

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 1 de 8</b>

Código de la dependencia. 21.1

<b>Fecha</b>	martes, 20 de abril de 2021
--------------	-----------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad  
 Fusagasugá

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Seccional Girardot
------------------------	--------------------

<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
--------------------------	------------------

<b>FACULTAD</b>	Ciencias Agropecuarias
-----------------	------------------------

<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
---	----------

<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Ingeniería Ambiental
---------------------------	----------------------

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Gómez Mora	Tatiana	1070619111

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 4
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2020-12-10
		PAGINA: 2 de 8


Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APPELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Meneses Molano	Diana Marcela

TÍTULO DEL DOCUMENTO
Revisión bibliográfica sobre el manejo de los residuos sólidos orgánicos para aplicarlos en la plaza de mercado del municipio de Girardot- Cundinamarca.

SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
Ingeniero Ambiental

AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS
20/04/2021	93

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 3 de 8</b>

<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLÉS</b>
1. Alternativas	Alternatives
2. Compostaje	Composting
3. Entrevistas	Interviews
4. Gestión	Management
5. Residuos	Waste
6. Trabajador	Employee

**RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS**  
(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

La presente monografía es un análisis crítico del manejo de los residuos sólidos orgánicos generados en la plaza de mercado del municipio de Girardot con base en diferentes fuentes bibliográficas relacionadas con la disposición final de los mismos, para proponer alternativas de aprovechamiento de estos residuos, analizar y discutir por medio de denuncias, encuestas y/o entrevistas mixtas el comportamiento de vendedores frente a esta situación, así como la gestión ambiental efectuada por la alcaldía de Girardot en la plaza de mercado.

This monograph is a critical analysis of the management of organic solid waste generated in the market square of the municipality of Girardot based on different bibliographic sources related to the final disposal thereof, to propose alternatives to use these wastes, analyze and discuss through complaints, surveys and / or mixed interviews the behavior of sellers in the face of this situation, as well as the environmental management carried out by the mayor of Girardot in the market square.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 4 de 8</b>

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:

Marque con una "X":

<b>AUTORIZO (AUTORIZAMOS)</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 4
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2020-12-10
		PAGINA: 5 de 8

2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 4
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2020-12-10
		PAGINA: 6 de 8

artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI \_\_\_ NO \_X\_.**

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACIÓN**

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El (Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 4
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2020-12-10 PAGINA: 7 de 8

contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



**Nota:**

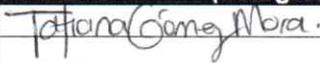
Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 4
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2020-12-10
		PAGINA: 8 de 8

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. GomezTatiana2021.pdf	Texto
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafo)
Gómez Mora Tatiana	

Código Serie Documental (Ver Tabla de Retención Documental).

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

**Revisión bibliográfica sobre el manejo de los residuos sólidos orgánicos para aplicarlos en la plaza de mercado del municipio de Girardot- Cundinamarca**

Tatiana Gómez Mora

Universidad de Cundinamarca  
Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Programa de Ingeniería Ambiental  
Seccional Girardot

2021

**Revisión bibliográfica sobre el manejo de los residuos sólidos orgánicos para aplicarlos en la plaza de mercado del municipio de Girardot- Cundinamarca**

Tatiana Gómez Mora

Código 363214143

Trabajo de grado para optar por el Título de

Ingeniera Ambiental

Tutor

Diana Marcela Meneses Molano

Universidad De Cundinamarca

Programa de Ingeniería Ambiental

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Seccional Girardot

2021

## TABLA DE CONTENIDO

Capítulo I.....	5
1.1 Introducción.....	5
1.2 Justificación.....	8
1.3 Objetivos.....	9
1.3.1 Objetivo General.....	9
1.3.2 Objetivos Específicos.....	9
1.4 Estado del arte .....	10
1.5 Diseño metodológico.....	15
1.5.1 Descripción del tema o área de estudio.....	15
1.5.2 Métodos, técnicas y/o instrumentos de análisis .....	15
Capítulo II .....	18
2.1 Antecedentes.....	18
Capítulo III .....	25
3.1 Población y muestra.....	25
3.1.1 Población.....	25
3.1.2 Muestra .....	25
3.2 Análisis de resultados .....	25
3.2.1 Visita en campo.....	25
3.2.2 Análisis interpretativo de las encuestas .....	27
Capítulo IV .....	35
4.1 El manejo de los Residuos Sólidos Orgánicos en la Plaza de Mercado “Leopold Rother” .....	35
4.2 Manejo de los RSO en municipios aledaños .....	38
Capítulo V .....	40
5.1 Documentos de referencia sobre el manejo de los residuos sólidos orgánicos .....	40
5.2 Normatividad.....	52
CAPITULO VI.....	55
6.1 Alternativas para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos con base en la revisión bibliográfica.....	55
6.1.1. Alimentación animal.....	57
6.1.2 Compostaje .....	58
6.1.3 Lombricultivo .....	66
6.1.4 Biocombustibles.....	75
6.1.5 Bocashi.....	77
6.1.6 Costos económicos.....	80
6.1.7 Costos ambientales.....	81
6.2 Análisis de las alternativas .....	81
CONCLUSIONES .....	83
RECOMENDACIONES .....	84
BIBLIOGRAFÍA.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1 Metodología usada para la investigación</i> .....	17
<i>Tabla 2 Número de trabajadores encuestados</i> .....	28
<i>Tabla 3 Problemática principal</i> .....	28
<i>Tabla 4 Calificación al personal de limpieza</i> .....	29
<i>Tabla 5 Cantidad de vendedores que separa los residuos orgánicos de los inorgánicos</i> .....	30
<i>Tabla 6 Número de trabajadores que ha recibido algún tipo de capacitación</i> .....	31
<i>Tabla 7 Número de vendedores que participaría en capacitaciones</i> .....	32
<i>Tabla 8 Usos de los residuos sólidos orgánicos</i> .....	33
<i>Tabla 9 Planta de Residuos Sólidos de Cundinamarca</i> .....	37
<i>Tabla 10. Parámetros de compostaje</i> .....	66
<i>Tabla 11. Parámetros del lombricultivo</i> .....	68
<i>Tabla 12. Características pie de cría de lombriz</i> .....	69

## LISTA DE IMÁGENES

<i>Imagen 1 Plaza de La Concordia, Bogotá - Años 80</i> .....	22
<i>Imagen 2 Plaza de La Concordia actualmente</i> .....	22
<i>Imagen 3 Evolución de La Plaza de Mercado "Leopold Rother"</i> .....	24
<i>Imagen 4 RSO arrojados al suelo de la plaza de mercado</i> .....	27
<i>Imagen 5 Desperdicio de RSO</i> .....	27
<i>Imagen 6 Almacenamiento de Residuos</i> .....	27
<i>Imagen 7 Residuos sólidos orgánicos como alimento animal</i> .....	57
<i>Imagen 8 Pilas de compostaje</i> .....	63
<i>Imagen 9 Pila estática aireada</i> .....	64
<i>Imagen 10 Lombriz Roja Californiana (Eisenia Foetida)</i> .....	67
<i>Imagen 11 Lombriz Roja Africana (Fudrillus ssp)</i> .....	68
<i>Imagen 12 Tina usada como cama de lombricultura</i> .....	71
<i>Imagen 13 Preparación del lecho</i> .....	71
<i>Imagen 14 Precompostaje</i> .....	72

## LISTA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Fases del compostaje</i> .....	60
<i>Ilustración 2 Reactores para proceso de compostaje</i> .....	65

## LISTA DE GRÁFICAS

<i>Gráfica 1. ¿Cree usted que en la plaza de mercado hay un buen manejo de los residuos sólidos? .</i>	28
<i>Gráfica 2. En el tema de residuos ¿Cuál es el principal problema? .....</i>	29
<i>Gráfica 3. ¿Cómo califica la recolección de los residuos realizada por el personal de limpieza encargado?.....</i>	30
<i>Gráfica 4. ¿Usted separa los residuos orgánicos e inorgánicos? .....</i>	31
<i>Gráfica 5. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos?.....</i>	32
<i>Gráfica 6. ¿Participaría en capacitaciones con el objetivo de optimizar el manejo de los residuos sólidos orgánicos?.....</i>	33
<i>Gráfica 7. ¿Conoce los usos que se le pueden dar a los residuos sólidos orgánicos? .....</i>	34

## Capítulo I

### 1.1 Introducción

Durante muchos años los desechos no han sido tratados de forma adecuada debido al poco conocimiento sobre su correcta gestión, sin embargo, frente a la preocupación por el cambio climático muchos países han comenzado a desarrollar diversas prácticas para disminuir los impactos que se generan por el manejo inadecuado que se les da a los residuos sólidos.

Muchos de estos residuos se producen en las actividades diarias, una de estas es el consumo de alimentos. Las plazas de mercado son lugares que prestan el servicio de abastecimiento de víveres, no obstante, el conjunto de actividades que se lleva a cabo en estas zonas generan gran volumen de desechos orgánicos, lo cual llega a afectar considerablemente el medio ambiente.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) la mayoría de los alimentos que llegan a las plazas de mercado para su comercialización es desperdiciada y desechada debido a que estos lugares no cuentan con estándares de calidad siendo el proceso de producción y distribución ineficiente. (FAO, 2012)

A nivel mundial se han propuesto varias alternativas para el manejo de estos residuos, Canadá, Estados Unidos y México crearon la Comisión para la Cooperación Ambiental (CAA) con el propósito de atender las preocupaciones ambientales en el ámbito regional, ayudar a evitar posibles conflictos entre comercio y medio ambiente y promover la aplicación efectiva de la legislación ambiental.

Por otro lado, en 1992 durante la cumbre de la Tierra realizada por la ONU en Río de Janeiro se nombraron cuatro variables relacionadas con la generación de residuos, tales como: reducción al mínimo de los residuos, aumento al máximo de la reutilización y reciclado ecológico de los residuos, promoción de la eliminación y el tratamiento ecológico de los residuos y ampliación del alcance de los servicios que se ocupan de los desechos; esto se hizo con el fin de promover el desarrollo sostenible y ecológicamente racional para todos los países en el siglo XXI. (Sáenz & Urdaneta, 2014)

A nivel nacional se ha implementado la Norma Técnica Colombiana NTC- ISO 14001 de 2015, está es una norma de estandarización que permite mejorar la gestión de los riesgos medioambientales relacionados con las actividades desarrolladas teniendo en cuenta la prevención y protección del medio ambiente y las necesidades socioeconómicas. Por otra parte, están los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), considerados como un instrumento que permite a los municipios y distritos presentar proyectos, programas y/o actividades para el manejo de los residuos sólidos que ayuden al desarrollo social, económico y ambiental.

Se debe agregar que en el año 2016 la Política Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos, fue actualizada por medio del CONPES 3874 el cual se compone de cuatro ejes fundamentales: (a) la prevención en la generación de residuos; (b) la minimización de desechos que van a sitios de disposición final; (c) promover la reutilización, aprovechamiento y tratamiento de los residuos sólidos; (d) evitar la generación de los gases de efecto invernadero (GEI). La política se constituye en la base inicial para avanzar hacia la economía circular desde la gestión integral de residuos sólidos. (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2016)

Aprovechar al máximo los residuos sólidos orgánicos logra reducir sustancialmente las toneladas que se disponen en rellenos sanitarios u otro tipo de sitio de disposición final, la disposición final de residuos en sitios mal operados trae graves problemas ambientales relacionados principalmente con la contaminación hídrica, debido a los lixiviados y la contaminación atmosférica por la generación de gases de efecto invernadero. Un reporte de la organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura reveló que en el 2011 las emisiones generadas durante la aplicación de fertilizantes sintéticos representaron el 13% del total de emisiones generadas por la agricultura, y son la fuente de emisiones de más rápido crecimiento, con un incremento del 37% desde 2001. (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios; Departamento Nacional de Planeación, 2017)

La presente monografía es un análisis crítico del manejo de los residuos sólidos orgánicos generados en la plaza de mercado del municipio de Girardot con base en diferentes fuentes bibliográficas relacionadas con la disposición final de los mismos, para proponer alternativas de aprovechamiento de estos residuos, analizar y discutir por medio de denuncias, encuestas y/o entrevistas mixtas el comportamiento de vendedores y consumidores frente a esta situación, así como la gestión ambiental efectuada por la alcaldía de Girardot en la plaza de mercado.

## 1.2 Justificación

La plaza de mercado de Girardot Leopold Rother, nombrada así por el arquitecto alemán que la diseñó, es el principal centro de acopio y abastecimiento del municipio siendo también un punto de encuentro entre localidades como Agua de Dios, Nilo, Tocaima, Flandes, Espinal entre otros.

En este centro de abastecimiento se pueden evidenciar problemas ambientales, los cuales no solamente pueden afectar considerablemente la salud de los vendedores y usuarios que la frecuentan diariamente sino también deteriora la imagen de la plaza de mercado. Las actividades económicas que se desarrollan allí generan una gran cantidad de residuos sólidos orgánicos que deben ser depositados y tratados de manera apropiada, sin embargo, en el sector no se está haciendo la debida gestión de estos desechos desaprovechando su potencial aun después de su vida útil.

Por esta razón es indispensable adoptar prácticas de aprovechamiento ya que los residuos orgánicos representan una oportunidad para crear un sistema de circuito cerrado en favor de la sustentabilidad, con un menor impacto ambiental y productos derivados aprovechables. Los residuos orgánicos pueden someterse a un manejo que produzca beneficios en materia de suministro de agua y generación de energía, así como de mitigación de los efectos del cambio climático y mejoramiento de la calidad del aire. (CAA, 2017)

Así mismo se incrementará la vida útil de los rellenos sanitarios los cuales están presentando graves problemas por el creciente aumento de residuos sólidos que pueden ser transformados nuevamente en materia prima, mejorando también la apariencia de la plaza de mercado además de la calidad de vida de los vendedores y consumidores.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Revisar diferentes fuentes bibliográficas sobre el manejo de los residuos sólidos orgánicos, su aprovechamiento y aplicarlos a la plaza de mercado del municipio de Girardot- Cundinamarca.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Analizar la percepción social de la contaminación por residuos sólidos orgánicos y su gestión ambiental por medio de una encuesta y/o entrevista mixta.
- Investigar la gestión ambiental realizada por la alcaldía en relación al manejo de los residuos sólidos orgánicos generados en la plaza de mercado a través de documentos gubernamentales.
- Verificar documentos referentes al manejo de los residuos sólidos orgánicos y la normativa legal vigente.
- Plantear alternativas para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos con base en la revisión bibliográfica.

## 1.4 Estado del arte

Los residuos sólidos orgánicos (RSO), son todo aquel material que proviene de especies de flora o fauna y es susceptible de descomposición por microorganismos, o bien consiste en restos, sobras o productos de desecho de cualquier organismo. Estos residuos se pueden clasificar en diferentes categorías, tales como: desechos alimentarios (es decir, comida desechada y cualquier parte no comestible de un alimento), desechos de jardín (por ejemplo, hojas y recortes de hierba), cartón y otros productos de papel, desechos de madera (salvo escombros de construcción y demolición) y desechos de mascotas. (CAA, 2017)

Según (Jaramillo & Zapata, 2008) los residuos sólidos orgánicos se pueden catalogar de acuerdo a su fuente de generación:

- **Residuos sólidos orgánicos provenientes del barrido de las calles:** 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:** 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:** Provenientes de mercados de abastos y otros centros de venta de productos alimenticios.
- **Residuos sólidos orgánicos de origen comercial:** Residuos de establecimientos comerciales, entre los que se incluyen tiendas y restaurantes.

- **Residuos sólidos orgánicos domiciliarios:** 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.

De acuerdo con (Bustos, 2013) en Colombia se generan 27.500 toneladas/día de residuos sólidos (1086 municipios 32 departamentos) y de acuerdo a la composición de los mismos, el 65% son residuos sólidos orgánicos. Otro estudio, como el de Procuraduría delegada para asuntos agrarios, dice que en Colombia se genera alrededor del 81% de residuos sólidos orgánicos.

Ahora bien, la plaza de mercado tienen su origen desde la colonia en el momento en que los campesinos y artesanos de las regiones salieron a ofrecer sus productos en las plazas mayores de los pueblos, municipios y ciudades por la conflagración de personas que allí se presenta; por lo tanto, las plazas de mercado se convierten en centros de desarrollo económico y cultural, y por ende en generadoras de residuos tipo biodegradables u orgánicos en su gran mayoría, que contienen como característica principal una descomposición fácil y rápida. (Gómez, 2016)

A través de la investigación realizada por (López, 2009) en la única central de abastos del municipio de Cereté (Córdoba) “CEREABASTOS”, se presenta una situación ambiental bastante preocupante; porque no se realiza correctamente el manejo integral de los desechos que se generan allí; evidenciando impactos ambientales negativos muy altos.

Por otra parte, el estudio realizado por (Sanclemente, Ararat, & Balanta, 2018) cerca del 61% de los comerciantes de la plaza de mercado del municipio de Puerto Tejada arrojan sus residuos sólidos a la intemperie, afuera del local comercial o en zonas informales dentro de cada sector. Esta situación genera problemas ambientales y de saneamiento básico, incumpliendo con

lo que plantea la normatividad vigente. Se puede evidenciar que la problemática de las plazas de mercado se da principalmente por el mal manejo de los residuos sólidos orgánicos.

