositados en una sola caneca como se observa en la imagen 3. Estos residuos tiene como punto final ser depositados en el Relleno Municipal de Pirgua; Se espera como resultado de la implementación y ejecución de este proyecto una separación adecuada en la fuente y un aprovechamineto de los residuos sólidos orgánicos generados en el Jardín, y como finalidad crear abono organico mediante la implementación de un mecanismo “Compostaje” y en el marco de la articulación implementar las huertas urbanas mediante la reutilización de envases tipo PET (ver imagen 24: Huertas verticales).

Imagen 24: *Huertas verticales con envases Tipo PET.*



Fuente: El autor.

12.1.4. Transformación:

Para su posterior transformación y aprovechamiento del material orgánico, este es de tipo físico – biológico (Gestión de RSU. Transformaciones de los RSU, s.f.), físico porque se realiza una separación de componentes mediante el método de separación manual y biológico porque esta transformación puede realizarse aerobiamente mediante el método de conversión biológica aerobia (compostaje) (Ramirez & Murcia Castebianco, 2017).

La transformación de los diferentes residuos orgánicos y el aprovechamiento de estos por medio del compostaje, como resultado se espera contribuir a la minimización de las basuras al disminuir la cantidad de residuos que van a los rellenos sanitarios como disposición final, y a conservar y reducir la demanda y el impacto generado en los recursos naturales. Ramirez y Murcia Castebianco (2017), opinan que la transformación “es un factor importante en la mitigación de impactos ambientales, como”¹⁸:

Agua: La contaminación a fuentes hídricas por filtración de lixiviados se ve atenuada ya que se realiza un adecuado control de los mismos durante el proceso.

Suelo: Se hace una reducción del volumen de residuos sólidos y una reutilización de los residuos sólidos orgánicos generados en por el Parque – Cementerio. Adicionalmente el resultado de dicha transformación funciona como estabilizador de suelo en sus características físicas y químicas.

Aire: Los residuos utilizados no contienen alimentos procesados, sales y cárnicos, por lo cual la contaminación atmosférica por malos olores y vectores (moscas y mosquitos) se controla.

¹⁸ Aplicabilidad de 5 (cinco) alternativas para el manejo de los residuos biodegradables empleando técnicas de compostaje y biodegradación para el parque memorial jardines Santa Isabel S.A.S., ubicado en la vereda Poravita municipio de Oicatá – Boyacá.

13. EJECUCIÓN DEL COMPOSTAJE COMO MECANISMO DE APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL HOGAR INFANTIL PERSONITAS.

Herramientas y materiales:

El compostaje requiere de diferentes herramientas que permitan un fácil manejo de la materia orgánica, es indispensable las más comunes y necesarias son: Bascula, Peinilla (Machete), Palas, Azadón, trinche, rastrillo, termómetro, baldes regaderas, caneca plástica, lonas Tierra negra, Aserrín o paja seca.

Elementos de protección personal:

En el proceso de formación de capas en la cama para el compost, es necesario que el personal encargado de la manipulación y manejo de los residuos sólidos orgánicos utilicen elementos de protección personal cómo: Botas de caucho, Guantes de nitrilo, Guantes de carnaza, Tapabocas, Gafas de Protección, Protección para la cabeza e Indumentaria (overol).

Posteriormente al armado de las camas, como se observa en la imagen 25, se procede al pesaje del material orgánico.

Imagen 25: *Pesaje de residuos o material orgánico.*



Fuente: El autor

Una vez realizado el pesaje, se procede al triturado (ver imagen 26) del material orgánico de consistencia gruesa, hasta obtener un tamaño ideal (1 a 3cm); estos residuos han sido previamente seleccionado por el personal de manipulación y elaboración de los alimentos.

Imagen 26: *Triturado de residuos sólidos orgánico.*



Fuente: El autor

Seguidamente se procede a disponer los residuos en capas intercaladas: una capa de tierra negra (seca), luego una capa de materia vegetal seco (serrín o paja) de aproximadamente cinco (5 cm), de espesor dependiendo de la cantidad de residuos generados, y por último los residuos. La adecuación de las capas se realiza con el apoyo de estudiantes de SISSU, como se observa en la imagen 27.

Imagen 27: *Disposición de residuos en la cama.*



Fuente: El autor.

Finalmente, y luego de completar la altura deseada de las capas y respetando las dimensiones de la cama, se procede a cubrir con plástico negro para evitar la presencia de vectores (moscas) y las condiciones ambientales (lluvia) y así aumentar la temperatura, para que se lleve adecuadamente el proceso de compostaje. Consecutivamente y durante el transcurso se debe llevar a cabo un seguimiento de los principales parámetros de control (mantener una adecuada aireación, humedad, temperatura optima y pH) descritos anteriormente.

Teniendo en cuenta los parámetros antes mencionados, la manera de mantener la temperatura adecuada es realizando volteos homogéneamente cada ocho (8) días, en este proceso se puede observar el estado de humedad de la cama, el cual se puede comprobar mediante la

prueba de puño como se observa en la imagen 28, (se toma un puñado de la mezcla final y observe que al apretar salgan pequeñas gotas de agua entre los dedos, si el puñado se desmorona está muy seco y si escurre agua está muy húmedo); en consecuencia de exceder humedad se añade serrín o paja seca, si está seco se agrega lixiviados generados o agua hasta alcanzar la humedad indicada.

Imagen 28: *Prueba de puño.*



Fuente: El autor.

Como seguimiento al proceso se toma la temperatura de la cama (con un termómetro de punzón o de mercurio) a 20 – 30cm de profundidad en varios puntos (ver imagen 429: Toma de Temperatura). Es recomendable que la cama alcance una temperatura entre 60 - 70°C, para inactivar o eliminar patógenos y semillas de arvenses; La presencia de microorganismos benéficos se reconoce porque aparecen en el centro de la cama mohos blancos, azul claro y verdes claro, que presentan un olor a fermento (Instituto Colombiano Agroecuario, 2015).

Imagen 29: *Toma de temperatura.*



Fuente: El autor.

El pH óptimo para un proceso de compostaje varía entre 4,5 y 8,5 como lo plantea la FAO¹⁹ (ver imagen 11), lo cual indica que un valor superior o inferior a estos, genera inconvenientes con la degradación; teniendo en cuenta los resultados de las pruebas realizadas, este se encuentra dentro de los rangos adecuados (Ver tabla 11).

¹⁹ FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

14. APROVECHAMIENTO DEL MATERIAL RECICLABLE

“ENVASES TIPO PET”

En marco de la articulación con el proyecto del Sistema de Servicio Social Unadista (SISSU), denominado “*Huertas urbanas como elemento de Transformación Social y Ambiental en el Departamento de Boyacá*”, junto con la colaboración de los padres de familia, los niños y las niñas, así como del personal administrativo y de servicios generales se recolectan envases tipo PET (ver imagen 30: Envases tipo PET) para realizar e implementar en el Hogar infantil las huertas verticales reutilizando este material y de esta manera contribuir y concientizar a la comunidad en general del uso que se les puede dar a dichos elementos reciclables. Y de esta manera aportar a la conservación y mitigación que estos causan; preservando los recursos naturales, y aumentando la vida útil del Relleno Sanitario de Pírgua.

Imagen 30: *Envases tipo PET.*



Fuente: El autor.

14.1. PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE HUERTOS VERTICALES

Corte y perforación de los envases tipo PET

Para la construcción e implementación de los huertos verticales, es necesario contar con los siguientes materiales: envases tipo pe, bisturí o cuchilla opcional tijeras, nylon de pesca de 0,80mm opcional cuerda o alambre, puntillas, velas, arandelas para fijar el nylon, tierra abonada (preferiblemente con humus o compost), semillas de hortalizas.

Procedimiento para el corte y perforación:

Se toma una botella y con mucho cuidado se corta un rectángulo de forma transversal con el bisturí o una tijera; posteriormente se hacen algunos agujeros por debajo para que el agua drene con facilidad (este procedimiento se realiza calentando la puntilla con la vela), igualmente se hace un agujero a cada lado del borde del rectángulo, a la misma altura de la base (ver imagen 31: corte y perforación de envases tipo PET). Por éstos agujeros se debe pasar el nylon, la cuerda o el alambre para sostener las botellas; (ver imagen 32: Armado de huertas verticales), como quedan unas sobre otras. Para asegurarlas más se coloca una arandela una vez que se haya pasado por los agujeros. Este procedimiento se realiza con la ayuda de algunas madres de familia del Hogar.

Imagen 31: *Corte y perforación de envases tipo PET.*



Fuente: El autor.

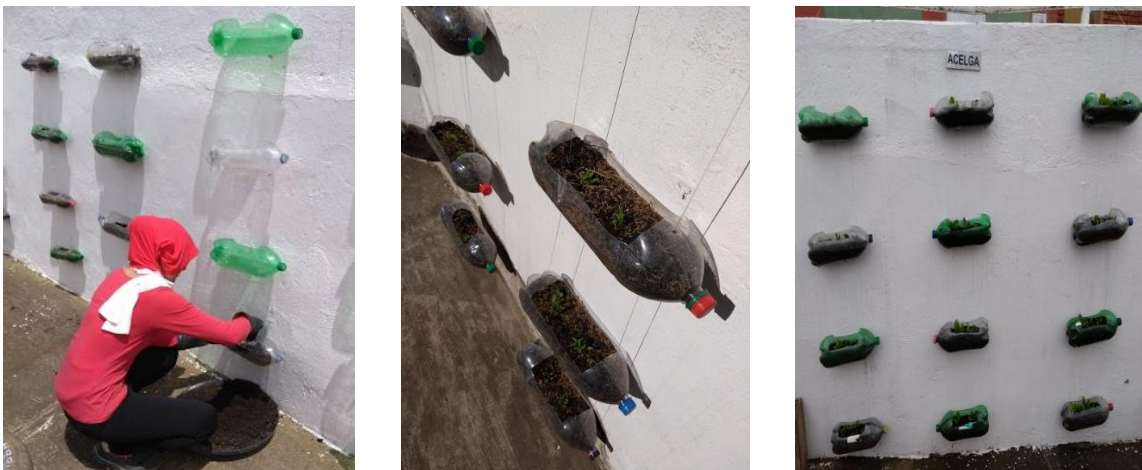
Imagen 32: *Armado de Huertas verticales.*



Fuente: El autor.

Posteriormente, se procede al llenado de las botellas con la tierra abonada, para finalmente realizar la siembra ya sea de manera directa o trasplante de las plátulas ya germinadas. (Ver imagen 33: llenado y siembra).

Imagen 33: *Llenado y siembra.*



Fuente: El autor.

Riego y control de maleza a las plantas

El riego a las plantas y control de maleza es muy importante e indispensable en el proceso de cuidado y protección de las plantas, normalmente en el sistema de la producción agrícola se realizan dos etapas de eliminación de malezas, las cuales se acompañan de un proceso de abonado y enterrado con el fin de fortalecer las plantas cubriendo sus raíces. El riego en las plantas debe ser constante, según las condiciones del clima, para las plantas es muy indispensable el sol y el agua son dos factores importantes en el crecimiento y desarrollo. Los insectos y hongos presentes en las plantas son controlados con insecticidas caseros, reduciendo así la contaminación del producto y por ende el ambiente de nuestro entorno. En la imagen 34 se puede observar la aplicación de un insecticida casero para el control del pulgón presente en la planta del brócoli.

Imagen 34: Riego y control de maleza.

Fuente: El autor.

15. REGISTRO DE PESO Y TEMPERATURA

Durante el desarrollo del proyecto en la etapa del compostaje, se realizaron mediciones de peso y temperatura. El registro del peso se realizó de lunes a viernes como lo indica la tabla 4 y 5, mientras que la temperatura se tomó inicialmente tres días por semana durante un mes, posteriormente cada ocho (8) días como se evidencia en la tabla 6 y 7.

Peso de los Residuos Orgánicos cama 1

Tabla 5: Registro diario del peso(kg) de los residuos orgánicos cama 1.

<i>Día</i>	<i>Semana 1</i>	<i>Semana 2</i>	<i>Semana 3</i>	<i>Semana 4</i>
<i>Lunes</i>	6	0	15	0
<i>Martes</i>	10	11	15	6
<i>Miércoles</i>	10	6	5	15
<i>Jueves</i>	6	8	9	14
<i>Viernes</i>	10	6	0	6
<i>Total kilos semanal</i>	42	31	44	41
<i>Total kilos Cama 1</i>	158			

Fuente: El autor.