Para el presente trabajo se tuvo en cuenta como base fundamental la normatividad ambiental legal vigente aplicada al manejo de los residuos sólidos, nombrando las que se consideran más importantes para esta investigación.

Con el fin de disminuir los impactos en el ambiente y cumplir con la legislación ambiental, se creó la norma ISO 14001, publicada en 1996 por la Organización Internacional de Estandarización, es necesario recalcar que para este trabajo se toma como referencia la versión del año 2015.

A pesar de que no es una norma de obligatoriedad, esta norma permite demostrar el compromiso y la responsabilidad de las empresas con la protección del medio ambiente, así mismo esta norma ayuda a gestionar e identificar los riesgos ambientales que se pueden presentar dentro de la empresa. Con la identificación de los riesgos, se tiene en cuenta tanto la prevención como la protección del medio ambiente, siguiendo la normativa legal y las necesidades socioeconómicas requeridas para su cumplimiento. (Nueva ISO 14001:2015, 2018)

En este caso es indispensable ya que brinda los factores necesarios para poder dar solución a los impactos ambientales en este caso la generación de residuos sólidos orgánicos, permitiendo un mejor funcionamiento de la plaza de mercado, mejorando la calidad de vida de las personas que viven y trabajan en la zona, así como el cumplimiento de la legislación ambiental y de esta manera evitar posibles sanciones.

Para que la implementación de esta norma sea un éxito es importante que las personas que integran la empresa u organización estén comprometidas con la prevención y mitigación de los

impactos ambientales negativos, además con el mejoramiento de los impactos ambientales beneficiosos.

El 06 de junio de 2003 el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial emite el Decreto 1505 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. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2003)

- **Artículo 2°** El artículo **Art. 8°** del Decreto 1713 de 2002 quedará así: A partir de la validez de este decreto, todos los Municipios y Distritos deberán elaborar y mantener actualizado el Plan Integral de Residuos o Desechos Sólidos, posteriormente el documento será enviado a las autoridades ambientales competentes, para su debido conocimiento, control y seguimiento. En cuanto a la ejecución el PGIRS se desarrollará acorde al Plan de Ordenamiento Territorial y a los Planes de Desarrollo.
- **Artículo 7°** Adicionase el artículo 67 del Decreto 1713, con el siguiente numeral:  
5 Garantizar la participación de los recicladores y del sector solidario, en las actividades de recuperación y aprovechamiento, con el fin de consolidar productivamente estas actividades y mejorar sus condiciones de vida.
- **Artículo 8°.** El artículo 81 del Decreto 1713 de 2002, quedará así: **Art. 81** Los Municipios y Distritos asegurarán en la medida de lo posible la participación de los recicladores en las actividades de aprovechamiento de los residuos sólidos. Una vez se formulen, implementen y entren en ejecución los programas de aprovechamiento evaluados como viables y sostenibles en el PGIRS, se entenderá que el aprovechamiento deberá ser ejecutado en el marco de dichos programas.

Por otro lado, en el 2014 se emite la Resolución 754 en donde se plantea la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos. (Marín, Maldonado, & Castrodelrío, 2015)

Uno de los objetivos de esta resolución es minimizar la generación de los residuos sólidos, manejar y disponer adecuadamente los desechos no aprovechables e incrementar el aprovechamiento; siendo esta orden esencial para analizar el manejo y aprovechamiento que los municipios aledaños realizan a los RSO.

En el año 2002 el Ministerio de Medio Ambiente estableció el Decreto 1713 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. (Ministerio de Medio Ambiente, 2002)

- Capítulo VII se expide el Sistema de Aprovechamiento en donde el Art 70 Expone diferentes técnicas de aprovechamiento de los residuos orgánicos, **Art 72** Manifiesta las características que los residuos deben cumplir para realizar de forma favorable el proceso de aprovechamiento.

Con respecto a las unidades de aprovechamiento, se creó el Decretó 1140 de 2003 establecido también por el Ministerio de Medio Ambiente, **el Parágrafo n°4 del Art. 1** decreta que:

“Las plazas de mercado, cementerios, mataderos y/o frigoríficos deben establecer programas internos de almacenamiento y presentación de residuos de tal manera que se reduzca la heterogeneidad de los mismos y facilite el manejo y posterior aprovechamiento, en especial los de origen orgánico.” (Ministerio de Medio Ambiente, 2003)

Por lo que se refiere al manejo y gestión de los residuos sólidos orgánicos, se utilizan documentos que exponen el manejo realizado en otros países latinos, permitiendo comparar las opiniones de diferentes autores en el manejo de los RSO. Así mismo, se dispuso de un conjunto de fuentes bibliográficas, que describieron los diferentes métodos para el tratamiento y aprovechamiento de los desechos mencionados anteriormente.

Por último, se tienen en cuenta encuestas y/o entrevistas mixtas para conocer la opinión de los trabajadores que conviven diariamente con estos residuos.

## **1.5 Diseño metodológico**

### **1.5.1 Descripción del tema o área de estudio**

El presente trabajo monográfico es una investigación descriptiva, la cual se refiere al manejo de los residuos sólidos orgánicos que se generan en la plaza de mercado de Girardot.

### **1.5.2 Métodos, técnicas y/o instrumentos de análisis**

#### **1.5.2.1 Técnicas o instrumentos para la recolección de datos**

Las técnicas de recolección de datos incluyen encuestas y/o entrevistas mixtas a los vendedores, revisión documental y documentos generados por la alcaldía y/o entes gubernamentales.

La encuesta y/o entrevista mixta está dirigida a los vendedores de la plaza de mercado en donde se formulan preguntas cerradas de elección única (dicotómicas y politómicas), las cuales permitirán en algunos casos generar conversaciones informales para conocer más a fondo la opinión de los entrevistados.

Además, para realizar este trabajo monográfico se utilizan fuentes para recolectar la información como:

- Visita de campo a la plaza de mercado Leopold Rother
- Revisar documentos de la Alcaldía del municipio de Girardot, Cundinamarca sobre el manejo de los residuos sólidos orgánicos.
- Búsqueda en base de datos científicos o académicos.

### **Fuentes Primarias**

- Encuestas a los comerciantes de la plaza.
- Visita de campo.
- Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS (2017).

### **Fuentes Secundarias**

- Datos científicos o académicos.

#### **1.5.2.2 Método de análisis**

**Método estadístico:** Este método ayuda en el proceso de tabulación de la encuesta realizada, permitiendo desarrollar la interpretación cualitativa de la misma.

**Método bibliográfico:** Se utiliza para la realización del marco teórico y la descripción de las fuentes de consulta bibliográfica.

#### **1.5.2.3 Metodología**

Como se mencionó anteriormente, este trabajo tiene métodos estadísticos los cuales permiten conocer la opinión de los trabajadores sobre la contaminación por residuos sólidos

orgánicos y su gestión; a su vez, se realiza una visita en campo para conocer la percepción frente al manejo de los mismos.

Para los demás objetivos se realiza una revisión bibliográfica (artículos científicos, trabajos académicos, datos gubernamentales) sobre el manejo de los residuos sólidos orgánicos en ciudades aledañas al municipio de Girardot y otros países latinos. Así mismo, las diferentes técnicas y/o tratamientos actuales que se pueden utilizar en los RSO para su aprovechamiento a nivel global, nacional, municipal y local.

*Tabla 1 Metodología usada para la investigación*

<b>Objetivo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Técnica</b>
Revisar diferentes fuentes bibliográficas acerca del manejo de los residuos sólidos orgánicos y para aplicarlos a la plaza de mercado del municipio de Girardot- Cundinamarca.	Con este objetivo se pretende conocer y comprender el manejo de los RSO realizado en diferentes ciudades y municipios de Colombia.	Revisión documental  Base de datos  Normatividad
Analizar la percepción social de la contaminación por residuos sólidos orgánicos y su gestión ambiental por medio de una encuesta y/o entrevista mixta.	Por medio de encuestas y/o entrevistas mixtas, se pretende conocer la opinión de los trabajadores de la plaza de mercado sobre la contaminación por RSO y su gestión ambiental.	Encuestas y/o entrevistas mixtas
Investigar la gestión ambiental realizada por la alcaldía en relación al manejo de los residuos sólidos orgánicos generados en la plaza de mercado a través de documentos gubernamentales.	Este objetivo busca evidenciar si la administración municipal efectúa eficazmente la gestión de los residuos sólidos orgánicos de la plaza de mercado.	Documentos generados de la alcaldía y/o entes gubernamentales  Encuestas y/o entrevistas mixtas  Análisis de los resultados
Verificar documentos referentes al manejo de los	Este objetivo pretende investigar todos los	Revisión documental

residuos sólidos orgánicos y la normativa legal vigente.	documentos relacionados con el manejo de los RSO y la normativa correspondiente.	Documentos de investigación
Plantear alternativas para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos con base en la revisión bibliográfica.	El objetivo pretende presentar las diferentes técnicas que existen para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, los cuales causan beneficios económicos, sociales y ambientales.	Revisión documental  Documentos de investigación

## Capítulo II

### 2.1 Antecedentes

A nivel mundial, especialmente en las grandes ciudades de los países de América Latina y el Caribe, el manejo de los residuos sólidos ha representado un problema debido, a los altos volúmenes de residuos sólidos generados por los ciudadanos; cuando el manejo de éstos no es el adecuado, puede afectar la salud de los ciudadanos y al medio ambiente. (Zulia et al., 2006)

El manejo de los residuos sólidos constituye un problema para las grandes ciudades, factores como el crecimiento demográfico, la concentración de población en las zonas urbanas, el desarrollo ineficaz del sector industrial y/o empresarial, los cambios en patrones de consumo y las mejoras del nivel de vida, entre otros, han incrementado la generación de residuos sólidos en los pueblos y ciudades. (Zulia et al., 2006)

Asimismo, los residuos sólidos orgánicos provienen de restos de productos de origen orgánico, la mayoría de ellos siendo biodegradables, descomponiéndose naturalmente. Este tipo de residuos, 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. (Jaramillo & Zapata, 2008)

Así pues, los seres humanos han utilizado los recursos naturales provistos por la naturaleza, para solventar las necesidades básicas como la alimentación, vestimenta, vivienda, entre otros; haciendo existente desde siempre la producción de residuos.

Con el paso del tiempo la humanidad ha ido evolucionando de manera considerable provocando un aumento en la generación de los residuos lo que ocasionaba problemas para eliminarlos, es por esto que surgió la necesidad de crear alternativas para recoger, almacenar y disponer de las basuras, creando así los primeros vertederos.

El hombre desde épocas remotas ha utilizado los residuos orgánicos como fuente de materia orgánica para sus cultivos y como acondicionadores de suelos (Luque, 1997; Téllez, s.f.). El compostaje tiene su aplicación desde hace miles de años. Los chinos compostaban todos sus residuos orgánicos de sus campos y casas. En Jerusalén parte de los residuos urbanos se quemaban y con los demás se hacía compost (Corazón Verde, 1996). El primer desarrollo significativo del compostaje en el siglo pasado proviene de una experiencia realizada en la India, llevada a cabo por el inglés Albert Howard desde 1905 a 1947, basado en el método que se conoce como proceso “indore” en homenaje al estado donde se realizaron los experimentos y se marcaron los primeros avances en el sistema de pila con volteo (Luque, 1997). Fue en el año 1925 cuando en Europa comenzó a estudiarse la posibilidad de descomponer a gran escala las basuras de las ciudades con la puesta en marcha del método indú Indore. Simultáneamente a las experiencias que se obtenían en la India, en Italia en el año de 1922, se desarrollaba un método

que utilizaba tanto el proceso aeróbico como anaeróbico en un sistema cerrado, este proceso se denominó “Beccari” (Opazo, 1991). En 1929 se estableció la primera planta de compostaje en Wijster, Holanda, y en 1932 en la ciudad holandesa de Hanmer se instaló la primera planta de compost hecho con las basuras urbanas con el método denominado “Maanen” (modificación del sistema Indore que consistía en usar grandes trincheras). A principios de la década de los 60, había en Europa 37 plantas. Dicho número aumentó considerablemente durante dicha década, ya primeros de los 70 se llegó a 230 plantas, (Corazón Verde, 1996). En 1955 se construyó otra fábrica en Mierlo, Holanda cuyo sistema se conoce con el nombre de VAM Maanen (Rev el Campo, 1979). (Bustos, 2013)

Fue hasta mediados del siglo pasado que se comenzó a usar los residuos orgánicos como fertilizantes y consumo para ganado. Por otro lado, en los años 60 y 70 se crearon las primeras instalaciones de compostaje e incineración; así mismo, se empieza a reconocer los daños causados por el mal manejo de los residuos sólidos, de modo que establecen estrategias para minimizar los daños y promover la eficiencia de los servicios, de igual forma se impulsó la implementación de rellenos sanitarios y prácticas comunes como reciclar y reutilizar como alternativas de aprovechamiento.

Estas acciones incentivaron a la búsqueda de nuevas prácticas de gestión de residuos, siendo un tema importante en la Conferencia sobre el Medio Humano realizada por la ONU en Estocolmo en 1972; no obstante, los primeros acuerdos internacionales para fomentar la prevención por los daños causados por la contaminación especialmente los relacionados con el manejo de los residuos sólidos comenzaron a ser propuestos en la década de 1990 en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992.

Es así que en el Capítulo 21 de la Agenda 21, se disponen las bases para un manejo integral de los residuos sólidos municipales como parte del desarrollo sostenible. El manejo de estos debe contemplar la minimización de la producción de desechos, el reciclaje, la recolección, el tratamiento y la disposición final adecuada. Además, cada país y cada ciudad establecerán sus programas para lograr lo anterior de acuerdo a sus condiciones locales y a sus capacidades económicas.(Acurio et al., 2014)

Con el fin de cumplir con lo pactado en la Cumbre de la Tierra, muchos países latinoamericanos reformaron su legislación ambiental, creando planes de gestión de residuos sólidos implementándolo tanto a nivel nacional como municipal adaptándolo a las necesidades de cada área.

En Colombia el primer intento por conocer la situación de los residuos sólidos en el país, lo efectuó el Ministerio de Salud y la Dirección de Saneamiento Ambiental, en el año de 1975, la información que se obtuvo sirvió de base para formular el Programa Nacional de Aseo Urbano (PRONASU). (Ambiente, 1995)

Como conclusión a las referencias anteriormente nombradas, el país afrontaba problemas ambientales asociados con el manejo de los residuos sólidos, tales como: Políticas insuficientes que promovieran la recuperación de materiales aprovechables, pocas alternativas para el tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos. Sin embargo, Colombia poco a poco ha ido incorporando diferentes estrategias e instrumentos para mejorar y fortalecer el manejo y disposición final de estos residuos.

De manera que los fundamentos para la gestión de los residuos sólidos están contenidos en la Constitución Política en las leyes 99 de 1993 y 142 de 1994. Adicionalmente el CONPES 2750

MINAMBIENTE- DNP- UPA es un documento que incluye los proyectos y programas para el manejo de los residuos sólidos, a su vez es un complemento para la Política Nacional Ambiental.

Luego en el 2006 el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) realizó la actualización de la Guía Técnica Colombiana GTC 53-7 la cual suministra información sobre métodos de aprovechamiento de los residuos orgánicos no peligrosos.

Por otra parte, Duarte (2011), señala que las plazas de mercado son un tipo de equipamiento urbano que ha influido en la transformación de las áreas urbanas, en el desarrollo de actividades comerciales y el incremento en la densificación en su entorno que a través de su historia han enmarcado su fuerte influencia en la consolidación comercial de diferentes tipos y el desarrollo de servicios conformándose como un epicentro de la actividad urbana en los principios de la era medieval hasta la actualidad.

***Imagen 1 Plaza de La Concordia, Bogotá - Años 80***



Fuente: Ospina, V. (s.f). Plaza de La Concordia

<http://archivobogota.secretariageneral.gov.co/noticias/comensalismo-bajo-la-lente-fotografica-0>

***Imagen 2 Plaza de La Concordia actualmente***

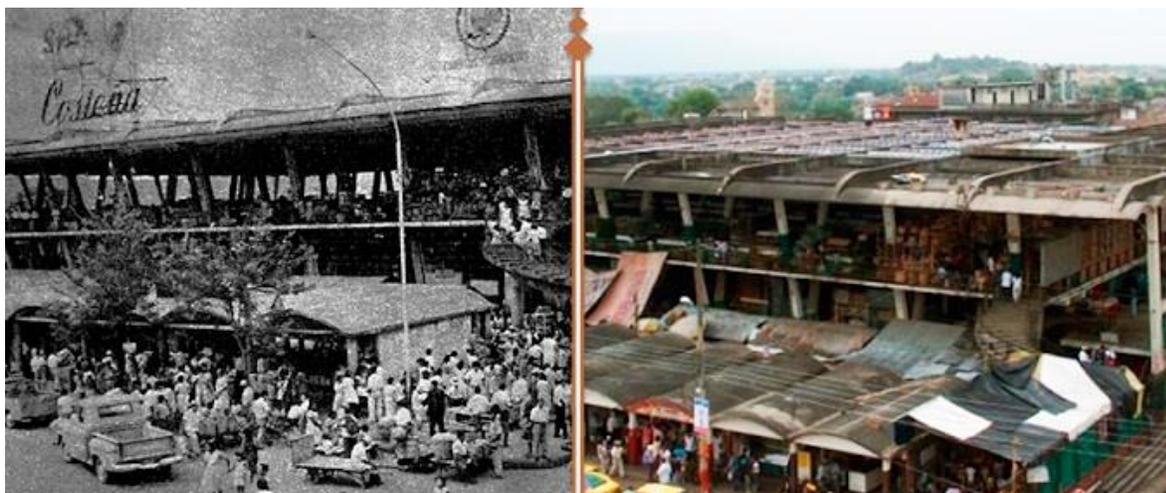


Fuente: *Neira, J. (s.f). Arte y cultura en la Plaza de La Concordia*  
<https://plazacapital.co/esquinas/1631-arte-y-cultura-en-la-plaza-la-concordia>

Así, a través del tiempo, con la existencia de las plazas de mercado se fortaleció el vínculo social y cultural entre el campo y la ciudad ligado al abastecimiento en las diferentes ciudades del mundo generando desarrollo económico y crecimiento urbano, donde la plaza de mercado se configura como un equipamiento que transforma el espacio urbano a partir del incremento de la actividad urbana.

La plaza de mercado Leopold Rother de Girardot Cundinamarca, se encuentra categorizada según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) como un equipo de abastecimiento dentro de la estructuras urbanas del municipio, tiene un alto reconocimiento histórico por su diseño arquitectónico y servicio que ha prestado después de 1946 fecha que se comenzó a construir utilizando la última tecnología del momento; consta de una estructura con 198 membranas de concreto que fueron utilizadas como cubiertas y un sistema de columnas en "V" con vigas invisibles. La estructura no tiene muros de cierre, lo cual permite aprovechar la brisa generada por el río Magdalena. Se terminó de construir en 1948. Aunque en la actualidad se encuentra deteriorada, se espera su restauración. Se encuentra localizada en la plaza de San Miguel. (Castiblanco & Rodríguez, 2017)

*Imagen 3 Evolución de La Plaza de Mercado "Leopold Rother"*



Fuente: *Hotel Unión (s.f) La Plaza de Mercado de Girardot, un sitio lleno de historia*  
<http://blog.hotelunion.com.co/2015/01/plaza-de-mercado-girardot-historia.html>

fuelle gastronómica, cultural, social y comercial; caracterizada por ser el centro de acopio y distribución de frutas, verduras, carnes y otros productos que son indispensables para la canasta familiar, encontrándose rodeada por municipios aledaños de la región, como Ricaurte, Agua de Dios, Nilo, Nariño, Tocaima, Apulo, Jerusalén, Flandes, Melgar entre otros. (Castiblanco & Rodríguez, 2017), por estas razones la administración de la plaza de mercado preocupada por el inadecuado manejo de todos los residuos sólidos y orgánicos que se generan por parte de los comerciantes, ha creado instrumentos para la correcta gestión y manejo de los residuos sólidos; sin embargo, al ponerlos en funcionamiento no son suficientemente efectivos.

La Empresa Regional de Aseo (ERAS) creada el 22 de mayo de 1998, fue la primera organización encargada de prestar el servicio de recolección, barrido y transporte de los residuos sólidos en el municipio. Sin embargo, el mal funcionamiento de esta empresa produjo una gran cantidad de sanciones económicas y graves problemas ambientales, es así que el Ministerio del Medio Ambiente le exigió a esta empresa obras de restauración y adecuación morfológica en el antiguo relleno sanitario “La Recebera” actividades que hasta el 2008 no se habían llevado a

cabo. Por esta razón desde el año 2004 hasta la actualidad Ser Ambiental es la segunda empresa recolectora de residuos de la región.

## Capítulo III

### 3.1 Población y muestra

Para comprender mejor la situación de la Plaza de Mercado “Leopold Rother” del municipio de Girardot sobre la contaminación por RSO y su gestión ambiental, se realiza una encuesta y/o entrevista mixta que contiene las siguientes características:

#### 3.1.1 Población

La población encuestada son los vendedores (as) de frutas, verduras y hortalizas, para un total de 30 personas encuestadas.

#### 3.1.2 Muestra

Para la elaboración de la encuesta se tiene en cuenta a 15 vendedores con su punto de venta dentro de la plaza y 15 encuestas realizadas a trabajadores que comercializan sus productos en el exterior de la plaza, formulando las encuestas al azar.

### 3.2 Análisis de resultados

#### 3.2.1 Visita en campo

Al realizar la visita en la plaza de mercado “Leopold Rother” se puede observar el comportamiento que tienen los vendedores frente al manejo de sus RSO producidos y el manejo integral que la plaza tiene actualmente, de esta forma, se llega a los siguientes resultados:

- **Generación:** La plaza de mercado “Leopold Rother” se caracteriza por prestar un servicio de abastecimiento, esta generación de RSO está influenciado por el flujo de clientes y el

tipo de actividad o producto que vende cada local, haciendo responsable a cada vendedor del manejo y disposición de los residuos que se generan. No se presta un adecuado manejo de los RSO, por parte de la empresa Ser Ambiental, encargada de la recolección de los residuos.

- **Separación en la fuente:** En la plaza de mercado, se evidencia que no hay un apoyo para que los locales o vendedores separen los residuos que generan. Estos son dispuestos en una carreta principal o canecas grandes para su posterior recolección por parte de la empresa Ser Ambiental.
- **Almacenamiento:** La plaza de mercado no cuenta con un sitio o cuarto de almacenamiento de residuos orgánicos e inorgánicos. Se observa que la carreta y las canecas que hay, no abastece la cantidad de residuos generados. No existe una ruta de recolección de residuos interna en la plaza, lo que aumenta la problemática sanitaria por la exposición a diferentes vectores.
- **Recolección:** La empresa de servicios públicos hace el proceso de recolección a diario, dos veces por día, en la mañana y en la tarde.
- **Disposición final:** La plaza de mercado no cuenta con un manejo integral de residuos sólidos, por lo tanto, todos los residuos se disponen en el relleno sanitario Parque Ecológico Praderas del Magdalena.

*Imagen 4 RSO arrojados al suelo de la plaza de mercado*



Fuente: (TGómez, 2020)



Fuente: (TGómez, 2020)

*Imagen 6 Almacenamiento de Residuos*



Fuente: (TGómez, 2020)

*Imagen 5 Desperdicio de RSO*



Fuente: (TGómez, 2020)

### 3.2.2 Análisis interpretativo de las encuestas

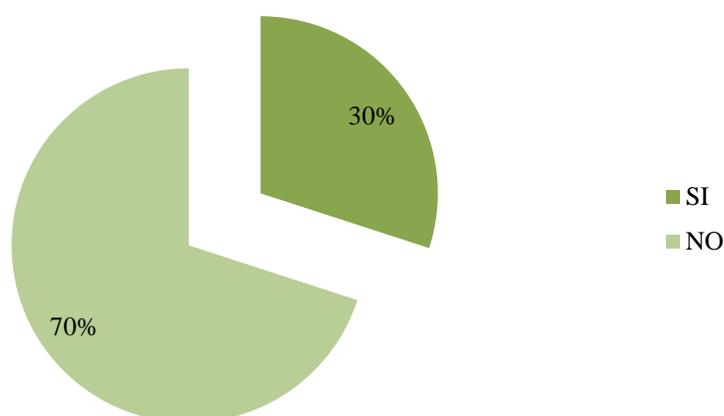
A continuación, se presentan los resultados de la encuesta y/o entrevista mixta y se analiza cada una de las siete (7) preguntas realizadas interpretando los resultados de la siguiente manera:

1. ¿Cree usted que en la plaza de mercado hay un buen manejo de los residuos sólidos?

**Tabla 2** Número de trabajadores encuestados

<b>SI</b>	9	30%
<b>NO</b>	21	70%
<b>TOTAL</b>	30	100%

**Gráfica 1.** ¿Cree usted que en la plaza de mercado hay un buen manejo de los residuos sólidos?



Fuente: Elaboración propia

El 70% de los comerciantes encuestados afirma que no hay un buen manejo de los residuos sólidos debido a que no tienen los insumos (contenedores) para depositar todos los desechos que generan, es por esto que ellos deciden arrojar estos residuos al suelo.

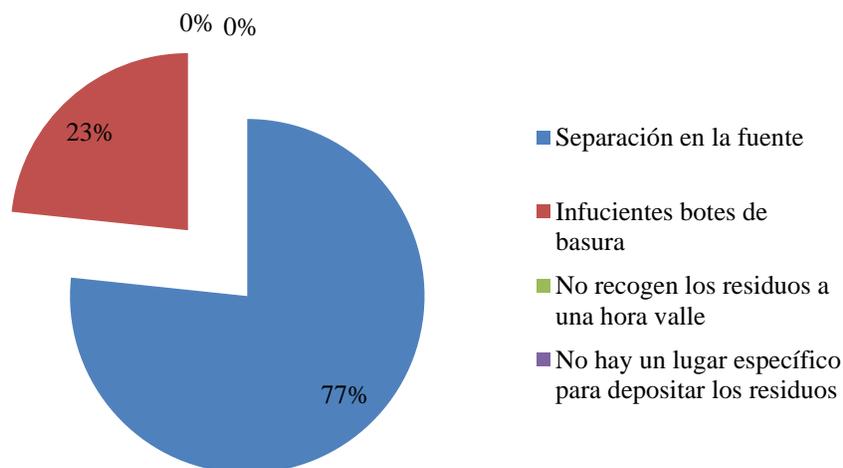
2. En el tema de residuos ¿Cuál cree que es el principal problema?

**Tabla 3** Problemática principal

Separación en la fuente	23	77%
Insuficientes botes de basura	7	23%
No recogen los residuos a una hora valle	0	0%

No hay un lugar específico para depositar los residuos	0	0%
<b>Total</b>	30	100%

**Gráfica 2.** En el tema de residuos ¿Cuál es el principal problema?



Fuente: Elaboración propia

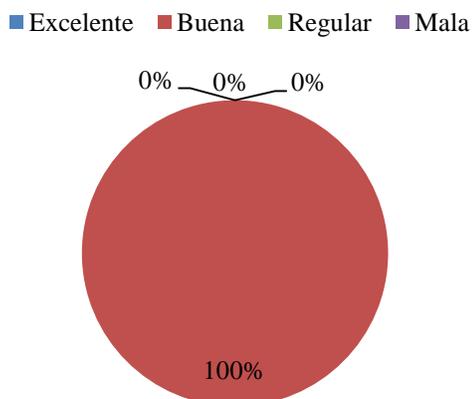
Se observa que el 77% considera que el principal problema que hay en el lugar es la separación en la fuente. De acuerdo con la opinión de varios trabajadores, hubo un momento en donde había puntos ecológicos pero las personas no sabían usarlas correctamente, así que al poco tiempo las quitaron.

3. ¿Cómo califica la recolección de los residuos realizada por el personal de limpieza encargado?

**Tabla 4** Calificación al personal de limpieza

Excelente	0	0%
Buena	30	100%
Regular	0	0
Mala	0	0
<b>Total</b>	30	100%

**Gráfica 3.** ¿Cómo califica la recolección de los residuos realizada por el personal de limpieza encargado?



Fuente: Elaboración propia

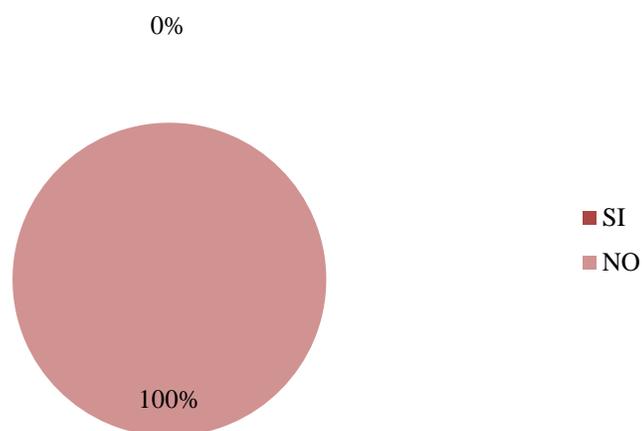
Se puede observar que el 100% de los vendedores encuestados piensan que el trabajo realizado por el personal de limpieza encargado es bueno, ya que dejan las calles limpias y los desechos los dejan en sus respectivas bolsas.

**4.** ¿Usted separa los residuos orgánicos de los inorgánicos?

**Tabla 5** Cantidad de vendedores que separa los residuos orgánicos de los inorgánicos

<b>SI</b>	0	0%
<b>NO</b>	30	100%
<b>TOTAL</b>	30	100%

**Gráfica 4.** ¿Usted separa los residuos orgánicos e inorgánicos?



Fuente: Elaboración propia

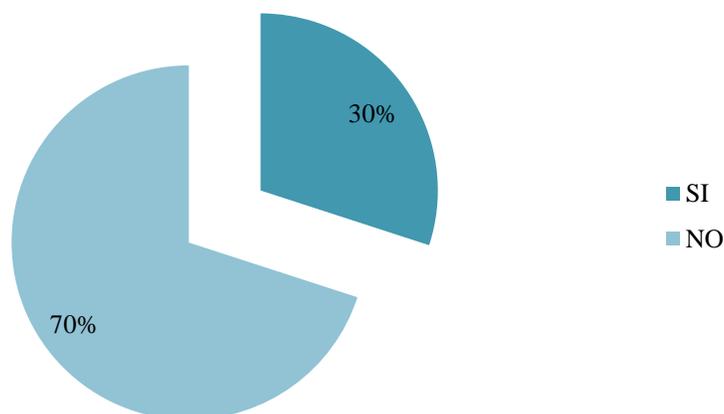
Se observa que ninguno de los comerciantes encuestados separa los residuos. Ellos afirman que no realizan esta actividad debido a que no saben la diferencia entre los residuos orgánicos e inorgánicos.

5. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos?

**Tabla 6** Número de trabajadores que ha recibido algún tipo de capacitación

<b>SI</b>	9	30%
<b>NO</b>	21	70%
<b>TOTAL</b>	30	100%

**Gráfica 5.** ¿Ha recibido algún tipo de capacitación sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos?



Fuente: Elaboración propia

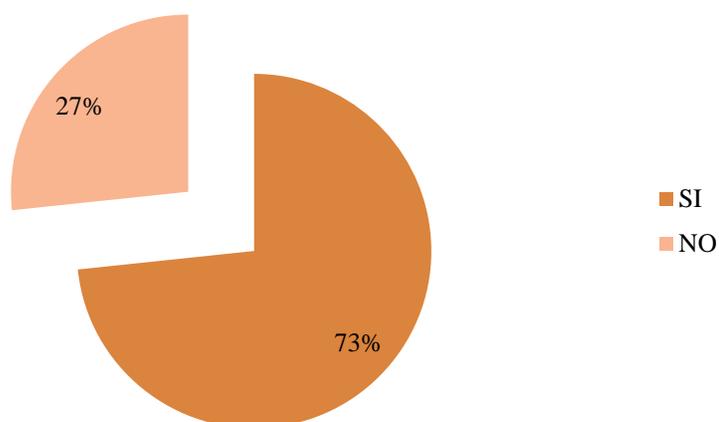
Los resultados demuestran que solo el 30% de los trabajadores han recibido algún tipo de capacitación sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos; se debe agregar que varios vendedores manifestaron que solo han recibido charlas de concientización por estudiantes de otras instituciones y no por entes gubernamentales.

6. ¿Participaría en capacitaciones con el objetivo de optimizar el manejo de los residuos sólidos orgánicos?

**Tabla 7** Número de vendedores que participaría en capacitaciones

<b>SI</b>	22	73%
<b>NO</b>	8	27%
<b>TOTAL</b>	30	100%

**Gráfica 6.** ¿Participaría en capacitaciones con el objetivo de optimizar el manejo de los residuos sólidos orgánicos?



Fuente: Elaboración propia

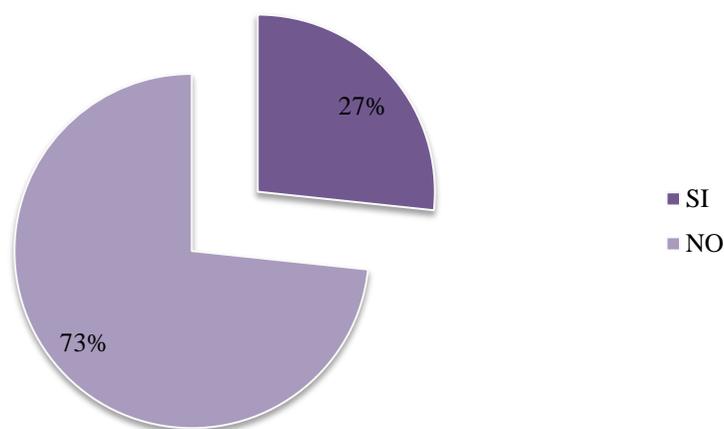
De acuerdo con los resultados obtenidos el 73% de los vendedores si participaría en capacitaciones sobre el manejo de los residuos sólidos orgánicos. Muchos de ellos revelaron que les gustaría conocer más sobre el manejo de este tipo de desechos.

**7.** ¿Conoce los usos que se le pueden dar a los residuos sólidos orgánicos?

**Tabla 8** Usos de los residuos sólidos orgánicos

<b>SI</b>	8	27%
<b>NO</b>	22	73%
<b>TOTAL</b>	30	100%

**Gráfica 7.** ¿Conoce los usos que se le pueden dar a los residuos sólidos orgánicos?



Fuente: Elaboración propia

El 27% de los vendedores que respondieron SI a esta pregunta, afirmaron que el uso que ellos conocen de los residuos orgánicos es la comida para cerdos o ganado.