En la Tabla 4 se puede apreciar el registro diario de los R.S.O. que se generaron durante este mes, lo cual nos indica un aumento en la tercera semana debido a diferentes actividades y eventos que se realizaron en el Hogar, para un total de 158 Kg.

Peso de los Residuos Orgánicos cama 2

Tabla 6: Registro diario del peso(kg) de los residuos orgánicos cama 2.

<i>Día</i>	<i>Semana 1</i>	<i>Semana 2</i>	<i>Semana 3</i>	<i>Semana 4</i>
<i>Lunes</i>	0	0	7	7
<i>Martes</i>	7	8	7	9
<i>Miércoles</i>	7	9	12	7
<i>Jueves</i>	0	14	7	9
<i>Viernes</i>	8	0	8	0
Total kilos semanal	22	31	41	32
Total Kilos cama 2				126

Fuente: El autor

Durante el mes de junio, se presenta una leve disminución de 36 kg de los RSO generados en comparación con el mes anterior; lo que indica que el Jardín genero 126 Kg de estos residuos debido a que hubo un total de cinco (5) días que dicha institución no presto el servicio debido a actividades programadas por el ICBF.

Temperatura registrada cama 1

Tabla 7: Registro diario de la temperatura (°C) de la cama 1.

DÍA	SEMAMA										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lunes	12	23	30	42	0	0	0	0	0	0	0
Miércoles	16	25	35	48	0	0	0	0	0	0	0
Sábado	20	27	37	55	63	64	58	35	20	13	13

Fuente: El autor.

Temperatura registrada cama 2

Tabla 8: Registro diario de la temperatura (°C) de la cama 2.

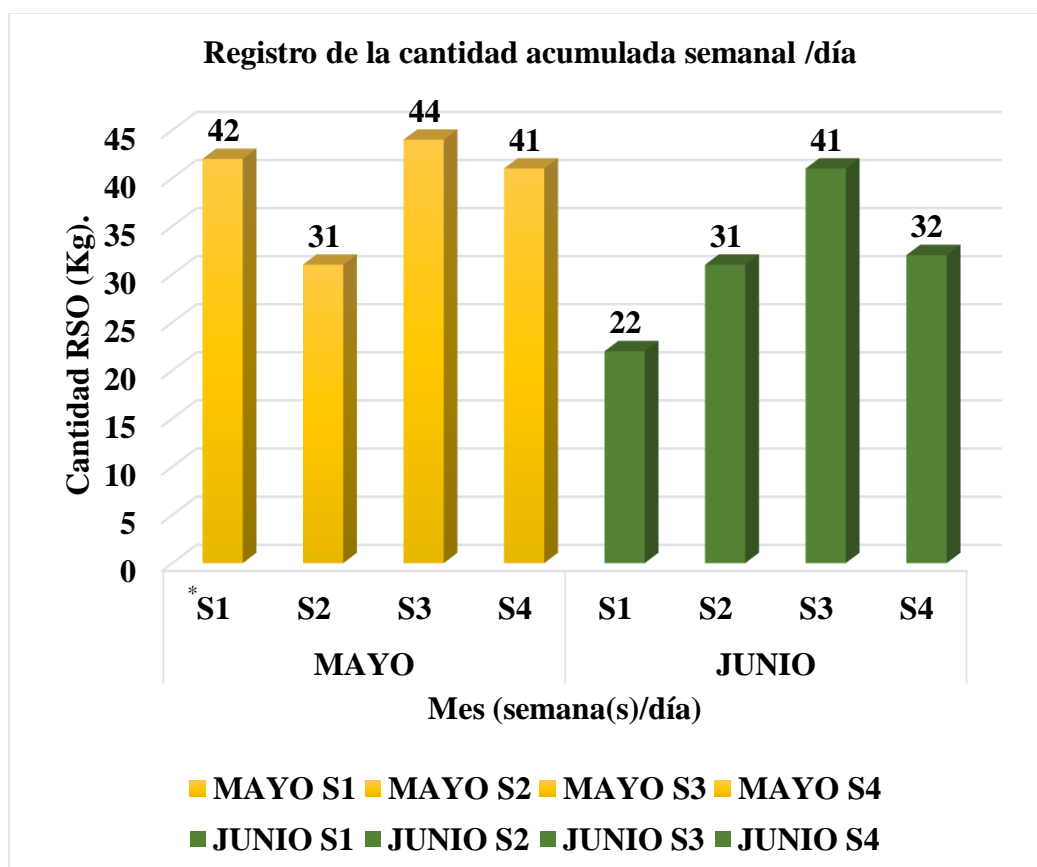
DÍA	SEMAMA										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lunes	15	25	30	42	0	0	0	0	0	0	0
Miércoles	18	26	36	48	0	0	0	0	0	0	0
Sábado	23	29	39	57	65	66	59	48	37	26	19

Fuente: El autor

16. RESULTADOS Y ANÁLISIS OBTENIDOS

Cantidad de residuos generados en el hogar infantil personitas.

Gráfica 1: Cantidad acumulada semanal de Residuos Sólidos Orgánicos.

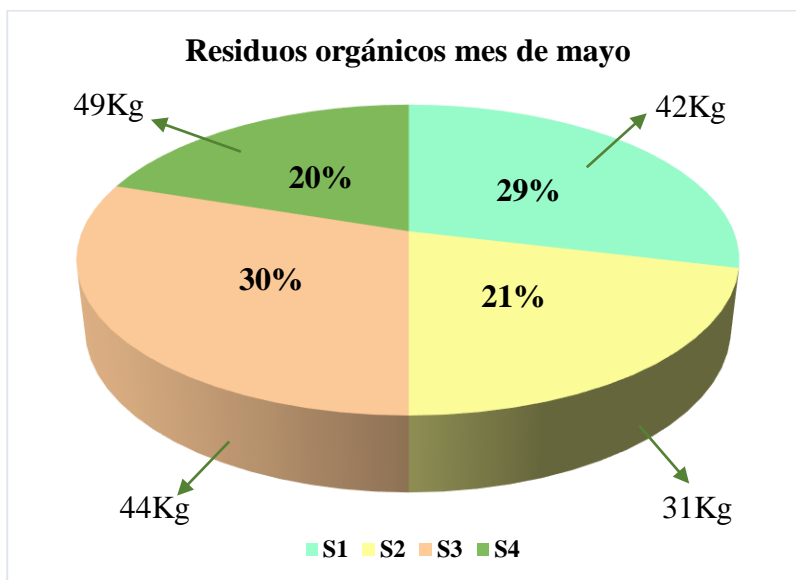


Fuente: El autor²⁰

La grafica nos muestra el registro semanal de residuos generados en los meses de mayo y junio, observándose que, para el mes de mayo, la cantidad promedio fue de 30 a 44 kg, mientras que para el mes de junio la cantidad promedio registrada fue de 22 a 41 Kg (ver grafica 1: Cantidad acumulada semanal); Esta variación en los datos obtenidos se debe al cambio de la minuta alimentaria según lo reglamenta el ICBF.

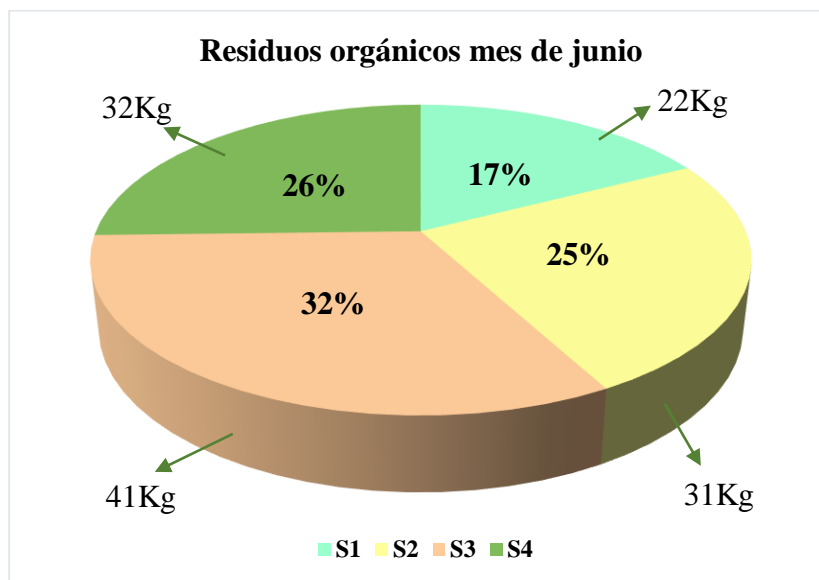
²⁰ *S: semana

Gráfica 2: Registro semanal de Residuos Sólidos Orgánicos mes Mayo.



Fuente: El autor.

Gráfica 3: Registro semanal de Residuos Sólidos Orgánicos mes Junio.



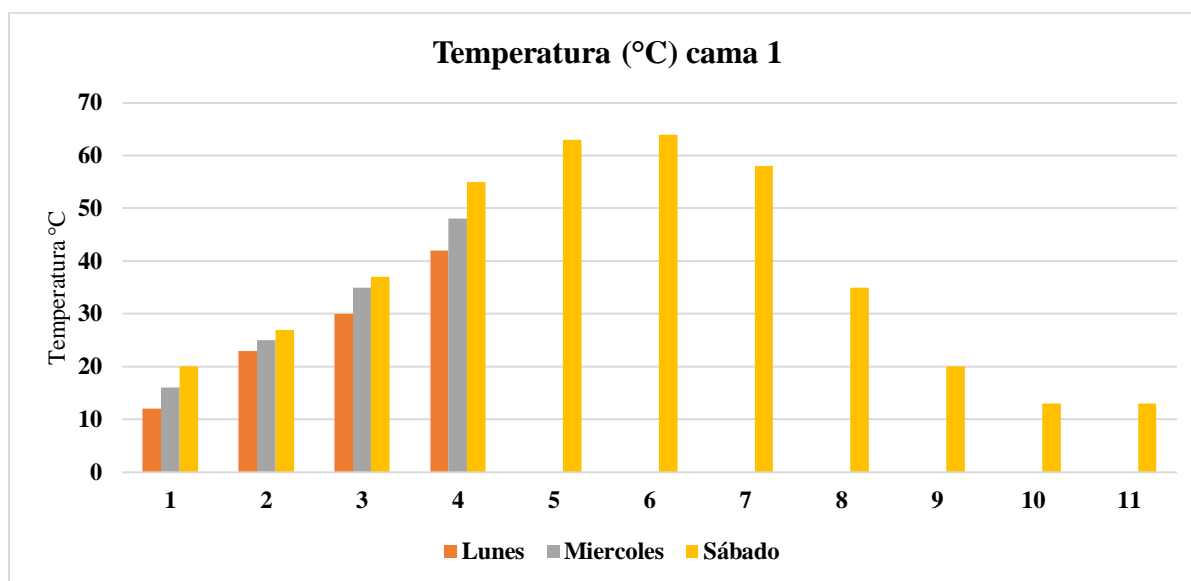
Fuente: El autor.

Como se puede observar el porcentaje de las gráficas 2 y 3 correspondientes al peso semanal, las dos camas no presentan gran variación en la cantidad registrada en la primera

semana, se presencia una disminución de la mitad de residuos generados según lo observado en la primera cama, los residuos generados dependen de la minuta que estén implementando en el jardín y la cantidad de niños que asistan a la institución.

Temperaturas presentadas durante la descomposición de los residuos.

Gráfica 4: Registro temperatura (°C) cama 1.