### 3.2.3 Análisis de resultados

Como resultado de esta encuesta y/o entrevista mixta se puede determinar que los vendedores de frutas, verduras y hortalizas de la plaza de mercado no tienen mucho conocimiento sobre la clasificación de los residuos y el potencial de aprovechamiento que tienen los RSO.

Adicionalmente no saben los problemas ambientales y las afectaciones de salud que se pueden presentar al no depositar y manejar adecuadamente los desechos, un ejemplo claro de esta problemática es la mezcla de los desechos generados en áreas de venta de carne y pescado son mezclados con los demás residuos contribuyendo al deterioro de la estética del lugar y la aparición de malos olores, roedores y aves carroñeras.

Además se evidencia la falta de compromiso que tiene la alcaldía o entes gubernamentales al no realizar campañas de capacitación acerca del manejo, clasificación y aprovechamiento de estos residuos.

## Capítulo IV

### 4.1 El manejo de los Residuos Sólidos Orgánicos en la Plaza de Mercado “Leopold Rother”

La plaza de mercado de Girardot está ubicada en el barrio San Miguel uno de los sitios más concurridos e importantes del municipio. Este lugar además de ser considerado como Monumento Nacional y Patrimonio Histórico y Artístico de Colombia es un centro de abastecimiento que le ofrece a los girardoteños y visitantes una extensa exhibición de frutas, verduras, hortalizas, carne, pescado y demás productos para satisfacer las necesidades de la comunidad.

De modo que, es un sector que genera grandes cantidades de residuos sólidos orgánicos los cuales deben tener un manejo adecuado y de esta forma evitar impactos ambientales negativos, deterioro de la imagen del lugar y la salud de las personas que trabajan o viven allí.

Es por esto que se revisaron diferentes documentos para analizar la gestión ambiental por parte de la alcaldía y verificar si existe algún tipo de aprovechamiento en el municipio. Para empezar, se revisó el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) de Girardot actualizado en el año 2017; en el documento extraído directamente de la página oficial de la alcaldía se puede encontrar el **programa 7** nombrado como “Aprovechamiento”, este ítem contiene diferentes variables orientadas a la formulación de proyectos para la capacitación de los usuarios con el objetivo de promover el manejo adecuado de los residuos sólidos, como resultado

se creó el **proyecto 8**: Capacitación y Gestión interna de grandes generadores de RSO; **proyecto 9**: Operación de ruta de recolección selectiva de RSO y el **proyecto 10**: Tratamiento de RSO, relacionados al manejo de los RSO. De acuerdo a la matriz de seguimiento del PGRIS municipal, el avance del proyecto 7 y de los programas 8, 9 y 10 se encuentran en un 0% de cumplimiento. Siendo Ser Regionales y Planeación Municipal, los responsables del cumplimiento de estas actividades.

De acuerdo con la matriz mencionada, estas dos áreas encargadas de la organización, administración, operación y prestación de la plaza de mercado de Girardot solo han realizado algunas capacitaciones sobre el uso de las 3R (Reducir, Reutilizar y Reciclar) a los vendedores de la plaza. Cabe aclarar que elaboraron una propuesta relacionada con abonos orgánicos sin embargo aún están a la espera de ser aprobada.

Por otro lado el municipio ha trabajado en compañía de la Corporación Autónoma Regional - CAR en el programa “Ciclo Reciclo”, el cual busca incentivar en la comunidad las acciones de separación en la fuente, reducción de la producción de residuos y reutilización de materiales, así como también generar conciencia sobre la protección y cuidado del medio ambiente. Con respecto al aprovechamiento de residuos orgánicos, existe una iniciativa privada liderada por Ser Ambiental S.A. E.S.P. para aprovechar el material de la poda de árboles, con el fin de producir compost y utilizarlo en la empedricación y cierre de taludes en el relleno sanitario.

A pesar de proponer y desarrollar diferentes actividades referentes al manejo de los residuos, actualmente el municipio no realiza ningún tipo de aprovechamiento de material orgánico, ni de Material Potencialmente Reciclable (MPR), no tiene una ruta de recolección selectiva para estos

materiales y tampoco existe un programa de aprovechamiento de RSO de plazas de mercado (Alcaldía de Girardot, 2017)

De acuerdo a la información expuesta anteriormente, se puede evidenciar que el municipio tiene campañas de concientización para el manejo de los residuos y actividades de aprovechamiento sin embargo no hay acciones encaminadas al manejo y aprovechamiento de los RSO generados en la plaza de mercado, ni a la capacitación de los vendedores del lugar, complicando la situación de este lugar y contribuyendo a la reducción de la vida útil del relleno sanitario “Praderas del Magdalena”.

Además, en un informe presentado en el 2010 por la Defensoría del Pueblo sobre las plantas de aprovechamiento y disposición final en el departamento de Cundinamarca, se puede confirmar que el municipio de Girardot no cuenta con una planta de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, desperdiciando el valor potencial que tienen estos desechos.

*Tabla 9 Planta de Residuos Sólidos de Cundinamarca*

<b>Municipio</b>	<b>Ubicación</b>
Anolaima	
Arbeláez	Vereda San Roque
Cabrera	Vereda San Isidro
El Colegio	Vereda Trujillo
Fómeque	
Fosca	
Guaduas	Vereda El Retiro
Guayabetal	Vereda San Antonio
Gutiérrez	
Nimaima	Vereda El Resguardo Alto
Nocaima	Vereda San Agustín
Pacho	Vereda Monteverde
Pasca	Vereda El Retiro
Sasaima	Vereda La Morena
Sibaté	Vereda La Unión
Tibacuy	Vereda Calandaima

Zipacón	Vereda El Chuzcal
---------	-------------------

**Fuente:** (Defensoría del Pueblo, 2010)

Acerca de la información brindada por la Defensoría del Pueblo, se observa que son muy pocos los municipios de Cundinamarca que cuentan con una planta de aprovechamiento para los RSO, cabe aclarar que algunas de estas plantas no están en funcionamiento o su estado es deplorable en aspectos técnicos, operativos y ambientales; causando además problemas sociales ya que este tipo de actividades genera empleo a la comunidad.

#### 4.2 Manejo de los RSO en municipios aledaños

- **Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Flandes- Tolima** (Alcaldía de Flandes, 2016)

La alcaldía de Flandes establece que actualmente en el municipio no se realiza la clasificación de los residuos en la fuente, tampoco cuenta con el proceso de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la plaza de mercado. No obstante, presenta proyectos para el mejoramiento del manejo de estos residuos, implementando campañas de capacitación y concientización a los grandes generadores de RSO y actividades aprovechamiento.

- **Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Espinal- Tolima** (Falla & Suarez, 2015)

De acuerdo con el documento presentado por la alcaldía, el municipio no cuenta con ninguna actividad de aprovechamiento de los RSO generados en la plaza de mercado. Se debe agregar que en los proyectos a futuro no plantean campañas de capacitación ni concientización a los grandes generadores de residuos sólidos orgánicos, tampoco incorporarán actividades de aprovechamiento.

- **Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Ataco- Tolima** (Alcaldía de Ataco, 2017)

Luego de la revisión del PGIRS de Ataco se pudo verificar que actualmente el municipio no realiza el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, solamente realizan el reciclaje de materiales como papel, cartón y plástico, sumado a esto tampoco han realizado capacitaciones sobre el manejo de los desechos a ningún trabajador ni habitante del lugar. Sin embargo, pretenden mejorar la situación de los RSO mediante la implementación de áreas para su aprovechamiento, además de realizar campañas informativas y educativas a vendedores y residentes sobre el aprovechamiento de materiales reciclables y residuos orgánicos.

- **Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Prado- Tolima** (Alcaldía de Prado, 2019)

El PGIRS de Prado muestra que el municipio no cuenta con ningún programa de reciclaje ni aprovechamiento de residuos, tampoco han realizado campañas educativas.

- **Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Armero Guayabal** (Alcaldía Municipal de Armero Guayabal, 2015)

De acuerdo con el documento presentado por la alcaldía, el municipio de Armero no realiza actividades de aprovechamiento de residuos orgánicos producidos en la plaza de mercado y tampoco ha realizado campañas de capacitación en temas de separación en la fuente. Igual que los ejemplos anteriores, esta localidad tiene como meta implementar programas de separación en la fuente, formulación de políticas ambientales que reglamente aspectos como reciclaje, separación en la fuente y reutilización, por último, capacitación y sensibilización acerca de los residuos potencialmente recuperables.

## Capítulo V

### 5.1 Documentos de referencia sobre el manejo de los residuos sólidos orgánicos

Los documentos relacionados con el manejo de los residuos sólidos orgánicos que se tomaron como referencia son los siguientes:

- **Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte** (CCA, 2017)

La comisión para la Cooperación Ambiental realizó un informe en donde se presentan las conclusiones del proyecto “Iniciativa de América del Norte para el desvío y procesamiento de residuos orgánicos”, el documento incluye datos estadísticos acerca de la generación, aprovechamiento y disposición final de los residuos orgánicos en Canadá, Estados Unidos y México; además un análisis de los beneficios ambientales relacionados con su reducción.

A su vez, describe los retos que limita la recuperación de los residuos orgánicos en los países ya mencionados y finalmente describe las mejores prácticas de aprovechamiento.

- **Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos. Oportunidades en América Latina.** (Pietro Graziani, 2015)

El autor de este libro Pietro Graziani busca reconocer y analizar las tecnologías que se aplican en diferentes países de Europa y Asia sobre el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos municipales, con el objetivo de aplicarlas principalmente en ciudades de América Latina y el Caribe debido a su impacto ambiental y social. Las tecnologías se dividen en cuatro puntos, tales como: (1) manejo y aprovechamiento de los residuos orgánicos, (2) aprovechamiento energético, (3) gestión de los residuos eléctricos y electrónicos, (4) reciclaje del plástico PET, papel y llantas usadas.

- **Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe.** (Zulia et al., 2006)

Alejandrina y Joheni realizaron una revisión bibliográfica para poder describir la situación actual del manejo de los residuos sólidos en América Latina y el Caribe, además mencionan las acciones y estrategias que se están usando para mejorar.

- **Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost.** (UNA, 2015)

Realizaron esta guía con el fin de compartir la experiencia en la Universidad Nacional de Costa Rica sobre el manejo responsable de los residuos orgánicos utilizando las composteras rotatorias y lombricompostaje como herramienta para la elaboración de abono orgánico.

- **Estado actual de los desperdicios de frutas y verduras en Colombia.** (Martínez & QuinteroJelen, n.d.)

Este artículo expone el estado actual del desperdicio de frutas y verduras en Colombia, y el impacto que está generando en diferentes ciudades del país durante los últimos años, siendo las cadenas de suministro las que inciden directamente en el despilfarro de los alimentos. La pérdida y desperdicio en “Colombia al año aproximadamente se pierde y de desperdician el 34% (9,76 millones de Toneladas) de los alimentos siendo el 22% (6,22 millones Toneladas) el cual se pierde, y el 12% (3,54 millones) se desperdicia. Y aproximadamente el 58% (6,1 millones de Toneladas) son de frutas y verduras” (DPN, 2016). A su vez, los departamentos de Santander, Norte de Santander, Cundinamarca y Boyacá también aparece de primera en cantidad de comida que se desperdicia, es decir, la que va a la basura en las etapas de consumo y retail. En esta región se desperdician 08.919 (48,3%) toneladas de comida. Llegando a conclusiones, que el desperdicio generado en

Colombia indica que se compra mucho más de lo que realmente se consume. Una gran cantidad de desperdicio de comida es resultado de la falta de concientización de los consumidores.

- **Reducción de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia por medio del Compostaje Líquido.** (Penagos Vargas et al., 2011)

Este trabajo define cada uno de los tipos de aprovechamiento apoyados en la normatividad existente. Igualmente compila algunas experiencias a nivel mundial, regional y local, los impactos positivos y negativos y los costos para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos urbanos. La importancia del aprovechamiento de los residuos orgánicos empieza a adquirir una mayor dimensión por el acelerado crecimiento urbanístico y la necesidad de reutilizar materias primas desechadas. Una de las técnicas más usadas en Colombia para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos urbanos es el compostaje, el cual se define como descomposición de residuos orgánicos por la acción microbiana, cambiando su estructura molecular. Esta alternativa es la más usada debido a que permite tratar cantidades altas de residuos, siendo el caso de la generación de los residuos sólidos urbanos.

- **Manejo integral de residuos sólidos en Corabastos.** (Castro et al., 2013)

Los autores de este informe observaron que la central de abastos de Bogotá genera una gran cantidad de residuos sólidos los cuales no se disponen correctamente ocasionando problemas ambientales complejos. Por esta razón ellos proponen una alternativa de manejo integral para dichos residuos, de esta manera aprovechar la mayoría de estos y así poder solucionar esta problemática ambiental.

- **Programa para la gestión de residuos sólidos orgánicos para la ciudad de Bogotá D.C.** (Miriam Margoth Martínez Díaz, 2010)

La Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos observó que la ciudad de Bogotá estaba generando grandes cantidades de RSO los cuales no recibían ningún tratamiento y estaban siendo depositados directamente al relleno sanitario Doña Juana, reduciendo la vida útil del vertedero y afectando también la calidad de vida de la comunidad. Es por esto que crearon el Programa para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Orgánicos que pretende integrar estrategias de tratamiento o aprovechamiento, orientando a soluciones viables y acordes a las necesidades del Distrito.

- **Propuesta en el Manejo Sostenible de Residuos Sólidos Orgánicos en la Plaza de Mercado “La Concordia”.** (M. Gómez, 2016)

El autor de este informe a través de la problemática que observa en la plaza de mercado “La Concordia” busca plantear estrategias para el manejo integral de los residuos sólidos generadas en las plazas de mercado, a partir del análisis de los desechos que se producen, normas y referentes conceptuales.

- **Propuesta de un Programa para el Manejo de los Residuos Sólidos en la Plaza de Mercado de Cereté- Córdoba.** (Rivera, 2009)

Natalia López autora de la propuesta observa que la central de abastos de Cereté pasa por una grave problemática ambiental causada por el mal manejo de los residuos sólidos debido a la falta de tratamiento o aprovechamiento de estos y la falta de actividades para la disminuir la generación de desechos. Con el fin de reducir los impactos ambientales negativos producidos, presentó el programa para el manejo de los residuos sólidos, con el

cual se evaluó los impactos ambientales significativos relacionados con el mal manejo de los desechos.

- **Formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos en la Plaza de Mercado de Soacha, para el Aprovechamiento de Residuos Orgánicos.**(Bohórquez, n.d.)

Bohórquez (2018) en su formulación del PGIRS en la Plaza de Mercado de Soacha, implemento acciones para la valorización de los residuos sólidos, aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos y la eliminación de costos por disposición. Con la finalidad de minimizar y concientizar a través de acciones para reducir los impactos negativos socio-ambientales y económicos a los cuales están expuesto los habitantes de la zona. Las estrategias implementadas, estuvieron orientadas a promover procesos de minimización, aprovechamiento, valorización, tratamiento y disposición controlada de los residuos sólidos, priorizando los de carácter orgánico.

Estrategia 1: Educación ambiental, sensibilización, y participación comunitaria; estrategia 2: Manejo Integral de los RSO, asociados con el programa de separación en la fuente; estrategia 3: Aprovechamiento, transformación y disposición final de los RSO.

- **Formulación de un Plan de Manejo Ambiental para la Plaza de Mercado las Flores.** (Barón & Liévano, 2014)

Barón; Liévano (2014) vieron la necesidad de formular un Plan de Manejo Ambiental para dicha plaza de mercado, orientado a la solución de los impactos ambientales originados por la actividad comercial, permitiendo un mejor funcionamiento y cumplimiento de las obligaciones legales con la autoridad ambiental, generando de esta forma beneficios económicos a la plaza. Las actividades estuvieron encaminadas al

manejo de residuos sólidos, uso eficiente al consumo del agua y energía, manejo de vertimientos, emisiones atmosféricas, manejo de residuos cárnicos, por medio de actividades dirigidas a sensibilizar y concientizar a los comerciantes en relación al cuidado y mantenimiento del entorno. Con el desarrollo de este PMA, se esperó que se corrigieran las deficiencias actuales a nivel operativo en la plaza y a su vez, la minimización de los impactos ambientales negativos.

- **Aprovechamiento de Residuos Orgánicos en la Universidad Católica de Manizales.**

(Villegas, 2019)

En el documento se proponen varias alternativas que permiten realizar un aprovechamiento a los residuos orgánicos generados en la cafetería de la Universidad Católica de Manizales; donde se identificaron, analizaron y se clasificaron los residuos orgánicos tales como frutas, cascaras y ripio de café. Se evaluaron las tecnologías para el aprovechamiento de los residuos orgánicos en la institución anteriormente mencionada, generando un avance en el área de gestión ambiental. Las alternativas de aprovechamiento de los residuos orgánicos fueron: el compostaje, el lombricultivo, la digestión aerobia y anaerobia. Realizando el aprovechamiento de los residuos orgánicos en la cafetería pudieron contribuir a la gestión ambiental de la universidad y a su vez, disminuyendo los costos de recolección por parte de la Universidad a la empresa prestadora de servicio EMAS.