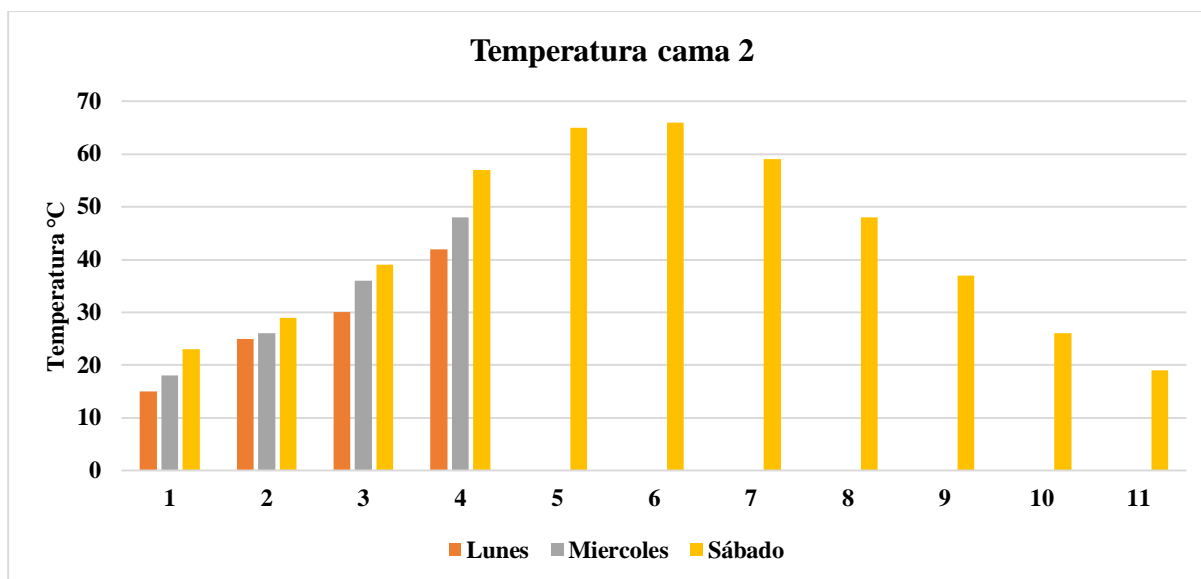


Fuente: El autor.

Las temperaturas correspondientes a la cama uno (1) registradas en la gráfica 4 muestra los cambios de temperatura desde la fecha de iniciación hasta la fecha en el que la temperatura regresa a su estado inicial y permanece constante. Durante el proceso de maduración tomadas en los volteos del compost, se puede observar las etapas mesófila correspondiente a la semana uno (1) y dos (2) del proceso de llenado de la cama, durante estas dos primeras semanas se observó aumento de temperatura, olor y presencia de mosquitos a causa del olor generado durante la descomposición, al controlar el olor desaparecieron los mosquitos. La etapa termófila corresponde a la semana cinco (5) y seis (6) las cuales presentan una temperatura sobre los 60°C

cumpliendo con un proceso de desinfección y esterilización del compost, en estas semanas se observa el cambio de color y textura de los residuos facilitando la realización de los volteos. Durante las semanas ocho (8) y nueve (9) se presentan cambios en la temperatura indicando así el inicio de la mesófila dos (2) etapa final de proceso de descomposición que es la que desempeña el proceso de maduración del compost, esta etapa mantiene la temperatura ambiente.

Gráfica 5: Registro temperatura ($^{\circ}\text{C}$) cama 2.



Fuente: El autor.

Las temperaturas registradas en el proceso de maduración de la cama dos (2) durante cada uno de los volteos, muestran un proceso eficiente según los parámetros de fases del compost como son la mesófila que en este caso se presenta en las tres primeras semanas durante el proceso de llenado, en este proceso la presencia de olores y de mosquitos fu nulo, pues se realizó el control desde el momento de la iniciación de llenado. Después de la cuarta semana y hasta la sexta la temperatura aumenta sobre los 60°C , lo que indica la activación de los microorganismos termófilos, los cuales son los encargados de la esterilización de la materia orgánica, los cambios de temperatura fueron similares a los de la cama 2, después de la semana

siete (7) la temperatura empieza a descender hasta llegar a la temperatura inicial, lo que indica el inicio de la fase mesófila dos (2) que indica la maduración del compost.

Compost obtenido

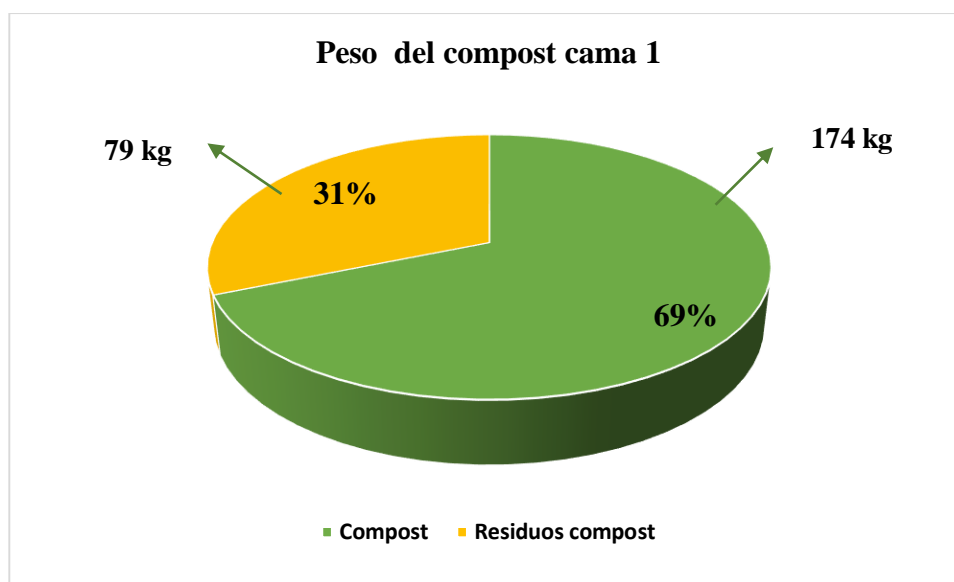
Peso del Compost y los Residuos Resultantes al Tamizar

Tabla 9: Registro del compost y residuos después de tamizar cama 1.

Peso Del Compost Cama 1	
Compost	Residuos Compost
174 kg	79kg

Fuente: El autor

Gráfica 6: Registro peso del compost obtenido - cama 1.



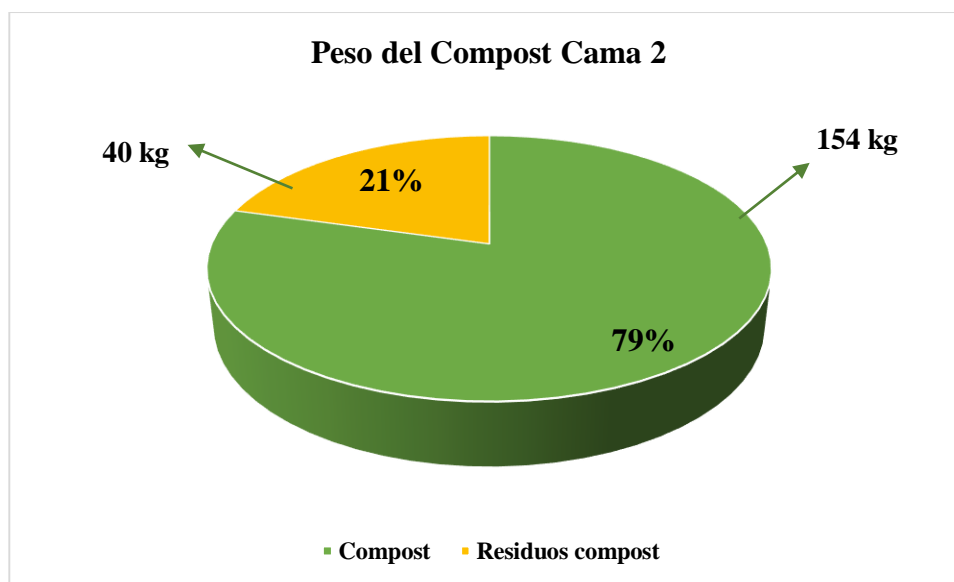
Fuente: El autor.

La gráfica muestra el 100% del producto final obtenido de la cama 1, del cual 174kg del material corresponde al 69% de compost, mientras que el 31% hace parte de los residuos (terrones, maderas pequeñas y algunas piedras) lo que equivale a 79kg; para un total de 253kg; de los cuales 95kg equivale al material agregado (tierra abonada, viruta y hojarasca). La textura del compost es suave, olor terroso y de color oscuro.

Tabla 10: Registro del compost y residuos después de tamizar cama 2.

Peso Del Compost Cama 2	
Compost	Residuos Compost
154 kg	40kg

Fuente: El autor

Gráfica 7: Registro peso del compost obtenido - cama 2.

Fuente: El autor.

Del total de compost obtenido en la cama 2, el 79% corresponde a 154kg de compost libres de residuos, y el 21% restante equivale a 40 kg de terrones, maderas pequeñas y algunas piedras para un total de 194kg; de los cuales 68 kg equivale al material agregado (tierra abonada, viruta y hojarasca). La textura del compost es suave, olor terroso y de color oscuro.

16.1 Resultados obtenidos en el laboratorio.

Según las pruebas realizadas se establece la viabilidad del compost como sustrato orgánico en la implementación de huertas urbanas sustentables. Los parámetros analizados en el laboratorio fueron el % de humedad y el pH.

Los resultados obtenidos se muestran en las siguientes gráficas.

Humedad

Para obtener la cantidad de agua presente en el compost durante el proceso se realizó la toma de cuatro muestras. Implementando la ecuación para calcular el % de agua se obtuvo (Giraldo, 2013).

$$\%Agua = \frac{PHS - PSS}{PSS} * 100$$

Donde:

PHS = Peso del suelo.

PSS = Peso del suelo secado a 105°C.

PSS_a = Peso de suelo seco más accesorio.

PHS_a = Peso del suelo más accesorio.

Tabla 11: *Resultados de Humedad Cama 1.*

No.	PHSa	PSSa	Peso Accesorio	PHS	PSS	%Agua
1	27,2	24,1	17,2	10	6,9	44,92
2	27,8	24,8	17,8	10	7	42,85
3	27,8	27,3	17,8	10	9,5	5,26
4	35	30,6	20	15	10,6	41,50

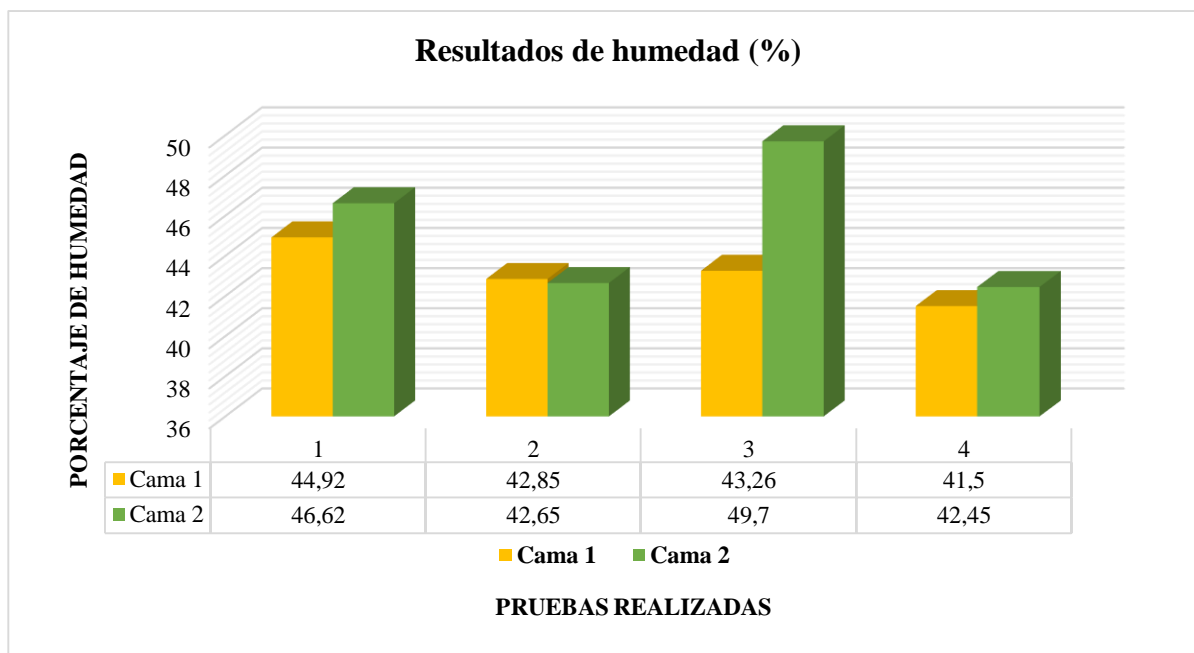
Fuente: El autor.

Tabla 12: Resultados de humedad Cama 2.

No.	PHSa	PSSa	Peso Accesorio	PHS	PSS	%Agua
1	27,2	24,02	17,2	10	6,82	46,62
2	27,8	24,81	17,8	10	7,01	42,65
3	27,8	27,48	17,8	10	6,68	49,70
4	30	27,02	20	10	7,02	42,45

Fuente: El autor.

La humedad registrada en cada una de las muestras realizadas en el proceso del compostaje fue; para la cama uno (1) presento un rango de (51-56) % de humedad y para la cama dos (2) un rango de (49-58) % de humedad. Un adecuado % de agua según lo indicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Gráfica 8: Registro de humedad obtenida.

Fuente: El autor

pH: Los datos obtenidos se presentan en la tabla 11.

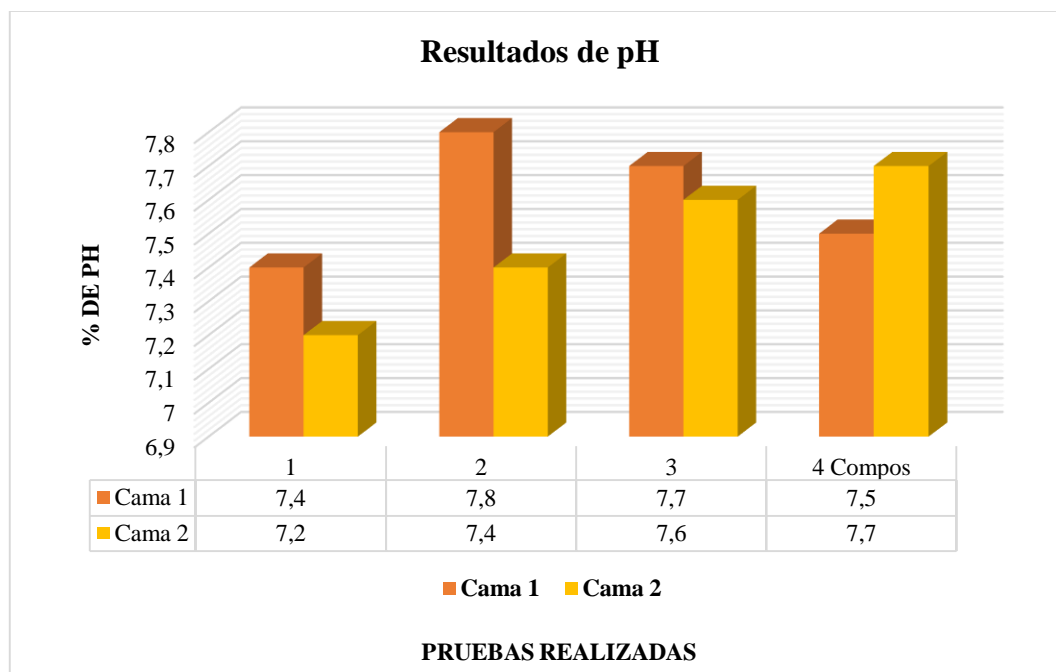
Tabla 13: Registro de pH.

Muestra	Cama 1	Cama 2
1	7,4	7,2
2	7,8	7,4
3	7,7	7,6
4 compost	7,5	7,7

Fuente: El autor.

Según las muestras obtenidas se observa que el pH registrado se encuentra en un rango de (7,2 – 7,7) lo que indica que es óptimo y cumple con los parámetros establecidos según la FAO.

Gráfica 9: Resultados de pH.



Fuente: El autor

17. ANÁLISIS ECONÓMICO, FINANCIERO, SOCIAL Y AMBIENTAL.

17.1. ANÁLISIS ECONÓMICO.

Es importante tener claro que todo tipo de proyecto requiere de recursos económicos para su ejecución, ya que este proyecto no requiere de tanto presupuesto económico nosotros asumimos la responsabilidad de cubrir los gastos de algunos materiales indispensables para la elaboración. Conociendo el estado del lugar en el cual se realiza el proyecto se emplearon materiales para la construcción de las camas para el compost, las cuales fueron costeadas por los estudiantes de ingeniería ambiental, pues el jardín no tenía los recursos económicos para la compra de estos materiales. El material tipo PET en el cual se realizó la siembra de las diferentes plantas de hortalizas fue recolectado por las docentes del establecimiento.

Para el desarrollo del presente proyecto, se hizo necesario la compra de los siguientes elementos detallados a continuación.

Tabla 14: *Análisis Económico.*

COSTOS DE PRODUCCION				
Actividad	Descripcion	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Adecuación del lugar	Estibas	10 u	\$10.000	\$100.000
	Tornillos	4 paquetes por 50 u	\$1.500	\$6.000
	Malla plástica	6 m	\$1.400	\$8.400
	Pala	3 u	\$28.800	\$86.400
	Rastrillo de pasta	1 u	\$6.000	\$6.000
	Rastrillo metálico	1 u	\$10.000	\$10.000

	Balanza	1 u	\$13.000	\$13.000
	Plástico negro	14 m	\$4.500	\$63.000
	Guantes de carnaza	4 pares	\$10.000	\$40.000
	Guantes de uso doméstico	10 pares	\$4.500	\$45.000
	Tablas de madera 1*30	8 u	\$5.000	\$40.000
	Tablas de madera 2*30	8 u	\$8.000	\$64.000
	Caneca plástica	1 u	\$20.000	\$20.000
	Azadón	1 u	\$50.000	\$50.000
	Estacas de 45cm	48 u	\$1.500	\$72.000
	Estacas de 1.50cm	10 u	\$2.500	\$25.000
	Amarraderas de pasta	1 paquete	\$9.000	\$9.000
	Mano de obra	1 persona	\$40.000	\$40.000
Insumos	Semillas	8 paquetes	\$2.500	\$20.000
	Abono orgánico	4 bultos	\$50.000	\$200.000
Varios	Impresiones y fotocopias	42 u	\$200	\$8.400
		2 acarreos	\$20.000	\$40.000
	Transporte	2 servicios de taxi	\$7.500	\$15.000
	Transporte urbano	237 pasajes	\$1.600	\$379.200
Total				\$1.936.400

Fuente: El autor.

17.2. ANÁLISIS FINANCIERO

Además de las herramientas y los elementos de protección personal (EPP), fue necesario adecuar el área exterior frontal como parte del desarrollo del proyecto denominada “área para huerta a nivel del piso”; el cual requirió de mano de obra para su adecuación. en la tabla 9 se observan los costos y materiales utilizados, estos costos fueron sufragados por el Jardín Infantil Personitas.

Tabla 15: *Análisis Financiero.*

COSTOS DE PRODUCCION				
Actividad	Descripcion	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
	Tierra Abonada	9 bultos	\$12.000	\$108.000
	Regadera 8L	1 u	\$20.000	\$20.000
	Fumigadora pequeña *2L	1 u	\$22.000	\$22.000
	Acarreo	1 u	\$12.000	\$12.000
Adecuación del lugar	Semillas hortalizas	3 paquetes	\$2.000	\$6.000
	Mejoras de las parcelas (Ladrillos, cemento, arena, mano de obra).		\$1.000.000	\$1.000.000
	Plástico negro	4 m	\$5.000	\$20.000
	Malla saranda	1 m*50cm	\$28.000	\$28.000
Total				\$1.216.000

Fuente: El autor.

17.3. ANÁLISIS SOCIAL

Debido al amplio crecimiento de la población de la ciudad de Tunja el manejo de los residuos sólidos es nulo en cada uno de los hogares. Mediante la implementación de proyectos que permitan la interacción de la comunidad, el intercambio de conocimientos y puesta en marcha del aprovechamiento de los residuos sólidos como producto fertilizante para las huertas urbanas sustentables, Se brinda a la comunidad personitas la oportunidad de aprovechar los espacios de la Institución Personitas implementando una huerta urbana sustentable que involucra la participación de los padres de los niños de dicho jardín, en pro de producir alimentos sanos para el consumo de los pequeños que reciben una formación y cuidado.

Es importante destacar la importancia del desarrollo de este tipo de proyectos, con esto se garantiza la ampliación de formación a otros lugares que están en la necesidad de darle un aprovechamiento a los residuos generados, es el caso de del Centro de Desarrollo Infantil (CDI) de la urbanización Antonia Santos la cual está habitada por personas de escasos recursos. Esta comunidad busca nuevas alternativas de formación y enfoque al aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicas.

A demás, es importante brindar este tipo de conocimientos y asesoramiento a poblaciones vulnerables y con la necesidad de superación en el desarrollo de nuevas estrategias empresariales que permitan ampliar sus conocimientos en el aprovechamiento de los residuos sólidos como un producto orgánico el cual es comerciable, garantizando así un sustento económico.

17.4. ANÁLISIS AMBIENTAL

Teniendo en cuenta el desarrollo urbano, y por ende el crecimiento poblacional de la ciudad de Tunja y de algunos municipios circunvecinos, se ha producido un aumento en la generación de residuos sólidos debido a la cultura consumista; provocando grandes consecuencias de impacto ambiental en las zonas aledañas al Relleno Sanitario de Pírgua. Sabiendo que existen tecnologías y mecanismos de aprovechamiento el cual no se implementan de forma masiva. Posteriormente se debe realizar un seguimiento y control a las diferentes normativas ambientales vigentes en el país, con el fin de dar cumplimiento a la protección, cuidado y preservación del medio ambiente y los recursos naturales.

Por lo anteriormente mencionado y con el desarrollo de este proyecto, se prevé la implementación del compostaje como un mecanismo de aprovechamiento de estos residuos generados, permitiendo realizar un beneficio de estos, al igual que la reducción de los residuos sólidos orgánicos lo que permite el aumento de la vida útil del Relleno Sanitario de Pírgua; debido a que estos tendrán una disposición final diferente permitiendo el uso y el manejo de las buenas prácticas ambientales y de esta manera evitar impactos negativos como enfermedades causadas por vectores y roedores, contaminación de fuentes de agua subterráneas y superficiales, contaminación atmosférica, contaminación del suelo, generación de olores.

Finalmente, al realizar un adecuado manejo y aprovechamiento de los R.S.O mediante el compostaje, se pueden obtener múltiples beneficios ambientales entre los que se pueden encontrar: el reciclaje, el cual permite la reutilización de los residuos convirtiéndolos en materia prima; conservación y recuperación de los recursos naturales mediante la productividad y la sostenibilidad de los ecosistemas. Adicional a estos, se genera conciencia ambiental en la

población mediante prácticas de separación en la fuente, logrando así el aumento de la vida útil del Relleno Sanitario de Pírgua.

18. CONCLUSIONES

La investigación y ejecución del mecanismo del compostaje como aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en el Hogar Infantil Personitas, incentiva a la comunidad a iniciar un proceso de aprendizaje e innovación, en el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos y la producción orgánica y sustentable de hortalizas con bajos costos.

Realizando el diagnóstico del lugar se observó las necesidades de realizar mejoras al área y utilización de los recursos del Hogar infantil, las dos áreas se adecuaron y se aprovecharon para la elaboración del compostaje y la siembra de hortalizas tanto en el piso como en macetas ecológicas diseñadas con material tipo PET.

Con la ejecución del presente proyecto se creó una red de huertas urbanas en 20 familias del Jardín Infantil, lo que permite reestablecer los conocimientos campesinos como instrumento de sustento de una agricultura amigable con el medio ambiente, fortaleciendo la seguridad alimentaria y acceso de los alimentos a la comunidad.

Con la implementación del compostaje como mecanismo de aprovechamiento de los R.S.O., se cimientan las bases para generar beneficios sociales, económicos y ambientales ya que se aprovecharon 284kg de R.S.O. generados en el Hogar Infantil y que se convirtieron en abono orgánico para ser utilizados como sustrato en la construcción y elaboración de huertas con envases tipo PET.

Teniendo en cuenta la teoría de los diferentes autores y los resultados obtenidos, el producto final “compost” cumple parámetros como temperatura, humedad, pH, lo que indica que es apto para ser empleado como sustrato, ya que posee parcialmente nutrientes como N, P, K, debido a los residuos empleados.

19. RECOMENDACIONES

Incentivar a la sensibilización para fomentar espacios de trabajo en el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos frente a la importancia del trabajo con la comunidad y desarrollo de proyectos de emprendimiento.

Diseñar planes de seguimiento y control que garanticen la continuidad del proyecto en el Jardín Infantil.