- **Manual para el Manejo de los Residuos Sólidos Orgánicos e Inorgánicos de la Plaza**

**Minorista José María Villa del Municipio de Medellín.** (Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, 2000)

El manejo integrado de residuos sólidos en el Área Metropolitana del Valle de

Aburrá es un programa que propicia espacios de participación en escenarios ambientales de trabajo, dirigidos a mejorar las condiciones de vida de todos sus participantes. El Aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos es un eslabón más a la cadena de proyectos que se realizan en pro de implementar una educación y sensibilización al manejo ordenado de residuos desde la fuente y a la recuperación de buen volumen del material orgánico que se genera en la plaza como materia prima fundamental para la obtención de abono orgánico óptimo para la recuperación de los suelos de nuestro entorno. Las alternativas para la disposición y tratamiento de residuos sólidos se basaron en la utilización de los rellenos sanitarios, los procesos de incineración, pirolisis, gasificación, conversión biológica como la transformación anaerobia y aerobia, destacando el compostaje como alternativa para el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos.

- **Proyecto Aplicado Aprovechamiento de los Residuos Orgánicos en la Vereda de Claras – Falan Tolima.** (Alzate & Rubio, 2017)

El proyecto se realizó con el fin de elaborar un abono orgánico con los habitantes de la vereda de Claras mediante el uso de los residuos orgánicos de cada una de las cocinas y algunos vegetales, para luego ser aplicado a sus cultivos, en el cual se obtuvieron grandes beneficios para el suelo, la producción, el medio ambiente y la economía del agricultor. Gracias a la implementación del abono orgánico que se llevó a cabo en la vereda de Claras se concluyó que este tipo de actividades resultan muy significativas para los habitantes de la vereda ya que traen grandes beneficios en pro del medio ambiente reduciendo los impactos negativos en el suelo, el agua y el aire.

- **Propuesta para el Manejo y Disposición de los Residuos Sólidos Generados en el Municipio de Muzo, Boyacá.** (Díaz & Gallego, 2016)

El propósito de este proyecto fue generar una propuesta que involucre el manejo integral de los residuos sólidos y orgánicos generados en el municipio de Muzo, Boyacá. Para el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos fue propuesto un compostaje aeróbico estático con aireación forzada. Los resultados obtenidos muestran que, en general, el uso de poda de césped como agente de carga arrojó mejores resultados, alcanzándose temperaturas elevadas y obteniendo un producto final libre de patógenos. se logró establecer que el uso de aireación forzada en conjunto con una estrategia adecuada de suministro de aire puede acelerar el proceso de compostaje. Además, se plantearon las posibles alternativas para el aprovechamiento de cada uno de los residuos sólidos generados por el municipio y mediante el método multicriterio TOPSIS difuso se seleccionó la más adecuada. Los criterios a tener en cuenta fueron: impacto ambiental, sostenibilidad económica, requerimientos técnicos e impacto social.

- **Estrategias para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la plaza de mercado de Fontibón, Bogotá D.C.** (Salamanca, 2014)

El trabajo se realizó en la plaza de mercado pública de Fontibón, D.C., donde se hizo necesario la implementación de un conjunto de estrategias que permita el aprovechamiento, minimización, valorización, transformación y disposición controlada de los Residuos Sólidos Orgánicos RSO que se producen. Se diseñó un Programa de Manejo Integral de los Residuos Sólidos Orgánicos PMIRSO, el cual se orientó a mejorar la calidad y el nivel de vida de la comunidad, así como estimular la disminución de la producción de los residuos orgánicos y fomentar las asociaciones que involucre el valor

económico a los RSO para que tengan un uso alternativo y posible a las necesidades. Se plantearon estrategias que permitieron dar soluciones sostenibles al manejo adecuado de los RSO, estando acordes con las opiniones y datos recolectados del sondeo de opinión, así como el establecimiento de metodologías coherentes al aprovechamiento y minimización de los residuos orgánicos; las estrategias fueron: Educación ambiental, sensibilización, y participación comunitaria; Manejo Integral, almacenamiento y presentación de los RSO; Aprovechamiento, transformación y disposición final de los RSO.

- **Manejo de residuos sólidos orgánicos en la central del Guavio.** (Codensa, 2020)

El proyecto de manejo de residuos sólidos orgánicos generados por el campamento de la central en Mambita, Cundinamarca y la recolección de residuos sólidos inorgánicos aprovechables, hace parte de los procesos del Programa de Educación Ambiental de la Central Guavio, que involucra a 99 familias de la vereda. Cuenta con una infraestructura llamada Compostera, ubicada en las instalaciones del campamento; los desperdicios orgánicos generados son seleccionados y pesados para ser dispuestos en las camas de compostaje, para posteriormente ser tratados por Biorremediación, que permite su descomposición y generación de abono orgánico. Hasta el momento se han recolectado 1860 Kg de material aprovechable y 4695 Kg de residuos orgánicos.

- **El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento.** (R. B. Gómez, 2006)

El estudio consistió en analizar la pérdida de alimentos en la central de abastos del municipio de Acacias, Colombia; evaluando el sistema de compostaje como alternativa de gestión ambiental. Se realizó mediante el método de cuarteo la estimación de la cantidad y

tipo de residuos desperdiciados, que posteriormente se sometieron al proceso de compostaje donde se evaluó la calidad del producto. Llegando a la conclusión de que los residuos orgánicos son un problema ambiental que requiere de alternativas como el compostaje, que permite reducir la cantidad y aprovechar el contenido nutricional de la fracción orgánica, generando subproductos con alto valor agregado.

- **Propuesta para el Aprovechamiento de los Desechos Vegetales Producto de la Comercialización de Frutas y Hortalizas en el Mercado de Oriente en Montería.**

(Gallego Florez et al., 2011)

Se presentó una propuesta que identificara estrategias de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos productos derivados de la comercialización de frutas y hortalizas en el mercado del sur de la ciudad de Montería; buscando en primer lugar reducir el impacto ambiental causado por el manejo de estos desechos y en segundo lugar identificar una oportunidad de negocio a partir de la producción de biocombustibles y/o agro insumos. Se analizaron modelos de producción de biodiesel, etanol y biofertilizantes. Dejando en evidencia, que el mercado de biofertilizantes derivados de los residuos de la comercialización de frutas y hortalizas en un modelo asociativo liderado por comercializadores de las plazas de mercado, resulta ser materia de investigación para identificar su potencial.

- **Biogás a partir de Residuos Orgánicos y su Apuesta como Combustibles de Segunda Generación.** (Severiche Sierra & Acevedo Barrios, 2013)

En este trabajo se analizó de manera detallada la conveniencia de la producción de biocombustibles de segunda generación a partir de residuos sólidos orgánicos. Buscando alternativas energéticas de origen renovable y la disminución de gases

de efecto invernadero provenientes de la descomposición de desechos orgánicos hacen del biogás una prometedora alternativa para la sustitución de combustibles fósiles y para la valorización energética de residuos orgánicos en zonas urbanas, rurales agroindustriales, en tanto que su producción es posible siempre que existan fuentes de origen orgánico. Se demostró la posibilidad de implementar un esquema de biodegradación del cual, además del tratamiento y estabilización de una amplia gama de desechos, se pueden obtener valiosos insumos para otros sectores industriales como los azúcares y el etano.

- **Gestión de los Residuos Orgánicos en las Plazas de Mercado de Bogotá.** (Consortio NAM - VELZEA LTDA, 2011)

En este trabajo, se evaluaron las alternativas de gestión para los residuos orgánicos en las plazas de mercado propiedad del distrito Capital, y la Central de Abastos CORABASTOS, también en la ciudad de Santafé de Bogotá. La evaluación de alternativas de uso directo o transformación de los residuos orgánicos se basaron en: (1) uso directo alimento para animales, (2) tratamiento físico: reducción de tamaño, (3) transformación química: Hidrólisis (ácida o alcalina), (4) transformación térmica, (5) proceso biológico aeróbico: compostaje (hileras, pilas aireadas y reactores) y coprocesamiento, (6) proceso biológico anaeróbico: Biodigestión, (7) lombricultura. Dejando como resultado, la posibilidad de agregar un valor económico a los residuos vegetales sí estos se transforman en un material aprovechable - compost.

- **Propuesta para el Manejo de Residuos Orgánicos Producidos en la Plaza de Mercado de Chía (Cundinamarca).** (Pinto & Suarez, 2016)

Con la investigación realizada, se pretendió plantear soluciones a las problemáticas que se originan alrededor de la generación de residuos orgánicos en la plaza de mercado EL CACIQUE, por medio del aprovechamiento de los residuos, permitiendo el mejoramiento de la imagen de la plaza de mercado y proporcionando un espacio apto para la comercialización de productos. Demostrando, que la propuesta diseñada para el caso de la plaza de mercado, utilizando la mejor técnica en el proceso de aprovechamiento acorde a las condiciones específicas de la institución, es el compostaje estático por hileras con invernadero, llevando a cabo procesos especiales y particulares como la adecuación de instalaciones, permitiendo un óptimo desarrollo del ideal propuesto; además siendo una alternativa rentable, pues la Tasa Interna de Retorno (TIR) calculada indica que la inversión se recuperaría en un tiempo apropiado para su buen funcionamiento a largo plazo.

- **Gestión Integral de los Residuos Sólidos en el Departamento de Cundinamarca.**

(Contraloría de Cundinamarca, 2019)

La Contraloría de Cundinamarca en el 2019 presenta el informe donde consolida la información sobre la Gestión Integral de los Residuos Sólidos en Cundinamarca, después de consultar 115 alcaldías sobre el manejo de los desechos en cada territorio incorporando el comportamiento y variación frente a la generación, manejo, aprovechamiento y disposición final.

- **Actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) de Girardot – 2017.** (Alcaldía Municipal de Girardot, n.d.)

El presente documento corresponde al informe final para la actualización del PGIRS del municipio de Girardot, que comprende la línea base, proyecciones, priorización de

problemas, definición de objetivos y metas, identificación y selección de alternativas, la formulación de los programas y proyectos, el cronograma y plan financiero y el sistema de seguimiento y evaluación del PGIRS. En el programa 7 de Aprovechamiento del PGIRS, se citan una serie de proyectos que están encaminados a la gestión de los residuos sólidos orgánicos como el proyecto 8 capacitación y gestión interna de grandes generadores de RSO; el proyecto 9 operación de ruta de recolección selectiva de RSO y el proyecto 10 tratamiento de RSO.

## 5.2 Normatividad

En Colombia la legislación ambiental referente a los residuos orgánicos es bastante amplia. A continuación, se mencionarán las más relevantes en orden cronológico:

- **Ley 99 de 1993:** Ley General de Colombia por el cual se crea el Ministerio de Medio Ambiente, se reestructura el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se reorganiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y se dictan otras disposiciones.

Para comprender mejor el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la nación.

- **Ley 09 de 1979:** El Código Sanitario Nacional fija una serie de normas relacionadas con la protección del medio ambiente y la salud humana. En esta ley se presentan unos aspectos importantes que bien podrían ser asumidos a través de la reglamentación de la

Ley 99/1993 o que pueden ser aplicados en la ausencia de reglamentación específica, toda vez que no se encuentren derogados explícitamente.

- **Ley 142 de 1994/ Ley 632 de 2000:** Algunos elementos normativos y políticas existentes a la fecha, establecen y reconocen las conductas y procedimientos que se deben aplicar con relación a como valorar servicios y actividades de aprovechamiento de residuos. La Ley 142/1994 en sus Art. 9 y 146 establece taxativamente que el servicio que se paga es el que mide y fija claramente la función ecológica de los servicios públicos.
- **Ley 388 de 1997:** Esta ley define el marco legal del ordenamiento territorial que debe ser aplicado por los entes territoriales y en el que se debe incluir la variable ambiental dentro del escenario de desarrollo urbanístico.
- **Ley 1333 de Julio 21 de 2009:** Establece el nuevo régimen sancionatorio ambiental: Se incorporan los Principios Ambientales y Constitucionales; establece un régimen de responsabilidad objetiva; el daño ambiental se califica como infracción ambiental; define la función de las medidas preventivas y regula el régimen de las sanciones; establece los tipos de sanciones; se crea el Registro Único de Infractores Ambientales (RUIA).
- **Decreto 1713/ 06 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.
- **Decreto 1140/ 07 de mayo 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.

En el **Parágrafo 4º** las plazas de mercado, cementerios, mataderos y/o frigoríficos deben establecer programas internos de almacenamiento y presentación de residuos de tal manera que reduzca la heterogeneidad de los mismos y facilite el manejo y posterior aprovechamiento, en especial los de origen orgánico.

- **Decreto 1505/ 06 de junio 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 838 de 2005:** Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
- **Decreto 2981/ 20 de diciembre de 2013:** Reglamenta la Prestación del Servicio de Aseo, establece las características para el aprovechamiento de residuos, en especial de los residuos orgánicos. “Artículo 79. Recolección y transporte de residuos para aprovechamiento como actividad complementaria del servicio público de aseo. Son el conjunto de actividades complementarias de aseo realizada por la persona prestadora del servicio público, dirigidas a efectuar la recolección de los residuos sólidos de manera separada para su transporte hasta las estaciones de clasificación y aprovechamiento o a las plantas de aprovechamiento”.
- **Resolución 2674/ 22 de julio de 2013:** aplica para Empresas de Expendio de Alimentos y Grandes Generadores (Ejemplo: Centros Comerciales, Cadenas de Restaurantes, Restaurantes, Catering, Empresas dedicadas al Procesamiento y Conservación de Alimentos, Hoteles, entre otras). Se establecen los Requisitos Sanitarios que deben cumplir las personas naturales y/o jurídicas que ejercen actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución, y

comercialización de alimentos y materias primas de alimentos. En el numeral Capítulo 1, inciso 5 sobre Disposición de Residuos Sólidos, se reglamenta que las personas naturales o jurídicas deben cumplir con los requisitos sanitarios en la Preparación y Almacenamiento de Alimentos: “5.4. Cuando se generen residuos orgánicos de fácil descomposición y no se disponga de un mecanismo adecuado de evacuación periódica se debe disponer de cuartos refrigerados para el manejo previo a su disposición final”. Los mecanismos de evacuación periódica se deben cumplir a cabalidad para impedir la contaminación de los alimentos.

- **Resolución 754/ 25 de noviembre de 2014:** Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Siendo esta la actualización de la Resolución 1045 de 2003.

De conformidad con el artículo 88 del Decreto 2981 de 2013, corresponde a los municipios y distritos, elaborar, implementar y mantener actualizada un plan de gestión integral de residuos sólidos en el ámbito local o regional según el caso, y que los Planes Municipales de Desarrollo Económico, Social y de Obras Públicas.

## **CAPITULO VI**

### **6.1 Alternativas para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos con base en la revisión bibliográfica**

La Política para la Gestión de Residuos, describe el aprovechamiento como el conjunto de fases sucesivas de un proceso, siendo la materia inicial un residuo; el procesamiento tiene como

finalidad económica valorizar el residuo y obtener un producto o subproducto utilizable, reincorporándose al ciclo económico y con valor comercial.

Aprovechar al máximo los residuos generados y la minimización de los mismos, contribuye a conservar y reducir la demanda de los recursos naturales, como disminuir el consumo de energía, preservar los sitios de disposición final y reducir sus costos; así como reducir la contaminación ambiental con la disminución de la cantidad de residuos que van a los sitios de disposición final o que simplemente son dispuestos en cualquier sitio contaminando el ambiente.

El aprovechamiento de los RSO debe realizarse cuando la propuesta sea económicamente viable, técnicamente factible y ambientalmente conveniente. Por ello, las normas y acciones orientadas hacia el aprovechamiento de los RSO deben tener en cuenta lo siguiente:

- La materia prima debe ser considerada como insumo.
- El destino de la materia prima es el aprovechamiento, sea de manera directa o como resultados de tratamientos, reutilización, reciclaje, producción de bioabono, generación de biogás, compostaje, incineración con producción de energía, entre otros.
- El valor del residuo aprovechable debe darse teniendo en cuenta que exista un mercado para el residuo.
- La población que actualmente este realizando las actividades de aprovechamiento o recuperación de los RSO deben tener reconocimiento y espacio para su trabajo.

Para cumplir con el objetivo propuesto, se describen los diferentes tipos de aprovechamientos biológicos que se logran a partir del tratamiento de los residuos sólidos orgánicos.

### 6.1.1. Alimentación animal

Para incorporar el producto orgánico como complemento importante en la alimentación animal, es necesaria una correcta planificación en la que se tenga en cuenta: de qué productos se dispone, en qué cantidades y en que periodos de tiempo. Los residuos orgánicos tienen un alto contenido en humedad lo que implica dificultades para el almacenamiento y el consumo debe ser rápido con el fin de evitar problemas de fermentación o descomposición del mismo.