Tecnificar el mecanismo de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos con el fin de reducir esfuerzos del personal administrativos y de servicios generales del Jardín Infantil.

Se recomienda implementar nuevos sistemas y métodos para el aprovechamiento de los residuos con el fin de mejorar la producción de abono orgánico.

Asociar a los padres de familia con el fin de generar empresa productora de compost, garantizando el beneficio económico, social y ambiental a la comunidad del barrio Bolívar.

Se recomienda utilizar los residuos orgánicos generados en las diferentes instituciones para producir compost, lo cual se fundamenta en un proceso económico, de bajo impacto ambiental y alta eficiencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Agro Waste. (s.f.). *Pirólisis*. Obtenido de <http://www.agrowaste.eu/wp-content/uploads/2013/02/PIROLISIS.pdf>
- Alcaldía de Tunja. (2013). *Nuestro Municipio: Identificación del Municipio*. Boyacá, Tunja. Obtenido de http://www.tunja-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2014). *Guía Técnica para el Aprovechamiento de de Residuos Orgánicos a través de Metodologías de Compostaje y Lombricultura*. Bogotá. Obtenido de http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2014). *Guía Técnica para el Aprovechamiento de Residuos Orgánicos a través de Metodologías de Compostaje y Lombricultura*. Bogotá. Obtenido de http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf
- Araucaria. (22 de 09 de 2005). *araucarias.blogspot.com*. Recuperado el 2018, de <http://araucarias.blogspot.com/2005/09/aireacin-del-suelo-la-aireacin-del.html>
- Arbeláez, J. I., Chejne Janna, F., Castillo Monroy, E. F., Acero Reyes, J. R., Gómez Gutiérrez, C. A., Sarmiento Chaparro, J. A., . . . Ospina Aguirre, E. Y. (2014). *Pirólisis rápida de biomasa*. Medellín. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/PirlisisrpidadebiomasavEbook.pdf>
- ARDISA. (S.F.). *agenda21ardisa.dpz.es*. Obtenido de http://agenda21ardisa.dpz.es/docs/ar_da_4.pdf
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (Febrero de 2013). *Manual de Compostaje*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2018, de Manual de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos a través de Sistemas de Compostaje y Lombricultura en el Valle de Aburrá: <http://www.earthgreen.com.co/descargas/manual-compostaje.pdf>
- Aristizabal, C., & Sáchica, M. S. (2001). *El aprovechamineto de los residuos sólidos domiciliarios no toxico en Bogotá D.C*. Monografía, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

- Barreto, L. F. (2008). *Producción de abonos orgánicos, aplicando procesos de compostaje y lombricompostaje a residuos de las cadenas agrícolas y pecuarias enfocado al Bio-Mejoramiento del agro Colombiano*. Trabajo de grado, Universidad de Pamplona, Ciencias Básicas, Pamplona. Recuperado el 1 de Octubre de 2019, de http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portaIIG/home_101/recursos/01general/27112014/monografialuisranciscocacu.pdf
- CEGESTI. (2014). *Aprovechamiento energético de residuos sólidos municipales mediante el uso de tratamientos térmicos de avanzada*. Obtenido de http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_253_240314_es.pdf
- CIEMAT, D. Z. (s.f.). *digital.csic.es/bitstream*. Recuperado el 2018, de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/16792/1/2000%20Compost%20CIEMAT.pdf>
- CLIMATE.DATA.ORG. (s.f.). *CLIMA: TUNJA*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/location/5328/>
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. (10 de 10 de 2000). *lombricultura.cl*. Obtenido de <http://www.lombricultura.cl/lombricultura.cl/userfiles/file/biblioteca/normas/Norma%20calidad%20COMPOST.pdf>
- Congreso de Colombia. (24 de Enero de 1979). *Arlsura.com*. Obtenido de https://www.arlsura.com/files/ley9_1979.pdf
- Congreso de Colombia. (19 de Diciembre de 2008). *Minambiente.gov.co*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2008/ley_1259_2008.pdf
- Cortés, A. N. (1993). *Estudio Termoquímico y Cinético de la Pirólisis de Residuos Sólidos Urbanos*. Tesis doctoral, Alicante. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Garcia-Cortes-Angela-Nuria.pdf>

Cubides, W. R. (2014). *Implementación agroecológica de lombricultura como corrector de suelo y de renovación de praderas. En los municipios de Tibirita, Guateque y Sutatenza*. Documento para optar el título de Zootecnista, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Garagoa. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/3399/1/80054730.pdf>

DECRETO 1713. (6 de Agosto de 2002). *Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos*". Obtenido de EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA: <https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2012/09/decreto-1713-2002-por-medio-del-cual-se-reglamenta-la-gestic3b3n-de-residuos-solidos1.pdf>

Delgado, J. R. (25 de 08 de 2006). *lunazul.ucaldas.edu.co*. Obtenido de http://lunazul.ucaldas.edu.co/downloads/Lunazul5_6_9.pdf

Díaz, E. (Abril de 2002). *Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior*. Obtenido de Guía de Lombricultura: Lombricultura una alternativa de producción: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/88761.pdf>

Díaz, E. (Abril de 2002). *Guía de Lombricultura*. Obtenido de Lombricultura: Una alternativa de producción: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/88761.pdf>

Diputación de Alicante. (s.f.). *Manual*. Obtenido de Huertos sostenibles en casa: <https://web.ua.es/es/ecocampus/documentos/consejos-ambientales/huertos-sostenibles.pdf>

Doria, J. (2010). GENERALIDADES SOBRE LAS SEMILLAS: SU PRODUCCIÓN, CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO. *Cultivos Tropicales*, 10(1), 75. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v31n1/ctr11110.pdf>

- Duñabeitia, R. B. (2009). *Aprovechamiento Termoquímico de la Biomasa*. Zaragoza. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de http://benasque.org/2009fronterasenergia/talks_contr/072Aprovechamiento_Biomasa.pdf
- EARTH Green Colombia. (s.f.). *Principios Básicos del Compostaje*. Obtenido de <http://www.earthgreen.com.co/aprenda-mas-pyr/74-principios-basicos-del-compostaje>
- Escuela de Ingeniería y Medio Ambiente. (s.f.). *Ventajas y Desventajas del Compost*. Obtenido de <http://eimaformacion.com/ventajas-y-desventajas-del-compost/>
- FAA-UNSE. (2003). *faa.unse.edu.ar*. Obtenido de <http://faa.unse.edu.ar/apuntes/hortic/hortic8.pdf>
- Férez, Y. P., Martínez Segado, M. d., & Valdés Illán, R. (s.f.). *Construcción de una planta de producción de biochar a partir de purines*. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena. Obtenido de <http://www.upct.es/~orientap/agrolola/biochar.pdf>
- Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA); Unidad Regional de Asistencia Técnica (RUTA); Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (Agosto de 2003). *fao.org*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-at738s.pdf>
- García, C. B., & Josa rojas, D. (2015). *Plan de Manejo Ambientaol de Residuos Sólidos Orgánicos en las veredas Anganoy y San Juan de Anganoy Corregimiento de Mapachico Munució de Pasto*. Proyecto de Grado, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto. Obtenido de <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/91157.pdf>
- Gestión de RSU. Transformaciones de los RSU*. (s.f.). Obtenido de Transformaciones de los Residuos Sólidos: https://aulagaasociacion.files.wordpress.com/2015/03/5_transformaciones_rsu.pdf
- Giraldo, J. C. (2013). *Manual de Prácticas de Campo y de Laboratorios de Suelo*. Obtenido de
- SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE:

https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/2785/1/practicas_campo_laboratorio_suelos.pdf

Gómez, A., Klose, W., & Rincón, S. (2008). *Pirólisis de Biomasa: Cuesco de Palma de aceite*. Universidad Nacional de Colombia y Universidad de Kassel, Ingeniería Mecánica y Mecatrónica, Ingeniería Térmica, Bogotá Colombia y Kassel Alemania. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de <http://www.uni-kassel.de/upress/online/frei/978-3-89958-457-8.volltext.frei.pdf>

Grupo de Cooperación Columela. (2006). *huertoalegre.com*. Obtenido de <http://www.huertoalegre.com/assets/Publicaciones/descargas/-Agricultura-Ecolgica.pdf>

Guía de Lombricultura. (Abril de 2002). *Lombricultura, una alternativa de producción*. Recuperado el 2018, de Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior Municipio Capital de la Rioja.: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/88761.pdf>

Guía Técnica Colombiana. (16 de Abril de 97). *GTC 35*. Obtenido de GESTIÓN AMBIENTAL, RESIDUOS. GUÍA PARA LA RECOLECCIÓN SELECTIVA DE RESIDUOS SÓLIDOS.: <https://es.scribd.com/doc/110230399/Gtc-35>

Gutierrez, D. F., & Navarro Muñoz, J. P. (2017). *IMPLEMENTACIÓN DE ALTERNATIVA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MEDIANTE EL PROCESO DE PIRÓLISIS LENTA PARA LA OBTENCIÓN DE MATERIALES DE USO AGRÍCOLA*. Proyecto de grado, UNIVERSIDAD DE LA SALLE, Bogotá. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018

Health Care Without Harm. (s.f.). *Pirólisis, una técnica de tratamiento térmico no tradicional*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de Salud sin daño: <https://noharm-uscanada.org/node/1463>

- Henao, G. J., & Zapata Márquez, L. M. (2008). *APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN COLOMBIA*. Monografía, Medellín. Obtenido de <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>
- Herrera, D. A., Sanchez Suarez, E., & Restrepo Gutiérrez, L. O. (2011). *Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos Generados en la Institución en la Producción de Lombricompost*. El Limonar, Medellín. Obtenido de <https://es.calameo.com/read/00202050067fbcc009066>
- Ingeniería Química.Net. (26 de Mayo de 2014). *Pirólisis*. Obtenido de Etapas del proceso: <http://www.ingenieriaquimica.net/articulos/361-pirolisis>
- Instituto Colombiano Agroecuario. (2015). *Cartilla Práctica para la Elaboración de abono Orgánico Compostado en Producción Ecológica*. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Agricultura-Ecologica-1/Documentos/cartilla-elaboracion-abono-organico-solido-28-11-2.aspx>
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2017). *Programa Manejo de Residuos Regional Boyacá*. Tunja.
- Leal, L. A. (2014). *Modelado y simulación del proceso de pirólisis rápida de biomasa en un reactor de lecho fluidizado*. Tesis, Medellín. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/45399/1/1098680840.2014.pdf>
- López, M. Á., & Scibona, J. (Mayo de 2001). *Hoja informativa de Horticultura*. Recuperado el 2018, de Lombricultura: Producción de abono orgánico: <http://www.hort.unlu.edu.ar/sites/www.hort.unlu.edu.ar/files/site/Hoja%20informativa%20-%20Lombricultura.pdf>

Meléndez, G., & Soto, G. (3 , 4 de Marzo de 2003). *Taller de abonos orgánicos*. Obtenido de <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Taller%20Abonos%20Org%C3%A1nicos.pdf>

Minambiente. (08 de junio de 2008). *minambiente.gov.co*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/f0-Resoluci%C3%B3n%20909%20de%202008%20-%20Normas%20y%20est%C3%A1ndares%20de%20emisi%C3%B3n%20Fuentes%20fijas.pdf>

Minambiente. (2008). *minambiente.gov.co*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2008/ley_1259_2008.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (26 de Julio de 1983). *Minambiente.gov.co*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/1983/dec_2104_1983.pdf

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (20 de 12 de 2005). *perladelmanacaciasesp.micolombiadigital.gov.co*. Obtenido de http://perladelmanacaciasesp.micolombiadigital.gov.co/sites/perladelmanacaciasesp/content/files/000003/114_resolucion.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (07 de Mayo de 20003). *Minambiente.gov.co*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec_1140_070503.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (04 de Junio de 2003). *Biblioteca.saludcapital.gov.co*. Obtenido de http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img_upload/03d591f205ab80e521292987c313699c/decreto-1505-de-2003.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (03 de Octubre de 2003). *catorce6.com*.

Obtenido de https://www.catorce6.com/images/legal/Resolucion_1045_de_%202003_Ministerio_de_Ambiente.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (29 de Abril de 2004). *Minvivienda.gov.co*.

Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0477%20-%202004.pdf>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (09 de 25 de 2009). *minambiente.gov.co*.

Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2009/dec_3695_2009.pdf

Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (2013). *Guía para el aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos, Mediante Compostaje y Lombricultura*. Bolivia.

Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (s.f.). *Cartilla para el aprovechamiento de residuos sólido orgánicos*. Cartilla, Bolivia.

Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (s.f.). *Guía para el aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos: Mediante Compostaje y Lombricultura*. Bolivia.

Ministerio de Salud y Protección Social. (15 de Agosto de 2012). *Minsalud.gov.co*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Decreto-1713-de-2012.pdf>

Montaño, I. L. (2017). *Diseño de una planta piloto de pirólisis rápida de la fracción orgánica de rechazo de RSU*. Trabajo Fin de Grado, Universidad de Sevilla, Ingeniería Química y Ambiental, Sevilla. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91608/fichero/TFG+Isabel+Ledesma+Monta%C3%B1o.pdf>

- Montes, D. (S.F.). *Glosario de Términos de Reciclaje*. Obtenido de <http://www.ingenieroambiental.com/4012/Glosario%20de%20Terminos%20de%20Reciclaje.pdf>
- Negro, M., Villa, F., Aibar, J., Alrcón, R., Ciria, P., Cristóbal, M. V., . . . Zaragoza, C. (s.f.). *Producción y Gestión del Compost*. Obtenido de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/16792/1/2000%20Compost%20CIEMAT.pdf>
- Norma Técnica Colombiana . (31 de Myo de 2004). *Productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abono o fertilizantes y Enmiendas de suelo*. Obtenido de NTC-5167: https://kupdf.net/download/ntc-5167-2004_59cd2ae708bbc53e51686ebd_pdf
- Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito. (S.F.). *unodc.org*. Obtenido de https://www.unodc.org/documents/bolivia/DIM_Manual_de_cultivo_de_hortalizas.pdf
- Organización de la Naciones Unidas. (Febrero de 2011). *Seguridad Alimentaria Nutricional, Conceptos Básicos*. Obtenido de Programa Especial para la Seguridad Alimentaria - PESA - Centroamérica Proyecto Food Facility Honduras: <http://www.fao.org/3/a-at772s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor*. Santiago de Chile. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). *Agricultura urbana*. Obtenido de <http://www.fao.org/urban-agriculture/es/>
- Pardo, C. V., Muñoz Muñoz, L. A., & Daza Matacea, J. A. (2017). *Implementar iniciativas de seguridad alimentaria y de sostenibilidad a través de huertas hurbanas en la comuna 7 de la ciudad de Popayán*. Proyecto Aplicado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Popayán.
- Peña, X. A. (2013). *Modelación Cinética de Pirolysis de Biomasa*. Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Ingeniería Química y Ambiental, Bogotá. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/11803/1/camiloantonimonroye%C3%B1a.2013.pdf>

- Pinedo, A. U. (2013). *Obtención de Biocarbones y Biocombustibles mediante Pirólisis de Biomasa Residual*. Obtenido de http://digital.csic.es/bitstream/10261/80225/1/BIOCARBONES_CENIM_CSIC.pdf
- Plata, F. B. (S.F). *agro.uba.ar*. Obtenido de <https://www.agro.uba.ar/users/semmarti/Usotierra/CH%20Plaguicidas%20fin.PDF>
- Presidencia de la República de Colombia. (2005). *Decreto 4741*. Bogotá. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjurMantenimiento/normas/Norma1.jsp?i=18718>
- Presidencia de la Republica. (S.F.). *efficacitas.com*. Obtenido de http://www.efficacitas.com/efficacitas_es/assets/Anexo%202.pdf
- Pulgarín, J. a., & Farfán Valencia, F. (s.f.). *Consideraciones sobre la nutrición mineral y orgánica en la producción de la finca*. Obtenido de <https://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo9.pdf>
- Ramírez, L. P., & Murcia Casteblanco, G. J. (2017). *Aplicabilidad de cinco (5) alternativas para el manejo de los residuos biodegradables empleando técnicas de compostaje y biodegradación para el Parque Memorial Jardines de Sana Isabel S.A.S., ubicado en la vereda Poravita municipio de Oictá - Boyacá*. Proyecto aplicado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Tunja. Recuperado el 1 de Octubre de 2018
- Real Academia Española. (2018). *Diccionario de la lengua española*. Madrid, España. Obtenido de <https://dle.rae.es/?id=19xQSLH>
- Rebolledo, A. E., Pérez López, G., Hidalgo Moreno, C., López Collado, J., Campo Alves, J., Valtierra Pacheco, E., & Etchevers Barra, J. D. (2016). Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo. *SciELO Analytics*, 34(3). Recuperado el 25 de

- Septiembre de 2018, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792016000300367#B38
- Román, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor: Experiencias en América Latina*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2008). *cbd.int/doc/bioday*. Recuperado el 2018, de <https://www.cbd.int/doc/bioday/2008/ibd-2008-booklet-es.pdf>
- SEDESOL. (s.f.). *Pirólisis*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de Capítulo 6: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd61/tecnadmvo/cap6.pdf>
- Soto, G. (19-21 de Mayo de 2003). *Memoria del Taller*. Obtenido de Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza: <http://www.fao.org/3/a-at738s.pdf>
- SUMBA, H. R. (2013). *MANEJO SUSTENTABLE DE DESECHOS SÓLIDOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS RECICLABLES EN LA PARROQUIA CRUCITA DEL CANTÓN PORTOVIEJO*. MAGÍSTER EN CIENCIAS, UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/3173>
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2018). *Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos – 2017*. Bogotá. Recuperado el 18 de Diciembre de 2018, de https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2018/Dic/2._disposicion_final_de_residuos_solidos_-_informe_2017.pdf
- Universidad Nacional de Colombia. (22 de Abril de 2013). *Granja de UN en la Orinoquia: modelo de productividad en la región*. Obtenido de UN de la Orinoquia:

<http://agenciadenoticias.unal.edu.co/en/detalle/article/granja-de-un-en-la-orinoquia-modelo-de-productividad-en-la-region.html>

Universidad Nacional de Costa Rica. (S.F. de S.F. de S.F.). Obtenido de <http://www.documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/3818/Manual%20Composteras.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Universidad Pública de Navarra. (2005-2018). *unavarra.es*. Obtenido de http://www.unavarra.es/herbario/leguminosas/htm/organismos_fijadores_L.htm

Woerden, F. V., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Kaza, S. (2018). *What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington, DC: WORLD BANK GROUP. Recuperado el 18 de Diciembre de 2018, de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>

ANEXOS

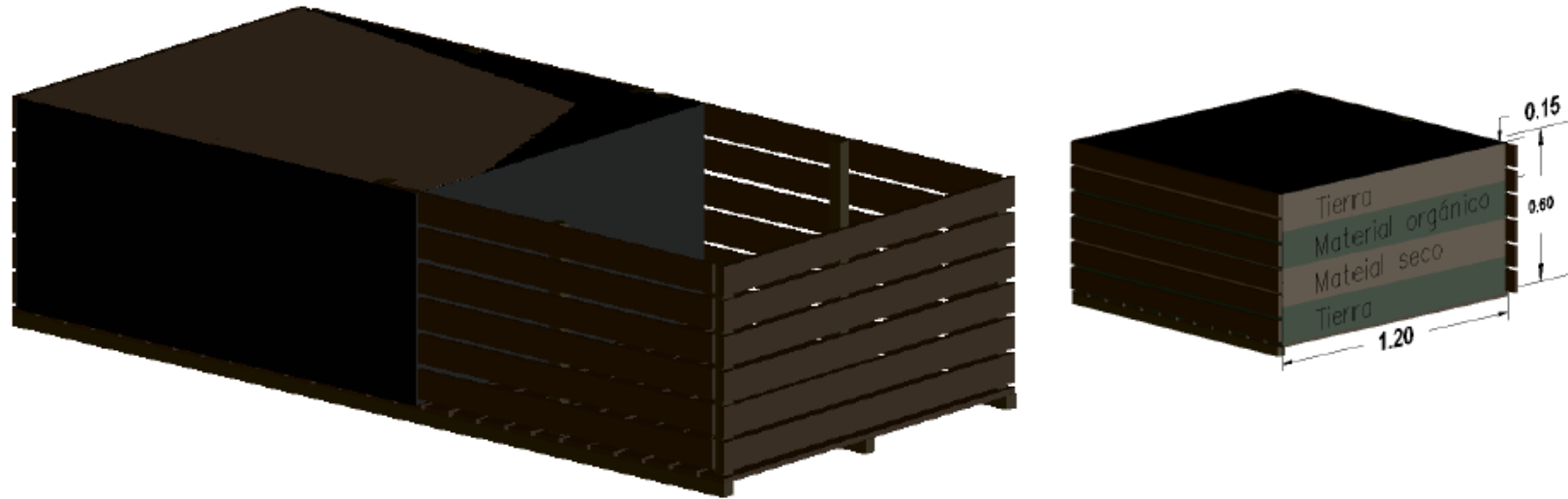
Anexo 1: Plano Hogar Infantil Personitas.



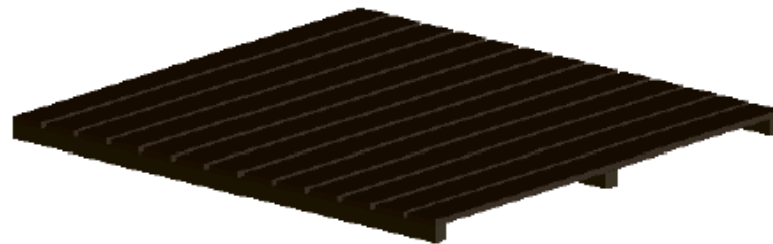
Fuente: Directivos hogar infantil personitas

Anexo 2: *Elaboración de la cama de compostaje.*

Cajón de almacenamiento del material orgánico



secciones de las Estibas

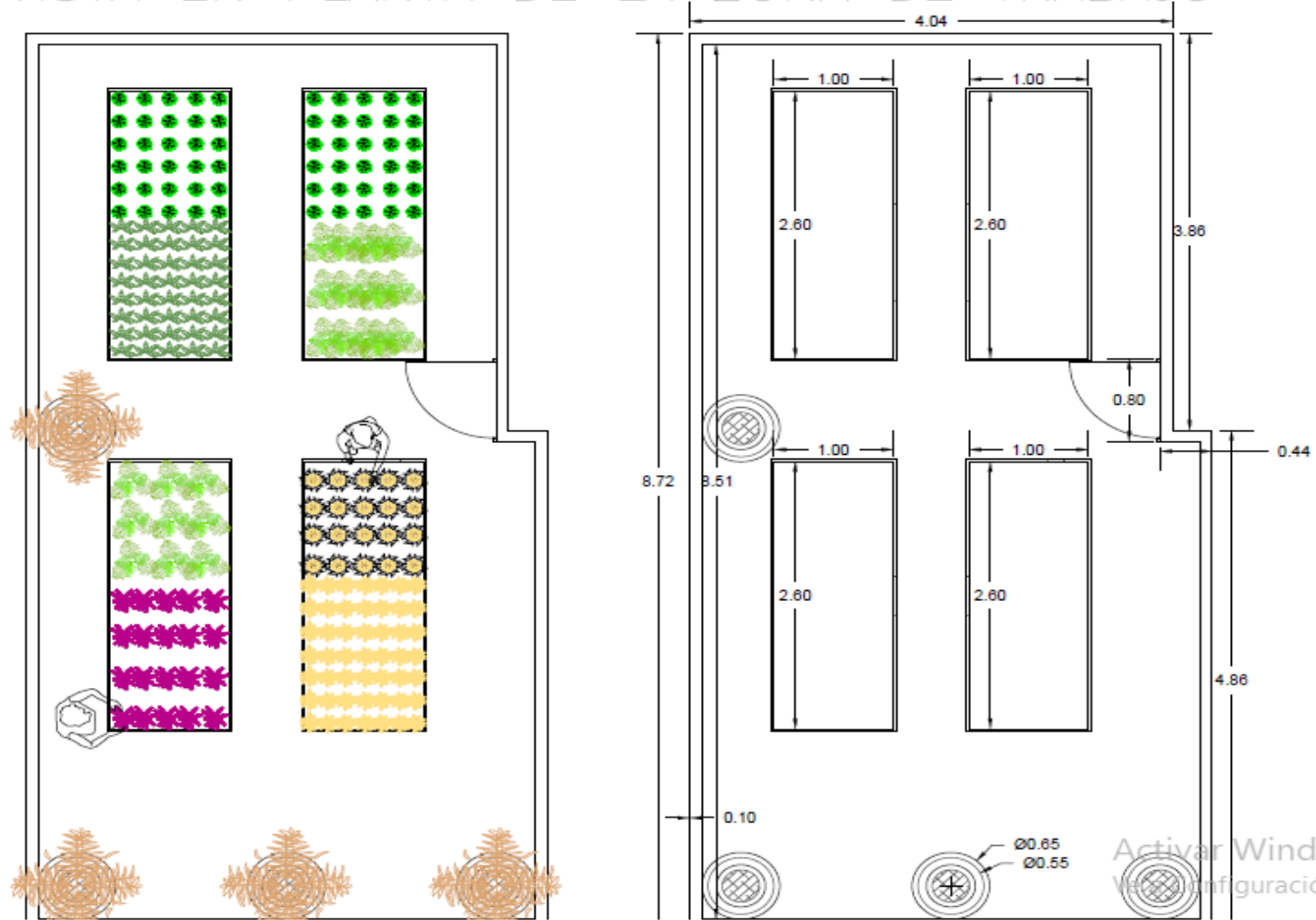


Activar Windows
Ve a Configuración pa

Fuente: El autor

Anexo 3: *Planta zona de trabajo (zona frontal).*

VISTA EN PLANTA DE LA ZONA DE TRABAJO



Fuente: El autor

Anexo 4: Proceso de trabajo (zona lateral).