Para que los subproductos sean aprovechables en la alimentación de los animales, se debe determinar si sus valores nutritivos son adecuados y valorar el proceso de conservación, así como su viabilidad económica, permitiendo identificar y caracterizar los subproductos que ofrezcan una mayor viabilidad económica, según su potencial de producción anual. Del mismo modo, se tienen que encontrar propiedades físico químicas y nutritivas diferenciadoras; analizando el proceso de transformación y conservación; sus posibles salidas comerciales y su facilidad de adquisición, suministro, transporte y comercialización. (Pardos, 2013)

*Imagen 7 Residuos sólidos orgánicos como alimento animal*



Fuente: Redacción Infopork (2015) Bolivia- Proyecto de reutilización de desechos orgánicos para alimentar cerdos [Imagen] <https://infopork.com/2015/12/bolivia-proyecto-de-reutilizacion-de-desechos-org-nicos-para-alimentar-cerdos/>

En las zonas rurales de Colombia, la población separa la fracción orgánica generada en el inmueble para la alimentación de animales, en su mayoría ganado y cerdos. Los resultados alcanzados por Mota, Alfonso, Ramírez, Cisneros, Torres & Trujillo (2004), apoyan la teoría donde el correcto balance nutricional incrementa significativamente el peso de la cerda y su grasa dorsal, para así determinar que la mejor y más homogénea condición corporal se relaciona con la productividad numérica anual, lo que se traduce en un mejor desempeño reproductivo de la cerda, intervalo destete – concepción y en un mejor número de lechones nacidos vivos totales. Mientras que productos alimenticios como los desperdicios decrecen considerablemente los parámetros productivos de las cerdas, disminuyendo su fertilidad, aumentando los días de intervalo concepción y destete. (Alonso & Ramírez, 2004)

### **6.1.2 Compostaje**

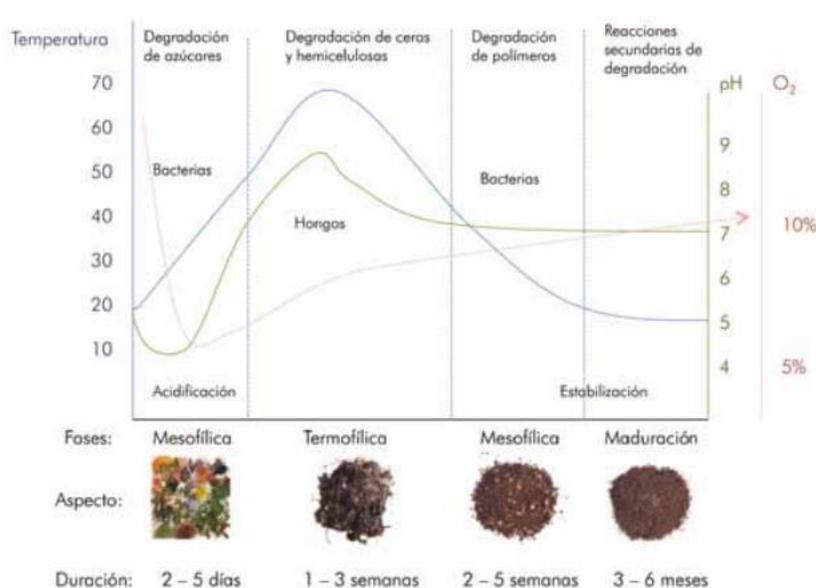
El compostaje es un proceso natural y biooxidativo, en el que intervienen microorganismos aerobios que requieren una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, implica el paso por una etapa termófila dando al final como producto de los procesos de degradación de dióxido de 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. (ARROYAVE S. & VAHOS M., 1999)

- **Fases del proceso en el compostaje**

El Manual de Compostaje del Agricultor, describe las fases, las condiciones, técnicas, costo y utilización en el proceso del compostaje:

1. **Fase Mesófila:** El material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días).
2. **Fase Termófila o de Higienización:** Cuando el material alcanza temperaturas mayores que los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina.
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.
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.

*Ilustración 1. Fases del compostaje*



Fuente: FAO.

- **Condiciones del proceso de compostaje**

En el compostaje, los microorganismos son los responsables de la transformación del sustrato, por lo tanto, todos aquellos factores que puedan inhibir su crecimiento y desarrollo, afectarán también sobre el proceso. Los factores más importantes que intervienen éste proceso biológico son: temperatura, humedad, pH, oxígeno, relación C/N y población microbiana.

1. **Temperatura:** La temperatura tiene un amplio rango de variación en función de la fase del proceso. El compostaje inicia a temperatura ambiente y puede subir hasta los 65°C sin necesidad de ninguna actividad antrópica (calentamiento externo), 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. Bajas temperaturas ( $T^{\circ}$  ambiente  $< 35^{\circ}\text{C}$ ), indican humedad y material insuficiente, déficit de nitrógeno o baja C:

N. Altas temperaturas ( $T$  ambiente  $>70^{\circ}\text{C}$ ), significan una ventilación y humedad insuficiente.

2. **Humedad:** Es un parámetro estrechamente vinculado a los microorganismos, estos, usan el agua como medio de transporte de los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular. La humedad óptima para el compost se sitúa alrededor del 55%, aunque varía dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas, así como del sistema empleado para realizar el 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.
3. **pH:** El pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5). En los primeros estadios del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoníaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro. El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. 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.
4. **Oxígeno:** El compostaje es un proceso aerobio y se debe mantener una aireación adecuada para permitir la respiración de los microorganismos, liberando a su vez, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) a la atmósfera. Así mismo, la aireación evita que el material se compacte o se encharque. Las necesidades de oxígeno varían durante el proceso, alcanzando la mayor tasa de consumo durante la fase termofílica. Un porcentaje de

oxígeno <5% significa una baja aireación, mientras que un porcentaje de oxígeno >15% indica un exceso de aireación, siendo 5% - 15% el rango ideal del porcentaje de oxígeno.

5. **Relación C/N:** La relación C: N varía en función del material de partida y se obtiene la relación numérica al dividir el contenido de C (%C total) sobre el contenido de N total (%N total) de los materiales a compostar. Esta relación también varía a lo largo del proceso, siendo una reducción continua, desde 35:1 a 15:1.
6. **Población microbiana:** La actividad microbiana está relacionada con el tamaño de la partícula, esto es, con la facilidad de acceso al sustrato. Si las partículas son pequeñas, hay una mayor superficie específica, lo cual facilita el acceso al sustrato. El tamaño ideal de los materiales para comenzar el compostaje es de 5 a 20 cm. La densidad del material, y por lo tanto la aireación de la pila o la retención de humedad, están estrechamente relacionados con el tamaño de la partícula, siendo la densidad aproximadamente 150 -250 kg/m<sup>3</sup>, conforme avanza el proceso de compostaje, el tamaño disminuye y, por tanto, la densidad aumenta, 600-700 kg/m<sup>3</sup>.

- **Técnicas de compostaje:**

1. **Sistemas abiertos o en pila:** Antes de formar las hileras se pre trata el material orgánico mediante trituración y cribación hasta obtener un tamaño de partícula aproximadamente de 2,5 a 7,5 cm y un contenido de humedad entre 50 a 60%, y se dispone en hileras. El ancho y alto de las hileras depende del tipo de equipamiento que se va a utilizar para voltear los residuos fermentados. Un sistema rápido de compostaje en hileras emplea normalmente de 2 a 2,30 m de altura y 4.5 a 5 m de ancho por cada hilera, el material se

voltea hasta dos veces por semana mientras la temperatura se mantiene aproximadamente a 55 grados centígrados; la fermentación completa puede obtenerse en tres o cuatro semanas, después del periodo de volteo, se deja el compost para curarse durante tres o cuatro semanas más sin volteo. En un sistema de mínimo rendimiento se utiliza una pala para voltear la hilera una vez al año, esto podría funcionar, pero tardaría de 3 a 5 años en descompletarse la descomposición y emitiría olores desagradables, ya que algunas partes de la hilera serían anaerobias.

*Imagen 8 Pilas de compostaje*



Fuente: *Martínez, M.A (s.f) Manual de Compostaje del Agricultor.*  
 file:///D:/Users/usuario/Downloads/i3388s.pdf

2. **Pila estática aireada:** Este sistema fue, originalmente desarrollado para el compostaje aerobio de fangos de aguas residuales, pero se puede utilizar para fermentar una amplia variedad de residuos orgánicos, incluyendo residuos de jardín o aquellos sólidos urbanos previamente separados. La pila estática aireada consiste en una red de tuberías previamente perforadas para que, entre el aire, sobre ellas se coloca la fracción orgánica procesada de los residuos, formando pilas de aproximadamente 2 a 2,5 m de altura. Para controlar los olores, se puede poner una capa de compost cribado encima de la pila recién formada. El aire necesario tanto para la conversión biológica como para controlar la

temperatura, se introduce a la pila mediante un inyector de aire. Después que el material ha sido fermentado durante un periodo de tres o cuatro semanas, se realiza el proceso de curado durante cuatro semanas más. Para mejorar la calidad del producto final, se realiza una trituración o cribación del compost curado.

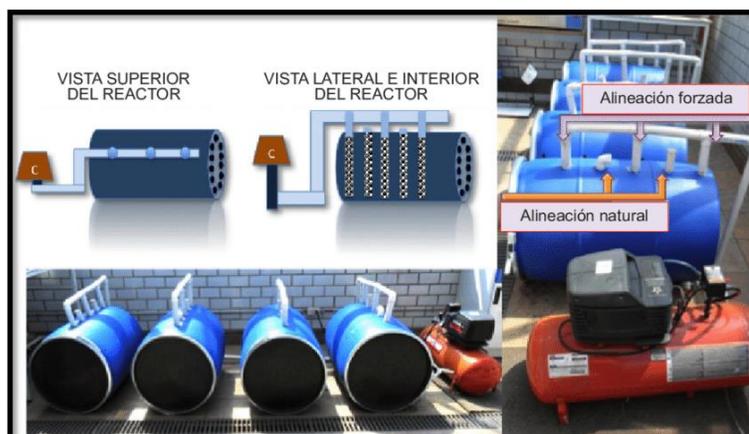
*Imagen 9 Pila estática aireada*



Fuente: Tortosa, G. (2015) *Sistemas de compostaje* [Imagen]  
<http://www.compostandociencia.com/2015/02/sistemas-de-compostaje/>

- Sistemas de compostaje en reactor:** Para éste sistema se ha utilizado como reactor todo tipo de recipientes, incluyendo torres verticales, depósitos horizontales, rectangulares y circulares. Estos se pueden dividir en dos categorías importantes de reactores: flujo pistón y dinámico (lecho agitado). El tiempo de retención para los sistemas en reactor varía de 1 a 2 semanas, y emplean un periodo de curado de 4 a 12 semanas después del período de fermentación activa. Durante los últimos años se ha incrementado la popularidad de los sistemas de compostaje en reactor, debido a que se diseñan muy buenos sistemas mecanizados con control del flujo de aire, de temperatura y concentración de oxígeno para minimizar olores, espacio, costos de mano de obra, tiempo de elaboración y para aumentar el rendimiento del proceso.

*Ilustración 2 Reactores para proceso de compostaje*



Fuente: Contreras, Vázquez, Espinosa, Beltrán, Osada & González, 2013. Propuesta metodológica para la evaluación de la degradabilidad de plásticos mediante composte. <file:///D:/Users/usuario/Downloads/43518-112553-2-PB.pdf>

- **Costos:**

Con el fin de analizar los costes económicos de un proceso de compostaje, se deben analizar en primer lugar los siguientes tres factores:

1. Elección del sistema elegido.
2. Cantidad y tipo de material orgánico que se usa para compostar.
3. Cantidad de compost necesario y cantidad destinada para venta.

- **Utilización del compost:**

El compost según su composición y sus características, puede tener diferentes usos. Cuando el compost muestra contenidos relativamente altos de metales pesados, puede utilizarse en parques y jardines urbanos, pero si se presenta cierto exceso de sales se puede utilizar con las debidas precauciones en la recuperación de suelos degradados. Aunque, es variable el grado de salinidad que puede presentar un compost, siempre está dentro de unos niveles que no reviste riesgo

aparente de salinización para el suelo; no obstante, el nivel en sodio no deberá sobrepasar el límite del 0,5 % sobre su contenido total de materia seca.

Si el compost contiene buenos nutrientes y materia orgánica, y no presenta las contraindicaciones anteriores, se puede utilizar como abono en los cultivos para la alimentación humana o animal. Y se tiene unas propiedades físicas adecuadas, puede utilizarse como sustituto parcial de las turbas y como abono en el cultivo de plantas ornamentales, aun cuando muestre un contenido de metales pesados relativamente elevado. (Roman et al., 2013)

*Tabla 10. Parámetros de compostaje*

<b>Parámetro</b>	<b>Rango ideal al Comienzo (2-5 días)</b>	<b>Rango ideal para compost en fase termofílica II (2-5 semanas)</b>	<b>Rango ideal de compost maduro (3-6 meses)</b>
<b>Temperatura</b>	45 – 60°C	45°C-Temperatura ambiente	Temperatura ambiente
<b>Humedad</b>	50% - 60%	45%-55%	30% - 40%
<b>pH</b>	6,5 – 8,0	6,0 - 8,5	6,5 – 8,5
<b>Oxígeno</b>	~10%	~10%	~10%
<b>Relación C:N</b>	25:1 – 35:1	15/20	10:1 – 15:1
<b>Tamaño de partícula</b>	<25 cm	~15 cm	<1,6 cm

Fuente: Manual de compostaje del agricultor - FAO

### 6.1.3 Lombricultivo

La lombricultura es la utilización de lombrices para compostar residuos orgánicos. Es un proceso aerobio en el que las lombrices, con ayuda de los microorganismos, transforman la materia orgánica en compuestos más simples este es un producto estable donde se encuentran

nutrientes disponibles para las plantas y gran cantidad de microorganismos benéficos que estimulan el desarrollo y la sanidad de los cultivos. (Roman et al., 2013)

En la actualidad se están cultivando principalmente dos tipos de lombrices. La roja californiana, *Eisenia foetida*, es de color rojo púrpura, su engrosamiento (clitelo) se encuentra centrado y su cola es achatada, de color amarillo. Mide aproximadamente de 8 a 10 cm. Son muy resistentes a condiciones adversas del medio.

*Imagen 10 Lombriz Roja Californiana (Eisenia Foetida)*



Fuente: Universidad Agrícola (s.f.) *El comportamiento de la lombriz roja californiana.* <https://universidadagricola.com/el-comportamiento-de-la-lombriz-roja-californiana-eisenia-foetida/>

La roja africana, *Fudrillus ssp*, es de color oscuro, su clitelo se encuentra más adelantado y su cola es redonda, de color blanquecino. Mide aproximadamente de 15 a 20 cm. No son muy resistentes a condiciones adversas, y cuando no se encuentran en su medio o hábitat adecuado emigran o mueren, pero en condiciones óptimas se reproduce más rápido que la californiana y genera más abono. (Legall et al., n.d.)

*Imagen 11 Lombriz Roja Africana (Fudrillus ssp)*



Fuente: EcuRed (s.f) Lombriz roja africana  
[https://www.ecured.cu/Lombriz\\_roja\\_africana](https://www.ecured.cu/Lombriz_roja_africana)

En la Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura, se mencionan los parámetros a tener en cuenta en esta técnica y una serie de recomendaciones que se enlistan a continuación:

- **Parámetros a tener en cuenta en lombricultivo**

*Tabla 11. Parámetros del lombricultivo*

Parámetro	Rango
<b>Temperatura</b>	De 10 a 25°C, teniendo cuidado de que no descienda por debajo de 7 °C y no supere los 35°C.
<b>Humedad</b>	Entre 70 y 80%, Humedades inferiores pueden dificultar el movimiento de las lombrices en el lombricultivo y muerte debido a la dificultad de obtener el oxígeno del agua. Humedades superiores: Pueden ahogar a las lombrices debido a que ellas respiran por la piel, además de la posible atracción de vectores (moscas).
<b>pH</b>	Entre 6,5 y 7,5. Valores de pH por debajo de 4,5 y por encima de 8,5 pueden causar la muerte del lombricultivo. Es importante verificar el pH del alimento antes de suministrarlo a la lombriz.
<b>Luminosidad</b>	Las lombrices son fotosensibles, por lo tanto, se debe mantener el lombricultivo protegido de los rayos directos del sol, ya que condiciones de exposición directa pueden matar a la lombriz.
<b>Relación C:N</b>	La relación inicial de los residuos debe ser de 30:1

<b>Salinidad</b>	Debe estar por debajo de 0,5 %. Es importante conocer el origen del alimento del lombricultivo debido a que los residuos pueden contener altos contenidos de sal que pueden afectar el desarrollo de las lombrices.
<b>Contenido de amonio</b>	Se recomienda que el contenido de amonio se mantenga por debajo de 0,5 mg/g (García y Solano, 2005). Una dieta rica en nitrógeno puede causar “gozzo ácido”, también síndrome proteico, enfermedad que puede matar a las lombrices.

Fuente: Ndegwa y Thompson, 2001.

- **Alimentación de la lombriz**

La lombriz roja californiana requiere de altas concentraciones de materia orgánica para alimentarse, pueden consumir prácticamente todos los tipos de materia orgánica, pudiendo ser ésta de origen orgánico vegetal, animal o mixto, fresco o en diferentes estados de descomposición. La lombriz puede llegar a ingerir diariamente su propio peso en alimento, es decir, 1 kilogramos de lombrices pueden consumir 1 kilogramo de residuos cada día.