Imagen 1: Área frontal



Imagen 2: Área lateral



Imagen 3: R.S.O



Imagen 4: Pesaje de R.S.O



Imagen 5: Picado de R.S.O.

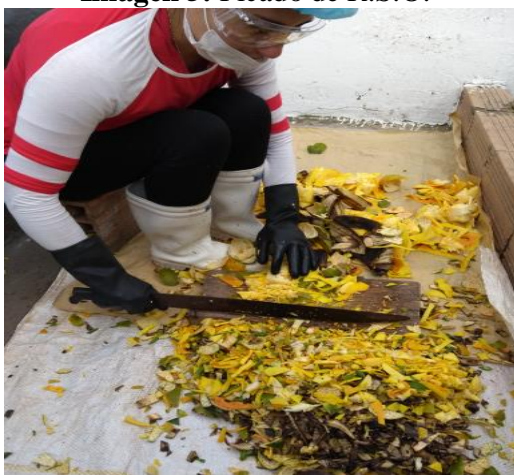


Imagen 6: Depósito de R.S.O. en la cama



Imagen 7: Descomposición de R.S.O. (1 mes.)



Imagen 8: Descomposición de R.S.O. (6 meses).

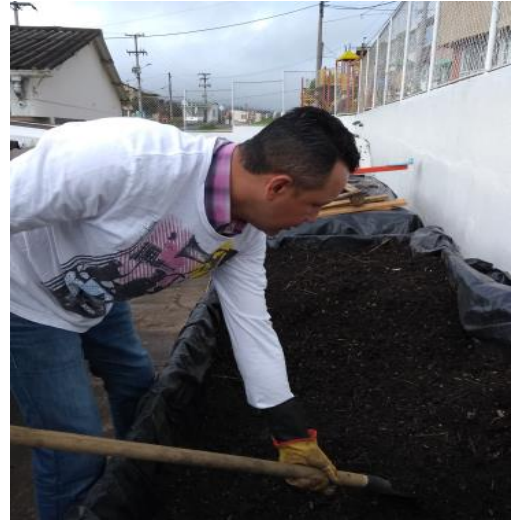


Imagen 9: Sernido del compost con Saranda



Anexo 5: Siembra y cosecha.

Imagen 1: Adecuación de área frontal.



Imagen 2: Siembra de plántulas.



Imagen 3: Hortalizas germinadas



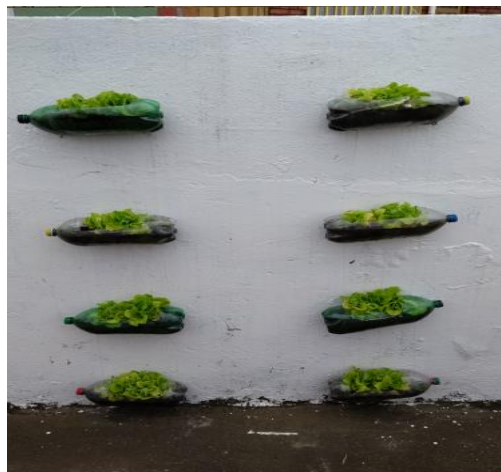
Imagen 4: Cosecha de hortalizas.





Imagen 5: Siembra de hortalizas en envases tipo PET










Imagen 6: Hortalizas (1 mes).



Anexo 6: Actividades desarrolladas en la producción de hortalizas.

PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS	
Actividades	Desarrollo
Adecuación del Área	<p>Área Externa: Se realizó la remoción de maleza, plantas ornamentales y otros elementos como llantas, ladrillos entre otros.</p>  <p align="center">Fuente: El autor</p>
	<p>Área Interna: Se retiraron escombros, se recolectaron los envases tipo PET y se realizaron la secuencia de huertas verticales.</p>  <p align="center">Fuente: El autor</p>
Preparación del Suelo	<p>Con la ayuda del personal del Hogar personitas, estudiantes del Servicio Social Unadista se realiza la adecuación del suelo, elaboración de camas y adecuación de materiales reciclables como macetas para la siembra de las plantas.</p>  <p align="center">Fuente: El autor</p>
Siembra de Semilleros	<p>Se compró semillas de espinaca y lechuga fertilizadas, se intercambiaron conocimientos con la comunidad y personal administrativo del jardín, con el cual se trabajó activamente en la siembra de las semillas.</p>

	 <p style="text-align: center;">Fuente: El autor</p>
<p style="text-align: center;">Siembra directa</p>	<p>A causa de unos incidentes presentados por los perros del entorno fue necesario realizar una siembra directa en la cual se observó la eficiencia de realizar la siembra directamente en el terreno, ya que el tiempo de germinación y el fortalecimiento de la plántula es más óptimo.</p>  <p style="text-align: center;">Fuente: El autor</p>
<p style="text-align: center;">Trasplante e Plántulas</p>	<p>A los 15 días de sembrar la semilla se realizó el trasplante, se hizo tanto en las botellas tipo PET como en el área externa.</p>  <p style="text-align: center;">Fuente: El autor</p>
<p style="text-align: center;">Deshierbe y Entierrado</p>	<p>Para la producción de hortalizas es importante el control de malezas, suministrar al tallo de la planta tierra con el fin que este se fortalezca y el crecimiento de la planta sea de buena calidad.</p>  <p style="text-align: center;">Fuente: El autor</p>
<p style="text-align: center;">Abonado y Entierrado</p>	<p>El abonado aporta nutrientes que el suelo no puede suministrarles a las plantas, el abonado es necesario realizarlo antes de agregar suelo al tallo, primero se agrega el abono (compost) y luego tierra.</p>



	 <p>Fuente: El autor</p>
<p>Riego Por Aspersión Manual.</p>	<p>Debido a la ausencia de sistemas de riego o mangueras de aspersión se elaboraron unos rociadores con botellas tipo PET, los cuales permitían humedecer las plantas de forma suave sin causar daños a las plantas.</p>  <p>Fuente: El autor</p>
<p>Cosecha de hortalizas.</p>	<p>Como se puede observar en la fotografía se cosecharon, acelgas, espinacas, lechuga, zanahoria, cilantro y remolacha. Estos productos se obtuvieron de la siembra en las huertas verticales y del suelo, observando que el producto sembrado en las botellas tipo PET, las plantas presentan un tamaño inferior a las que se siembran en el piso.</p> 

Fuente: El autor

Anexo 7: Análisis de laboratorio.**Imagen 1:** Sernido de la muestra de compost**Imagen 2:** Pesaje de muestra con Balanza D.**Imagen 3:** Secado de capsulas en Mufla**Imagen 4:** Secado de muestras en Mufla**Imagen 5:** Muestras secas en Camara de Enfriamiento**Fuente:** El autor





Anexo 8: Bitácora de seguimiento del proyecto.

BITÁCORA DE ACTIVIDADES HOGAR INFANTIL PERSONITAS

 	BITÁCORA PARA EL CONTROL DE ACTIVIDADES.
	PROYECTO: MECANISMOS DE APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS PARA EL HOGAR INFANTIL PERSONITAS DE TUNJA (BOYACÁ)

Mes	Fecha	Duración En Horas	Lugar	Actividad	Objetivo	Registro y Ubicación donde se desarrolla la actividad.	Responsables	Observaciones
Abril	18/04/2018	2 horas	Hogar Infantil Personitas	Presentación de estudiantes de Ingeniería Ambiental ante las directivas del jardín Personitas.	Conocer las instalaciones y el personal administrativo y de servicios generales y así brindar acompañamiento acorde a la necesidad.	 <p>Fuente: Los Autores Ubicación: lado costado superior izquierdo y ante jardín frontal. Coordenadas: 5°30'59.53"N y 73°22'17.87"</p>	Docentes directivos del Programa SIESU.	Realizando la visita a las instalaciones del Hogar Infantil Personitas de Tunja se pudo presenciar que el espacio disponible para la elaboración de la huerta requiere adecuaciones para un uso eficiente de este.

	05/05/2018	8 horas	Hogar Infantil Personitas	Elaboración de camas para la realización del compost.	Adecuar y unir las estibas para la elaboración de las camas.	 <p>Fuente: Los Autores Ubicación: lado costado superior izquierdo y ante jardín frontal. Coordenadas: 5°30'59.53"N y 73°22'17.87"</p>	Estudiantes de Ingeniería Ambiental (UNAD).	Para la elaboración de las camas, fue necesario contratar a una persona experta en el trabajo de la madera, ya que las estibas son un poco complicadas para trabajar. El desarrollo de la actividad fue de 8 horas continuas.
	07 al 11 de Mayo de 2018	2 horas diarias.	Hogar Infantil Personitas	Pesaje, picado de los residuos sólidos orgánicos e iniciación de elaboración del compost.	Dar un adecuado manejo a los residuos orgánicos generados en el hogar.	 <p>Fuente: Los Autores Ubicación: lado costado superior izquierdo y ante jardín frontal. Coordenadas: 5°30'59.53"N y 73°22'17.87"</p>	Estudiantes de Ingeniería Ambiental (UNAD).	Teniendo en cuenta que los residuos no tienen un adecuado tamaño para la mejor descomposición fue necesario realizar un picado con un machete de manera manual.

	14 al 19 de Mayo de 2018	2 horas diarias.	Hogar infantil Personas	Pesaje, picado de los residuos sólidos orgánicos y disposición en la cama para compost.	Registrar la cantidad de residuos sólidos orgánicos generados diariamente.	 <p>Fuente: Los Autores Ubicación: lado costado superior izquierdo y ante jardín frontal Coordenadas: 5°30'59.53"N y 73°22'17.87"</p>	Estudiantes de Ingeniería Ambiental (UNAD).	La directora del Jardín nos facilitó un molino eléctrico para realizar el picado y minimizar tiempo, pero este no funcionó y se continuó realizando el picado manual con machete.
	18/05/2018	2 horas	Hogar infantil Personas	Elaboración del compost, con estudiantes del programa SISSU.	Implementar la técnica de elaboración de compost.	 <p>Fuente: Los Autores Ubicación: lado costado superior izquierdo y ante jardín frontal Coordenadas: 5°30'59.53"N y 73°22'17.87"</p>	Estudiantes de Ingeniería Ambiental (UNAD).	Se compartieron conocimientos con estudiantes del programa académico SISSU que presta la Universidad Nacional Abierta ya Distancia (UNAD).
	23/06/2018	2 horas	Hogar infantil Personas	Volteo de material en descomposición de la cama número uno (1).	Mantener las condiciones de temperatura adecuadas para la descomposición.	 <p>Fuente: Los Autores Ubicación: lado costado superior izquierdo y ante jardín frontal Coordenadas: 5°30'59.53"N y 73°22'17.87"</p>	Estudiantes de Ingeniería Ambiental (UNAD).	La temperatura en la cama número (1) fue de 18°C se observa una disminución.
	23/06/2018	3 horas	Hogar infantil Personas	Realización de eras para siembra de plantas de manera directa, y huerta horizontal.	Aprovechamiento de las áreas externas e internas del lugar.	 <p>Fuente: Los Autores Ubicación: lado costado superior izquierdo y ante jardín frontal Coordenadas: 5°30'59.53"N y 73°22'17.87"</p>	Estudiantes de Ingeniería Ambiental (UNAD).	Esta actividad se retrasó por falta de material para la elaboración de las eras, sin embargo, solo se pudieron realizar dos.

Anexo 9: Formato de actividades de capacitación.



FORMATO DE CAPACITACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD					
Proyecto	Implementación de un mecanismo de aprovechamiento de residuos sólidos para el jardín infantil personitas de Tunja-Boyacá		Grupo	Grupo de investigación en gestión ecoambiental y sistemas sostenibles de producción (GIGGAS)	
Lugar	Hogar Infantil Personitas		Semillero	Sostenibilidad Ambiental (SoAm)	
Fecha	Junio 08 de 2018				
Organiza/Estudiantes	Claudia Milena López Callejas	Director	Ing. Cesar Augusto Guarín Campo	Evento	Elaboración del compostaje construcción e implementación de huertas verticales con envases tipo PET.
	José Marino López	Asesor	Dr. Herman L. Hincapié		

Objetivo:

Reconocer la importancia que tiene la elaboración de compost, y la implementación de este como sustrato en la construcción y elaboración de huertas utilizando envases tipo PET.

Temas tratados:

Elaboración del Compostaje:

- Definición de R.S.O. y compostaje
- Ventajas y beneficios del compost.
- Insumos.
- Herramientas y Elementos de Protección Personal (EPP).
- Procedimiento para la elaboración del compostaje.
- Fases del compost.
- Monitoreo del compost.
- Usos y beneficios del compost.

Construcción e implementación de huertas verticales con envases tipo PET:

- Pasos para construir e implementar los huertos verticales con envases tipo PET.
- Materiales.

Metodología de la Capacitación:

La capacitación (teórico-práctica) se inicia con un breve recuento sobre la separación en la fuente de los residuos sólidos (R.S.); seguidamente, se inicia con el tema principal "Elaboración del compostaje, construcción e implementación de huertas verticales con envases tipo PET", donde se enfatiza en los residuos sólidos orgánicos (R.S.O.).

Consecutivamente, se habla de los beneficios de la agricultura urbana, como construir e implementar las huertas verticales utilizando envases tipo PET, y de las prácticas ecológicas que se deben tener en cuenta para el cuidado de la huerta.

Finalmente, se procede a la práctica.

Conclusiones y observaciones:

Se observa el compromiso medioambiental en el tema desarrollado en la actividad de capacitación.

Se observa el compromiso en cada una de las personas asistentes (administrativos, docentes, manipuladoras de alimentos y de servicios generales) en función de la elaboración del compost y de la construcción e implementación de huertas verticales con envases tipo PET.

El número de personas que participaron en la actividad fueron 16.

Cordialmente

Claudia Milena Lopez Callejas y José marino López

Estudiantes de Ingeniería Ambiental de la UNAD – CEAD NODO Tunja

Evidencia fotográfica



Fuente: El autor

FORMATO DE CAPACITACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD					
Proyecto	Implementación de un mecanismo de aprovechamiento de residuos sólidos para el jardín infantil personitas de Tunja-Boyacá			Grupo	Grupo de investigación en gestión ecoambiental y sistemas sostenibles de producción (GIGGAS)
Lugar	Hogar Infantil Personitas			Semillero	Sostenibilidad Ambiental (SoAm)
Fecha	Mayo 25 de 2018				Separación de residuos sólidos orgánicos, inorgánicos y peligrosos.
Organiza/Estudiantes	Claudia Milena López Callejas	Director	Ing. Cesar Augusto Guarín Campo	Evento	
	José Marino López	Asesor	Dr. Herman L. Hincapié		

Objetivo:

Comprender la importancia de la separación de los Residuos Sólidos Orgánicos, inorgánico y peligrosos, como estrategia para adquirir nuevos productos; y de esta manera reducir la extracción de materia prima, contribuyendo a la preservación de los recursos naturales.

Temas tratados:

Importancia de la separación de los R.S.
Beneficios sociales, económicos y ambientales.
Clasificación de los residuos (orgánicos, inorgánicos y peligrosos).
Separación en la fuente, según la GTC-24.

Metodología de la Capacitación:

Se da inicio a la capacitación con un saludo de agradecimiento por la participación y el espacio dado por las directivas del Hogar Infantil. Seguidamente, se menciona el tema a tratar y se da comienzo mencionando algunos de los beneficios (sociales, económicos y ambientales) que trae la separación de los R.S. y se da la participación a las asistentes.

De igual manera, la capacitación consiste en asignar actividades al personal administrativo, docentes y de servicios generales, la forma adecuada de separar los R.S.

Dentro de los temas de educación y capacitación de la jornada se dio a conocer:

- ¿Por qué es importante separar los R.S. dentro del Hogar Infantil Personitas?
- Clasificación de los residuos por: Estado, origen, tipo de manejo.
- Clasificación de los residuos sólidos orgánicos: Según su fuente de generación se clasifican en: residuos sólidos orgánicos provenientes del barrido de las calles, residuos sólidos orgánicos institucionales, residuos sólidos de mercados, residuos sólidos orgánicos de origen comercial, residuos sólidos orgánicos domiciliarios.
- Separación de los R.S. empleando el código de colores según la Tabla 1 de la GTC-24

Conclusiones y observaciones:

Se observa el compromiso medioambiental en el tema desarrollado en la actividad de capacitación, y se reitera el compromiso en cada una de las personas asistentes (administrativos, docentes, manipuladoras de alimentos y de servicios generales) en función de la separación adecuada de los R.S.O. que se generan a diario en la elaboración de alimentos (desayuno, onces, almuerzo y refrigerio).

El número de personas que participaron en la actividad fueron 16.

Recomendación:

La directora del Hogar infantil sugiere realizar una capacitación teórico-práctica, el cual se programa para el siguiente encuentro.

Cordialmente

Claudia Milena Lopez Callejas y José marino López

Estudiantes de Ingeniería Ambiental de la UNAD – CEAD NODO Tunja

Evidencia fotográfica



Fuente: El autor

Anexo 10: Registro de asistencia a capacitaciones.

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD						
PROYECTO	MECANISMOS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL JARDÍN INFANTIL PERSONITAS DE TUNJA-BOYACÁ			GRUPO	GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN ECOAMBIENTAL Y SISTEMAS SOSTENIBLES DE PRODUCCIÓN (GIGGAS)	
LUGAR	JARDÍN INFANTIL PERSONITAS			SEMILLERO	SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL (SOAM)	
ORGANIZA/ ESTUDIANTES	CLAUDIA MILENA LÓPEZ CALLEJAS	DIRECTOR	ING. CESAR AUGUSTO GUARÍN CAMPO	FECHA	Mayo 25 de 2018	
	JOSÉ MARINO LÓPEZ	ASESOR	DR. HERMAN HINCAPIÉ			
N°	DOCUMENTO DE IDENTIDAD	NOMBRES Y APELLIDOS	INSTITUCIÓN	CARGO	CORREO ELECTRÓNICO	TELÉFONO/CELULAR
1	1049610301	Paola Natalia (Miguel) López	H.I. Personitas	Apoyo Psicosocial	paola85pnd@gmail.com	3138187267
2	40037648 Tunja	Lina Esperanza Doza Baulista	H.I. Personitas	Coordinadora	lina.doza@gmail.com	314897227
3	33366611	Flora Emilia Camacho Sibato	H.I. Personitas	Apoyo S y N	camachoflor@gmail.com	3132590237
4	1049633949	Adriana Carolina (Luis) Vargas	H.I. Personitas	Agente Educativo	carolavargas1993@gmail.com	3214635127
5	40049692	JULY XIMENA GONZALEZ	H.I. Personitas	Agente Educativo	julxigob@gmail.com	3184687070
6	40044715	Flore María Torres M	H.I. Personitas	Manipuladora Al		3702509368
7	40046594	Fulvia Irene López Jimena	H.I. Personitas	Manipuladora	fulvia1804@hotmail.com	320151979
8	40021465	Yadira Olga Torres	S. Generales	H.I. Personit		3115441952
9	1049608882	María Johanna Sossa Roberto	H.I. Personitas	Docente	mariajossar@gmail.com	5212021301
10	40045909	Elbe Herminda Alfonso Mercedo	H.I. Personitas	Asp. Pedagógico	elberalf@hotmail.es	3223670671
11	33367169	Dora Yaneth Pineda Fonseca	H.I. Personitas	Agente Educativo	dorafonseca123@gmail.com	322690740
12	40035757	Luz Marleny Vargas	H.I. Personitas	Agente Educativo	luzmarleny@gmail.com	3125354544
13	51841660	Doris Carolina Archila	H.I. Personitas	As. Pedagógico	doriscarolinasanchez@hotmail.com	313284745
14	40036333	Martha Biviana Torres Doza	H.I. Personitas	Agente Educativo	marbiviana@hotmail.com	3214302232
15	33368925	Nelly Yamith Contreras Gil	H.I. Personitas	S. Generales	nellycontreras56@hotmail.com	3112747882
16						
17						
18						
19						
20						

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD						
PROYECTO	MECANISMOS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL JARDÍN INFANTIL PERSONITAS DE TUNJA-BOYACÁ			GRUPO	GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN ECOAMBIENTAL Y SISTEMAS SOSTENIBLES DE PRODUCCIÓN (GIGGAS)	
LUGAR	JARDÍN INFANTIL PERSONITAS			SEMILLERO	SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL (SOAM)	
ORGANIZA/ ESTUDIANTES	CLAUDIA MILENA LÓPEZ CALLEJAS	DIRECTOR	ING. CESAR AUGUSTO GUARÍN CAMPO	FECHA	Junio 08 de 2018	
	JOSÉ MARINO LÓPEZ	ASESOR	DR. HERMAN HINCAPIÉ			
N°	DOCUMENTO DE IDENTIDAD	NOMBRES Y APELLIDOS	INSTITUCIÓN	CARGO	CORREO ELECTRÓNICO	TELÉFONO/CELULAR
1	1049610301	Paola Natalia (Miguel) López	H.I. Personitas	Apoyo Psicosocial	paola85pnd@gmail.com	3138187267
2	40037648 Tunja	Lina Esperanza Doza Baulista	H.I. Personitas	Coordinadora	lina.doza@gmail.com	314897227
3	33366611	Flora Emilia Camacho Sibato	H.I. Personitas	Apoyo S y N	camachoflor@gmail.com	3132590237
4	1049633949	Adriana Carolina (Luis) Vargas	H.I. Personitas	Agente Educativo	carolavargas1993@gmail.com	3214635127
5	40049692	JULY XIMENA GONZALEZ	H.I. Personitas	Agente Educativo	julxigob@gmail.com	3184687070
6	40044715	Flore María Torres M	H.I. Personitas	Manipuladora Al		3702509368
7	40046594	Fulvia Irene López Jimena	H.I. Personitas	Manipuladora	fulvia1804@hotmail.com	320151979
8	40021465	Yadira Olga Torres	S. Generales	H.I. Personit		3115441952
9	1049608882	María Johanna Sossa Roberto	H.I. Personitas	Docente	mariajossar@gmail.com	5212021301
10	40045909	Elbe Herminda Alfonso Mercedo	H.I. Personitas	Asp. Pedagógico	elberalf@hotmail.es	3223670671
11	33367169	Dora Yaneth Pineda Fonseca	H.I. Personitas	Agente Educativo	dorafonseca123@gmail.com	322690740
12	40035757	Luz Marleny Vargas	H.I. Personitas	Agente Educativo	luzmarleny@gmail.com	3125354544
13	40036333	Martha Biviana Torres Doza	H.I. Personitas	Agente Educativo	marbiviana@hotmail.com	3214302232
14	33368925	Nelly Yamith Contreras Gil	H.I. Personitas	S. Generales	nellycontreras56@hotmail.com	3112747882
15	51841660	Doris Carolina Archila	H.I. Personitas	As. Pedagógico	doriscarolinasanchez@hotmail.com	313284745
16						
17						
18						
19						
20						

Fuente: El autor