- **Manejo del lombricultivo – Pie de cría de lombriz**

El pie de cría de las lombrices se puede obtener comercialmente, o a través de la cosecha de las lombrices a partir de las camas del lombricultivo. Las cantidades recomendadas son un kilogramo de pie de cría por metro cuadrado de lombricultivo. Es importante verificar la calidad del pie de cría. Los aspectos a tener en cuenta al momento de seleccionar el pie de cría son:

*Tabla 12. Características pie de cría de lombriz*

<b>Parámetro</b>	<b>Cualidades</b>
<b>Cantidad requerida</b>	1 kilogramo por metro cuadrado.
<b>Cualidades</b>	70% lombrices (adultas, crías, huevos) + 30% sustrato.
<b>Número de individuos</b>	Mínimo 700 lombrices por kilogramo de pie de cría.

<b>Desarrollo de las lombrices</b>	El pie de cría debe contener lombrices de diferentes edades (adultas, jóvenes y huevos).
<b>Estado de salud de las lombrices</b>	Deben tener un color rojo oscuro iridiscente y brillante, moverse activamente, estar hidratadas.
<b>Contenido de humedad</b>	Entre un 70 - 80% de humedad.

- **Montaje del lombricultivo**

Es importante recordar que cualquier sistema que se implemente debe ubicarse en sitios con piso sólido, facilitar la recolección de lixiviados, estar protegido de la luz del sol, de la lluvia, de temperaturas extremas, así como de animales domésticos; debe ser un sitio con fácil acceso y tener un espacio adecuado para realizar las labores operativas del lombricultivo. Para el establecimiento del lombricultivo deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- **Contenedor o cama**

Se caracterizan por ser recipientes abiertos para facilitar la alimentación de las lombrices y el monitoreo de las condiciones del lombricultivo. Los tamaños y materiales de estas estructuras son variables, empleándose para su construcción generalmente madera, ladrillos o concreto. Hay que tener en cuenta que el lombricompost en el contenedor no debe tener una profundidad mayor a 40 cm debido a que las lombrices no se desplazan más de esa profundidad.

*Imagen 12 Tina usada como cama de lombricultura*



Fuente: *Alcaldía Mayor de Bogotá (2014) Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura.*  
[http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP\\_SR.pdf](http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf)

- **Preparación del lecho (primera cama)**

El lecho es la estructura o sustrato inicial donde van a estar las lombrices, para su armado se necesita: Colocar una capa de estiércol fresco preferiblemente de caballo, con 5 días por lo menos en precompostaje. Colocar una capa de paja o pasto y revolver con el estiércol.

*Imagen 13 Preparación del lecho*



Fuente: *Alcaldía Mayor de Bogotá (2014) Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura.*  
[http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP\\_SR.pdf](http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf)

- **Pre compostaje de los residuos**

En un contenedor aparte se va poniendo a descomponer la mezcla. Se debe dejar degradar una semana y luego se les pasa a las lombrices. Prueba de alimentos con 50 lombrices: en una caja de 50 \* 50 \* 15 cm con orificios para drenaje se coloca el material precompostado en una capa de 5 cm, sobre la cual se colocan 50 lombrices, se riega con suficiente agua y se deja en un lugar oscuro por 24 horas, al cabo de las cuales se debe verificar que las lombrices han profundizado en el material y que se encuentran activas.

*Imagen 14 Precompostaje*



Fuente: *Alcaldía Mayor de Bogotá (2014) Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura.*  
[http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP\\_SR.pdf](http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf)

- Cuando se observe que las lombrices han consumido el alimento (se ve granulosa la parte superior del lombricultivo) es necesario colocar otra capa de 5 cm de alimento precompostado.
- Se repite esta acción hasta alcanzar la altura máxima del lombricultivo (se recomienda que no sea mayor a 60 cm).
- **Cosecha de lombrices**

Cuando tenga una apariencia granulosa, de coloración negra, con olor a tierra, donde no se distinguen los materiales originales con que se preparó la mezcla, la densidad de lombrices se ha duplicado y la altura del lecho ha superado los 60 cm de altura es el momento de retirar las lombrices y cosechar el lombricompost. Para ello se debe:

1. Suspender el riego y alimentación por cinco a diez días antes de la cosecha.
2. Se extiende sobre el lombricultivo una polisombra, malla o costal.
3. Sobre esta polisombra se coloca una capa de 5cm de alimento, preferiblemente frutas rociadas con melaza.
4. Al cabo de dos semanas pueden ser tomadas retirando la polisombra con el alimento que se colocó.
5. Estas lombrices con el alimento pueden ser colocadas en una nueva cama para continuar con el proceso.
6. Ir cosechando el lombricompost por capas, porque es posible que en el centro conserve humedad y aún haya allí lombrices.
7. Reducir la humedad del material resultante al 30%.
8. Tamizar con zaranda de orificio no mayor a 1 cm.
9. Empacado.

- **Sistemas de producción**

El lombricultivo puede establecerse en diversos sistemas, de acuerdo a las cantidades de residuos a aprovechar y del espacio disponible para ello, encontrándose entre los sistemas ampliamente utilizados los siguientes:

- **Sistemas de lombricompostaje abiertos:** Camas en el suelo de bajo costo: se basa en camas o pilas en el suelo que contienen materiales, tienen hasta 60 cm de profundidad.

- **Camas levantadas que se alimentan frecuentemente:** En este sistema las lombrices se encuentran confinadas en los 10 a 15 cm de la superficie de la cama. La eficiencia y tasa de procesamiento de residuos aumentan considerablemente cuando las camas son levantadas del suelo. Generalmente estos sistemas tienen adaptaciones para permitir la cosecha del lombricompost maduro en el fondo de la cama, mientras se van adicionando residuos por encima, de manera que es un sistema continuo que permite su mecanización y automatización de la cosecha del lombricompost.
- **Camas en pila estilo cuña:** Los residuos son apilados y se van adicionando capas a un costado de la pila, de manera que la cama se va alargando. Son sistemas recomendados para el tratamiento de estiércoles. No se recomienda que las pilas tengan más de 1 m de altura porque hay que tener en cuenta que las temperaturas pueden aumentar significativamente y ser peligrosas para las lombrices.
- **Lombricompostaje en contenedores:** Es un sistema que se adapta a diferentes escalas, pues puede realizarse en pequeñas canecas o cajas, o en grandes contenedores.
- **Cajas, canastillas o canecas:** es un sistema que se adapta a diferentes necesidades, requiere de poco espacio, pero puede necesitar más labores que otros métodos debido a las actividades de cosecha del lombricompost.
- **Reactores discontinuos:** Es una técnica interesante en contenedores que permite alimentar el lombricultivo por la parte superior y cosechar el lombricompost por la parte inferior. Es un sistema de baja tecnología, pues se puede realizar todo de forma manual o también se puede mecanizar. Para estos sistemas se recomienda no superar capas de 60 cm de profundidad y permite obtener un lombricompost maduro entre 30 y 60 días.
- **Dosis y métodos de aplicación**

Lombricompost sólido aplicado al suelo: Debe incorporarse en el momento de la preparación del suelo, de la siguiente manera:

- Cultivos: aplicar de 1 a 3 toneladas/hectárea/ año.
- Jardín: De 10 a 30 g por planta.
- Frutales: 2 a 3 kg /árbol / 3 meses.

Lixiviado (líquido): Puede aplicarse en cualquier estado de desarrollo de las plantas, especialmente cuando requieren de más nutrientes, como al inicio del desarrollo, al inicio de la floración y en el llenado de frutos.

- En drench (aplicación al suelo) al 10% cada 3 meses.
- Foliar al 5% cada 15 días.

- **Costos**

Se debe tener en cuenta según los recursos tangibles e intangibles a utilizar en la elaboración del lombricultivo, estos costos están relacionados con el mantenimiento, el control, materiales e insumos y mano de obra. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014)

#### **6.1.4 Biocombustibles**

Un biocombustible es un carburante obtenido mediante el tratamiento físico o químico de la materia vegetal o de residuos orgánicos. Los biocombustibles pueden obtenerse en estado sólido, gaseoso y líquido; asimismo, se clasifican en tres generaciones, de acuerdo con el tipo de materia prima empleada para producirlos.

Los de primera generación se derivan de materias primas que también son utilizadas como alimentos, entre las que se incluyen plantas ricas en azúcares, almidones y aceites. Por ejemplo, de la caña de azúcar se puede obtener alcohol, mientras que del aceite de girasol se puede obtener

biodiésel. Sin embargo, el uso de estas materias primas no es recomendable, dado que esto podría poner en riesgo la seguridad alimentaria.

La segunda generación abarca cultivos no comestibles (higuerilla, pastos, jatrofa) y los residuos de las actividades agrícolas, forestales, ganaderas, agroindustriales y urbanas. Los residuos representan un problema mayor de contaminación por sus altos volúmenes de generación y su poco o nulo uso para obtener productos de mayor valor agregado.

Por último, la tercera generación abarca a los biocombustibles originados a partir de microalgas, macroalgas y algas verde-azules que crecen en cuerpos acuáticos o aguas marinas. Éstas consumen grandes cantidades de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) durante su crecimiento y producen aceites, proteínas y carbohidratos, a partir de los cuales se puede obtener biodiésel, bioturbosina, bioetanol e hidrógeno renovable. Al ser utilizados los biocombustibles liberan CO<sub>2</sub>; no obstante, la misma cantidad de CO<sub>2</sub> es captada por las plantas durante su crecimiento, y así se regula el ciclo natural del carbono sin aumentar su concentración en la atmósfera. (Singh et al., 2016)

- **Procesos de obtención de los biocombustibles sólidos**

Los biocombustibles sólidos se obtienen a partir de materias primas de origen vegetal. Pueden producirse mediante procesos mecánicos o térmicos, o bien emplearse directamente, como en el caso de la madera. Las materias primas incluyen residuos de madera (astillas y aserrín), de cultivos (pajas, cascarillas y hojas), del procesamiento de los alimentos, e inclusive residuos urbanos, de los cuales se obtienen combustibles como pellets, briquetas, astillas y carbón vegetal.

Los procesos de conversión incluyen la trituración de la biomasa y su posterior densificación, un proceso que emplea presión y temperatura para compactar la biomasa. Como resultado se

aumenta la cantidad de energía por unidad de volumen, lo cual facilita el transporte y el almacenamiento.

Durante el densificado, el aumento de temperatura hace que la lignina contenida en la materia prima se funda y, con ayuda de la presión, aglomere a la biomasa. Posteriormente se enfría y la lignina se plastifica, lo que le da la forma y resistencia al densificado. Este proceso requiere un buen control de la humedad de la materia prima, el tamaño de partícula, la temperatura y presión. En algunos casos es necesario agregar un aglutinante para aumentar la resistencia o el contenido energético; puede usarse otro residuo sólido o incluso un agente químico como el glicerol, que a su vez es un residuo de la producción de biodiésel.

Las etapas del proceso de producción de los biocombustibles sólidos incluyen: reducción de tamaño (molienda), acondicionamiento de la humedad en la materia prima (secado o hidratación), densificado, enfriado, limpieza y empaquetado. Gracias a la densificación es posible aprovechar toda la materia para su combustión, con una eficiencia energética de entre 84% y 88%.

Además de eso, la torrefacción es un proceso térmico en el que la biomasa se calienta en ausencia de aire a una temperatura de entre 200 °C y 300 °C; como resultado, la biomasa pierde humedad, pero mantiene gran parte de su contenido energético. El producto resultante –conocido como carbón vegetal– tiene baja densidad volumétrica y puede ser empleado en procesos de gasificación, o bien como sustituto del carbón en centrales termoeléctricas o de cementos.

(Zamudio et al., n.d.)

### **6.1.5 Bocashi**

El Bocashi ha sido utilizado como abono orgánico por los agricultores japoneses desde hace ya muchos años. Bocashi es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”.

Este abono se deja descomponer en un proceso aeróbico de materiales de origen animal o vegetal. Su uso activa y aumenta la cantidad de microorganismos en el suelo, así como mejora sus características físicas y suple a las plantas con nutrimentos. (Ramos & Terry, 2014)

La elaboración de los abonos orgánicos fermentados como el Bocashi se puede entender como un proceso de semi-descomposición aeróbica de residuos orgánicos por medio de poblaciones de microorganismos que existen en los propios residuos, en condiciones controladas, que producen un material parcialmente estable de lenta descomposición, capaz de fertilizar a las plantas y al mismo tiempo nutrir al suelo.

- **Componentes utilizados para la elaboración del Bocashi**

Los componentes y su constitución son aspectos básicos en la elaboración, ya que de ellos dependerá la velocidad de descomposición o tasa de mineralización gobernada por la actividad microbiológica y la posterior disponibilidad de nutrimentos. Los principales componentes de los sustratos orgánicos son celulosas, hemicelulosas, ligninas, azúcares compuestos nitrogenados, los cuales tienen diferentes velocidades de descomposición, dependiendo de su constitución estructural y la facilidad ante el ataque de los microorganismos. La composición de este abono se ajustará a las condiciones y materiales existentes en las comunidades, pudiéndose utilizar los siguientes:

1. Suelo: Este es el ingrediente que nunca debe faltar en la formulación de este abono orgánico, provee los microorganismos necesarios para la transformación de los desechos.
2. Gallinaza y estiércol de ganado: Son las fuentes principales de nutrimentos como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y micro nutrimentos.
3. Ceniza: Proveen altas cantidades de potasio, esta puede ser obtenida de los fogones o estufas caseras que funcionan con leña.

4. Cal: Se emplea como enmienda para neutralizar la acidez de los estiércoles y materiales verdes que se usan y constituye una fuente de calcio y magnesio.
5. Melaza: Sirve como fuente de energía para los microorganismos que descomponen los materiales orgánicos. Además, provee cierta cantidad de boro, calcio y otros nutrimentos.
6. Residuos vegetales: Constituyen una fuente rica de nutrimentos para los microorganismos.
7. Suero o ácido láctico: Es un derivado de la leche, es un fuerte esterilizante y supresor de microorganismos nocivos. Además, posee propiedades hormonales y fungistáticas, es buen descomponedor de materia orgánica.
8. Levaduras: Producen sustancias bioactivas tales como hormonas y enzimas que promueven la división celular y el crecimiento radicular.
9. Carbón triturado o en polvo: Contribuye a mejorar las características físicas del abono orgánico como la aireación, absorción de calor y humedad. Actúa como una esponja reteniendo, filtrando y liberando poco a poco los nutrimentos.
10. Agua: Favorece en la creación de condiciones óptimas para el desarrollo de la actividad y reproducción de los microorganismos durante la fermentación. El exceso de humedad, al igual que la falta de esta, afecta la obtención de un abono de buena calidad. (Restrepo & Hensel, 2009)

Se procede a tender los materiales sobre el suelo, y se mezclan sin ningún orden, hasta lograr una textura homogénea. La altura de la abonera no debe ser superior a los 50 cm. El proceso de preparación y mezcla de los materiales, se realiza en forma ágil, la miel se prepara en forma de agua miel, y se le aplica poco a poco de manera que quede bien distribuida por toda la abonera. La levadura de pan, se espolvorea, sobre los materiales que se van agregando al abono en pequeñas cantidades.

Se utiliza abono ya fermentado, u hojarasca de una zona boscosa, con esto se pretende incorporar las bacterias que se encargarán de realizar el proceso de fermentación de la abonera.

Los materiales se deben mezclar en la siguiente proporción: 60% de materiales secos y 40% de materiales húmedos.

Es importante determinar la cantidad de materiales verdes en comparación con los materiales secos, ya que de ello depende la cantidad de humedad que tendrá la abonera, si lleva muchos materiales secos se necesitará incorporar más agua, si lleva muchos materiales verdes, no se necesitará incorporar más agua, si lleva muchos materiales, no se necesitará agua. La humedad que aportan los materiales influye sobre la regulación de la temperatura, la que puede afectar el desarrollo de las bacterias que realizan el proceso de fermentación del abono. La cantidad de agua a utilizar depende de los materiales usados, cuidando que ésta no se aplique en exceso (al tomar una porción de material y apretarla con la mano, no debe escurrir agua), si esto sucede deben agregarse más materiales secos. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, n.d.)

#### **6.1.6 Costos económicos**

Las dinámicas de estas alternativas han demostrado que su comportamiento financiero no es fácilmente sostenible debido a problemas de oferta y demanda, irregularidades de información, informalidad en los procesos de producción, distorsión en los precios debido a costos asociados al transporte y en general porque la venta de los materiales aprovechables no es suficiente para sostener la actividad por sí misma, requiriendo apoyo estatal para el traslado de los recursos y la formulación de los proyectos para que así éstos deriven en plantas de aprovechamiento con exigentes esquemas de optimización de procesos los cuales aún no se perciben como viables en su totalidad, o por lo menos en el corto plazo. (Miriam Margoth Martínez Díaz, 2010)

### **6.1.7 Costos ambientales**

Lo establecido en los PGIRS Regional sobre los proyectos relacionados con el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos no generan beneficios de rentabilidad (efectivo), los impactos que se logran con el desarrollo de los mismos se cuantifican para obtener un valor; contemplando los beneficios ambientales y sociales en costos del servicio de aseo y el tratamiento de orgánicos, de acuerdo con las metas graduales establecidas para residuos residenciales en un escenario de 15 años.

Además, se considera tener una visión que permita asimilar la viabilidad financiera del plan, donde se estimen los costos de intervención de los proyectos y programas concebidos, con el fin de obtener una interpretación rentista de los PGIRS. En casi todos los casos, estos planes no son viables, puesto que los retornos económicos medidos convencionalmente, no soportan políticamente las decisiones del gobernante, especialmente cuando se tienen garantizadas coberturas en zonas urbanas cercanas al 100% en recolección y disposición final, según la información de los PGIRS. (Área Metropolitana Valle de Aburrá, 2016)

### **6.2 Análisis de las alternativas**

En el país, el aprovechamiento de los RSO permite buscar alternativas que conlleven al tratamiento de estos residuos. Las alternativas de aprovechamiento, están relacionadas a tener un manejo integral de los RSO, siendo un material biodegradable, que se descompone fácilmente en el ambiente, bien sea de forma natural o por desintegración. Estas alternativas, están ligadas a disminuir los riesgos para la salud de la población y velar por el cuidado del ambiente, además de ofrecer beneficios económicos. El aprovechamiento de los residuos orgánicos se puede desarrollar con técnicas o métodos biológicos mencionados anteriormente como: Alimentación animal, compostaje, lombricultivo, biocombustible y bocashi.

Realizando un análisis de las alternativas viables para el aprovechamiento de los residuos orgánicos, existen las técnicas del compostaje y el lombricultivo. Estos conforman uno de los mejores usos que se le puede dar a los residuos orgánicos, siendo fundamental como recurso primario para la formación de la vida en las plantas. En estas técnicas, se utilizan residuos como: estiércol de animal, restos de cultivos o alimentos, material vegetal, que se incorporan al suelo en jardines ornamentales, agricultura urbana y recuperación de tierras degradadas.

En un estudio hecho por (Miller et al., 2006) determinaron que el resultado del compostaje y lombricultivo beneficia en la mejora de suelos, aumentado la absorción y almacenamiento de carbono orgánico dentro los vegetales. La disponibilidad de nitrógeno en el suelo, inactiva plaguicida e inhibe el crecimiento de patógenos, principales causantes de enfermedades en los seres humano, la aplicación de compost y de lombricompost mejora la estructura y la humedad del suelo; por consiguiente, reduce el consumo de fertilizantes químicos que afectan al ambiente.

Para determinar cuál es la técnica o método más apropiado para el aprovechamiento de los RSO, es importante analizar variables como: inversión, mantenimiento, terreno, tiempo necesario y mano de obra hasta alcanzar el producto final. Adicionalmente se debe estudiar los parámetros que garanticen la eficiencia del producto, el suministro de nutrientes, la penetración del agua, la retención de la humedad, y la actividad biológica entre estos parámetros.

Para Vargas; Trujillo & Torres (2019), los residuos orgánicos que se generan en las centrales de abastecimiento, tienen un potencial de uso agrícola con la transformación de este material a través del compostaje, para lo cual se debe realizar una cuantificación y cualificación en su origen, de tal manera que permita determinar la cantidad y calidad del material orgánico generado para su aprovechamiento. Haciendo del compostaje una técnica óptima que por sus por su viabilidad financiera, ambiental, características físicas y químicas, puede ser aplicable

principalmente como acondicionador del suelo, en actividades de floricultura, horticultura y en los viveros.

### **Conclusiones**

Se logró evidenciar la falta de conciencia y conocimiento en los comerciantes de la Plaza de Mercado en temas relevantes como la clasificación y potencial de aprovechamiento de los RSO, siendo los comerciantes los principales involucrados en el manejo integral de estos residuos.

La gestión ambiental realizada por parte de la alcaldía del municipio de Girardot es incompleta, debido a que no han cumplido con los avances propuestos en el PGIRS municipal relacionados al programa de aprovechamiento de los RSO.

Existe un amplio marco de referencia bibliográfico a nivel mundial, nacional y local, el cual ayudo a recopilar información y antecedentes sobre el manejo y las técnicas de aprovechamiento de los RSO.

Los métodos de aprovechamiento biológico mediante las técnicas de compostaje y lombricultivo, plantean soluciones en enfoques ambientales y económicos. Estas técnicas contribuyen al uso eficiente de energía renovable y modelos de desarrollo limpio (MDL), conduciendo de manera directa a la disminución de impactos ambientales y sociales generados, en especial, en el componente de disposición final, involucrando a la gestión ambiental.

## Recomendaciones

Para un adecuado manejo de residuos sólidos orgánicos es importante involucrar a los comerciantes de la plaza de mercado, entidades gubernamentales y a la población en estrategias comunitarias integradas a la educación ambiental orientadas a promover la minimización, aprovechamiento, valorización, tratamiento y disposición de los RSO, obteniendo cambios en la conciencia y el comportamiento de los ciudadanos.

Debido a la falta de gestión por parte de la administración municipal y entes involucrados en las actividades de aprovechamiento de los RSO, es necesario que se emprendan acciones, planes y programas con alternativas de aprovechamiento sostenibles que si se puedan cumplir para generar un valor importante en el municipio y aumentar el aprovechamiento de los RSO.

Es necesario formular normas en el manejo de los residuos sólidos orgánicos en el país, debido a que actualmente este marco normativo se encuentra poco claro y ambiguo en relación al manejo de los mismos.

Se considera tener en cuenta la técnica de compostaje en la Plaza de Mercado “Leopold Rother” de Girardot, siendo una posibilidad de ser una alternativa viable para el tratamiento de los RSO generados en la plaza de mercado, permitiendo disminuir la cantidad y el tipo de residuos desperdiciados, siendo tratados en el proceso del compostaje, para aprovechar el contenido nutricional orgánico, generando subproductos con alto valor agregado y ser una alternativa en la gestión ambiental.

## Referencias

- Acurio, G., Rossin, A., Paulo, T., & Francisco, Z. (2014). Diagnostico de la situación del menjo de residuos sólidos municipales en America Latina y el Caribe. *Croquis*, 2(34), 130.
- Alcaldía de Ataco. (2017). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Ataco- Tolima*.
- Alcaldía de Flandes. (2016). *Pgirs Plan De Gestión Integral De Residuos Solidos*. 150.  
[https://flandestolima.micolombiadigital.gov.co/sites/flandestolima/content/files/000066/3259\\_pgir-flandes-mayo-de-2016.pdf](https://flandestolima.micolombiadigital.gov.co/sites/flandestolima/content/files/000066/3259_pgir-flandes-mayo-de-2016.pdf)
- Alcaldía de Girardot. (2017). *Actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) de Girardot*. 82. [http://girardot-cundinamarca.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/Actualización del plan de gestión integral de residuos sólidos \(PGIRS\) de Girardot.pdf](http://girardot-cundinamarca.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/Actualización%20del%20plan%20de%20gestión%20integral%20de%20residuos%20sólidos%20(PGIRS)%20de%20Girardot.pdf)
- Alcaldía de Prado. (2019). *Plan de Gestión de Residuos Sólidos Prado- Tolima*. 890.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2014). *Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura*.  
[http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP\\_SR.pdf](http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf)
- Alcaldía Municipal de Armero Guayabal. (2015). *PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS – PGIRS DEL MUNICIPIO DE ARMERO GUAYABAL*. 145.
- Alcaldía Municipal de Girardot. (n.d.). *Actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Girardot*.
- Alonso, M., & Ramírez, R. (2004). *Efecto de la pérdida de grasa dorsal y peso corporal sobre el*

*rendimiento reproductivo de cerdas primíparas lactantes alimentadas con tres diferentes tipos de dietas.*

[https://www.researchgate.net/publication/242616672\\_Efecto\\_de\\_la\\_perdida\\_de\\_grasa\\_dorsal\\_y\\_peso\\_corporal\\_sobre\\_el\\_rendimiento\\_reproductivo\\_de\\_cerdas\\_primiparas\\_lactantes\\_alimentadas\\_con\\_tres\\_diferentes\\_tipos\\_de\\_dietas](https://www.researchgate.net/publication/242616672_Efecto_de_la_perdida_de_grasa_dorsal_y_peso_corporal_sobre_el_rendimiento_reproductivo_de_cerdas_primiparas_lactantes_alimentadas_con_tres_diferentes_tipos_de_dietas)

Alzate, E., & Rubio, Y. (2017). *Proyecto aplicado aprovechamiento de los residuos orgánicos en la Vereda de Claras- Falan Tolima.*

Ambiente, M. D. M. (1995). *Política para la gestión integral de \_\_1.pdf.*

Área Metropolitana Valle de Aburrá. (2016). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Valle de Aburrá.* <https://www.metropol.gov.co/ambiental/residuos-solidos/Paginas/plan-de-gestion-integral.aspx>

ARROYAVE S., M., & VAHOS M., D. (1999). *Evaluación del proceso de compostaje producido en un tanque bio reactor piloto por medio de bioaumentación.*

Barón, J., & Liévano, J. (2014). *Formulación de un Plan de Manejo Ambiental para la Plaza de Mercado Las Flores.* *Implementation Science*, 39(1), 1–15.

<https://doi.org/10.4324/9781315853178>

Bohórquez, T. (n.d.). *Formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos en la Plaza de Mercado de Soacha para el aprovechamiento de residuos orgánicos. 1.*

Bustos, D. (2013). *Propuesta para el aprovechamiento de residuos orgánicos en el Colegio Summerhill School, empleando el compostaje.* 66, 45.

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7139/BustosRamirezDianaMarcela>

[2013.pdf?sequence=1](#)

Castiblanco, J. D., & Rodríguez, E. (2017). *Análisis del manejo de los residuos sólidos orgánicos y reciclables, generados en la galería de mercado Leopold Rother del municipio de Girardot- Cundinamarca.*

[http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5781/TRABAJO\\_FINAL\\_ANALISIS\\_DEL\\_MANEJO\\_DE\\_LOS\\_RESIDUOS\\_SOLIDOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5781/TRABAJO_FINAL_ANALISIS_DEL_MANEJO_DE_LOS_RESIDUOS_SOLIDOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Castro, J., Cruz, N., Méndez, P., Lama, D., Tibaquirá, J., Villaveces, C., Cáceres, C., & Ortega, M. (2013). *Manejo Integral De Residuos Sólidos En Corabastos.* 53(9), 82.

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/45782006/1\\_EntregaFinal\\_ResiduosSolidosCorabastos\\_Grupo1.pdf?1463683367=&response-content-disposition=attachment%3B+filename%3DMANEJO\\_INTEGRAL\\_DE\\_RESIDUOS\\_SOLIDOS\\_EN\\_C.pdf&Expires=1598202463&Signature=QSPy3Ye-gKEtkF0](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/45782006/1_EntregaFinal_ResiduosSolidosCorabastos_Grupo1.pdf?1463683367=&response-content-disposition=attachment%3B+filename%3DMANEJO_INTEGRAL_DE_RESIDUOS_SOLIDOS_EN_C.pdf&Expires=1598202463&Signature=QSPy3Ye-gKEtkF0)

CCA. (2017). *Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte.* In *Comisión para la Cooperación Ambiental.*

Codensa. (2020). *Manejo de residuos sólidos orgánicos en la central del Guavio.*

<https://www.enel.com.co/es/historias/a202010-manejo-de-residuos-solidos-organicos-en-la-central-del-guavio.html>

Consorcio NAM - VELZEA LTDA. (2011). *GESTION DE LOS RESIDUOS ORGANICOS EN LAS PLAZAS DE MERCADO DE BOGOTA, Contrato PNUD (COL/96/23) - CONSORCIO NAM Ltda – VELZEA Ltda.* 1–76. <http://ambientebogota.gov.co/documents/21288/36066/4-Plazas.pdf>

Contraloría de Cundinamarca. (2019). *Gestión integral de los residuos sólidos en el departamento de cundinamarca. 1.*

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.gr.2017.08.001%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2014.12.018%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2011.08.005%0Ahttp://dx.doi.org/10.1080/00206814.2014.902757%0Ahttp://dx.>

Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia. (2000). *Manual para el manejo de los Residuos Sólidos Orgánicos e Inorgánicos. 23.*

[http://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/GESTIÓN AMBIENTAL/GA\\_CN\\_1904\\_1999.pdf](http://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/GESTIÓN AMBIENTAL/GA_CN_1904_1999.pdf)

Defensoría del Pueblo. (2010). *SITUACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS: PLANTAS DE APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA. 0(15), 1–9.*

<https://www.golder.com/insights/block-caving-a-viable-alternative/>

Díaz, L., & Gallego, L. (2016). *Propuesta para el manejo y disposición de los residuos sólidos generados en el municipio de Muzo, Boyacá. 42(1), 1–10.*

Falla, O. D., & Suarez, O. M. (2015). *Plan de Gestión Integral de Residuos sólidos Espinal-Tolima.*

Gallego Florez, Y., Pitalua, K. D., Gomezcaseres Sierra, E., & Barrera Tapia, L. M. (2011). *PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS VEGETALES PRODUCTO DE LA COMERCIALIZACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN EL MERCADO DE ORIENTE EN MONTERÍA. 233–239.*

Gómez, M. (2016). *Propuesta en el manejo sostenible de residuos sólidos orgánicos en Plaza de*

*Mercado La Concordia.*

Gómez, R. B. (2006). *Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso.*

Jaramillo, G., & Zapata, L. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia* (Vol. 3, Issue 200).

<http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>

Legall, J., Dicoyskiy, L., & Valenzuela, Z. (n.d.). *Manual básico de lombricultura para condiciones tropicales.* [http://redmujeres.org/wp-content/uploads/2019/01/manual\\_basico\\_lombricultura\\_tropical.pdf](http://redmujeres.org/wp-content/uploads/2019/01/manual_basico_lombricultura_tropical.pdf)

Martínez, M., & QuinteroJelen. (n.d.). *Estado actual de los desperdicios de frutas y verduras en Colombia.* <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/1493/html>

Miller, C., Heeren, V., Hornsby, J., & Ibarra, V. (2006). *Matemática: razonamiento y aplicaciones.*

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (n.d.). *Elaboración y uso del bocashi.* <http://www.fao.org/3/at788s/at788s.pdf>

Miriam Margoth Martínez Díaz, Á. R. P. E. (2010). Programa para la Gestión de Residuos Sólidos Orgánicos para la Ciudad de Bogotá D.C. *Programa Para La Gestión de Residuos Sólidos Orgánicos*, 2, 1–322. [www.uaesp.gov.co](http://www.uaesp.gov.co)

Pardos, B. (2013). *APROVERTIA transforma subproductos de la industria agroalimentaria en alimento para animales.* <https://umhsapiens.com/aprovertia-transforma-subproductos-de-la->

[industria-agroalimentaria-en-alimento-para-animales/](#)

Penagos Vargas, J. W., Adarraga Buzón, J., Aguas Vergara, D., & Molina, E. (2011). Reducción de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia por medio del Compostaje Líquido.

*Ingeniare*, 11, 37. <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.11.643>

Pietro Graziani. (2015). Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos.

Oportunidades en América Latina. In *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* (Vol. 53, Issue 9).

<http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/245180/245180.pdf%0Ahttps://hdl.handle.net/20.500.12380/245180%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.gr.2017.08.001%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2014.12>

Pinto, L., & Suarez, M. (2016). *Propuesta para el manejo de residuos orgánicos producidos en la Plaza de Mercado de Chía- Cundinamarca*. 9(2), 10. <https://doi.org/10.5151/cidi2017-060>

Ramos, D., & Terry, E. (2014). *Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas*. 52–59.

<https://www.redalyc.org/pdf/1932/193232493007.pdf>

Restrepo, J., & Hensel, J. (2009). *Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra*.

<http://agroecologiar.com/wp-content/uploads/2019/07/Jairo-Restrepo-Julius-Hensel-Manual-Practico-de-Agricultura-Organica-y-Panes-de-Piedra.pdf>

Rivera, N. (2009). Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la Plaza de Mercado de Cereté- Córdoba. *Aspectos Generales De La Planificación Tributaria En*

*Venezuela, 2009(75), 31–47.*

Roman, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de Composteras del Agricultor- FAO.*

[https://www.researchgate.net/publication/311588749\\_Manual\\_de\\_compostaje\\_del\\_agricultor-FAO](https://www.researchgate.net/publication/311588749_Manual_de_compostaje_del_agricultor-FAO)

Salamanca, E. M. (2014). Estrategias para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la plaza de mercado de Fontibón , Bogotá Estrategias para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la plaza de mercado de Fontibón , Bogotá. *Universidad de Manizales, 1*, 81.

Severiche Sierra, C. A., & Acevedo Barrios, R. L. (2013). Biogás a partir de residuos orgánicos y su apuesta como combustibles de segunda generación. *Ingenium Revista de La Facultad de Ingeniería, 14(28)*, 6. <https://doi.org/10.21500/01247492.1330>

Singh, R., Krishna, B., Mishra, G., Kumar, J., & Bhaskar, T. (2016). *Estrategias de selección de procesos termoquímicos para la valoración de biomasa.*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148116302075>

UNA. (2015). Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost. *Universidad Nacional de Costa Rica*, 16.

<http://www.documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/3818/ManualComposteras.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villegas, A. (2019). *APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MANIZALES.*

Zamudio, D., García, J. F., & Gutiérrez, C. (n.d.). *Conversión de residuos a biocombustibles.*

[https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/70\\_1/PDF/ResiduosBiocombustibles.pdf](https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/70_1/PDF/ResiduosBiocombustibles.pdf)

Zulia, U., Urdaneta, G., Joheni, A., & Zulia, U. (2006). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Choice Reviews Online*, 44(03), 44-1347-44-1347.

<https://doi.org/10.5860/choice.44-1347>