

**CARACTERIZACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS  
ORGÁNICOS GENERADOS EN LA URBANIZACION EL PARAISO DEL  
MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS DE CUERQUIA.**

**DORA DE JESÚS SERNA ORREGO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE  
ECAPMA  
MEDELLÍN, COLOMBIA  
2019**

**CARACTERIZACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS  
ORGÁNICOS GENERADOS EN LA URBANIZACIÓN EL PARAISO DEL  
MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS DE CUERQUIA.**

**DORA DE JESÚS SERNA ORREGO**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

**TECNÓLOGA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL**

Director:

Kevin Alberto Berthi Mantilla

Ingeniero Sanitario, Msc., - Ingeniería Ambiental



Línea de Investigación:

Gestión y manejo ambiental y Biotecnología

**ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE**

**ECAPMA**

**MEDELLÍN, COLOMBIA**

**2019**

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

Firma del Jurado

## **Nota Aclaratoria**

---

---

---

---

## **Agradecimientos**

El autor ofrece especial agradecimiento a:

La Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), por fomentar y facilitar el aprendizaje.

El docente Kevin Alberto Berthi Mantilla, y Yesid Alexander Sánchez Acosta, por sus orientaciones y acompañamiento en el proceso de formación.

A mi familia por el apoyo incondicional en este camino.

## Resumen

El manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos en el municipio de San Andrés de Cuerquia es una oportunidad para el municipio de aumentar el tiempo de operación del relleno sanitario, mediante la implementación de un proceso de compostaje, por este motivo se realizó un proyecto piloto en la Urbanización El paraíso, que cuenta con 54 viviendas un promedio de 214 habitantes.

El manejo de los residuos sólidos se encuentra regulado en Colombia, enfocado en la disminución de los impactos ambientales que puedan ocasionar en los ecosistemas, que en muchos casos son determinantes para garantizar una mejor calidad de vida para la población. Para el desarrollo del trabajo se contó con la participación de las familias de la Urbanización El Paraíso, las cuales fueron capacitadas en el manejo adecuado de los residuos sólidos, una vez capacitadas las familias, se realizó la caracterización de los residuos sólidos para conocer la composición de estos residuos y posteriormente realizar un aprovechamiento a los residuos orgánicos generados.

De acuerdo a los datos obtenidos en la caracterización, podemos decir que si se realiza el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, mediante un proceso de compostaje se disminuiría en un 48% los residuos dispuestos en el relleno sanitario y aumentaría su vida útil. Pero es un trabajo conjunto, principalmente de las comunidades las cuales deben realizar separación en la fuente en sus viviendas, la empresa prestadora del servicio debe realizar una recolección separada de estos residuos y posteriormente realizar el aprovechamiento mediante compostaje.

**Palabras clave: Residuos sólidos, aprovechamiento, compostera, separación en la fuente.**

## **Abstract**

The proper management of organic solid waste in the municipality of San Andrés de Cuerquia is an opportunity for the municipality to extend the useful life of the landfill, by implementing a composting process, which is why a pilot project was carried out in El Paraíso Urbanization, which has 54 homes, an average of 214 inhabitants.

The management of solid waste is regulated by Colombian legislation, in the search to minimize the effects of these on the environment, since the impact that waste can generate on the ecology affect communities of fauna and flora that many cases are crucial to guarantee a healthy standard of living for human beings.

For the development of the work, the families of the El Paraíso Urbanization participated, which were trained in the proper management of solid waste, once the families were trained, the characterization of the solid waste was carried out to know the composition of these residues and then make an advantage to the organic waste generated.

According to the data obtained in the characterization, we can say that if the use of organic solid waste is made, by means of a composting process the waste disposed in the sanitary landfill would be reduced by 48% and its useful life would be increased. But it is a joint work, mainly of the communities which must carry out separation at the source in their homes, the company that provides the service must carry out a separate collection of these residues and then make the use by composting.

**Keywords:** Solid waste, use, compost, separation at the source.

## **Contenido**

### **Resumen**

<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>1 Planteamiento del problema</b>	<b>3</b>
<b>2 Justificación.</b>	<b>5</b>
<b>3 Objetivos</b>	<b>6</b>
<b>3.1 Objetivo General.</b>	<b>6</b>
<b>3.2 Objetivos Específicos.</b>	<b>6</b>
<b>4 Marco Referencial</b>	<b>6</b>
<b>4.1 Antecedentes</b>	<b>6</b>
<b>4.2 Consideraciones generales</b>	<b>7</b>
<b>4.3 Marco conceptual</b>	<b>9</b>
4.3.1 Qué son los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos	9
4.3.2 Separación en la fuente.	14
4.3.3 Manejo para el aprovechamiento de los residuos sólidos.	20
<b>5 Marco metodológico</b>	<b>27</b>
<b>5.1 Delimitación de la zona de estudio</b>	<b>27</b>
<b>5.2 Fase 1: Caracterización de los residuos sólidos generados en la Urbanización El Paraíso del municipio de San Andrés de Cuerquia.</b>	<b>28</b>
<b>Principios básicos de la metodología</b>	<b>29</b>
<b>5.3 Fase 2: Separación y medición de los residuos biodegradables de los reciclables y no aprovechables.</b>	<b>31</b>
<b>5.4 Fase 3: Aprovechamiento de los residuos orgánicos mediante un proceso de compostaje.</b>	<b>35</b>
<b>6 Resultados y análisis de la información</b>	<b>37</b>
<b>6.1 Fase 1: Caracterización de los residuos sólidos generados en la Urbanización El Paraíso del municipio de San Andrés de Cuerquia.</b>	<b>37</b>
<b>6.2 Fase 2: Separación y medición de los residuos biodegradables de los reciclables y no aprovechables.</b>	<b>42</b>
6.2.1 Generación per cápita de los residuos	42
6.2.2 Proyección de la generación total	43
6.2.3 Densidad de los residuos	44
6.2.4 Composición física de los residuos	45
<b>6.3 Fase 3: Aprovechamiento de los residuos orgánicos mediante un proceso de compostaje.</b>	<b>51</b>
<b>7 Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>53</b>



<b>7.1 Conclusiones</b>	<b>53</b>
<b>7.2 Recomendaciones</b>	<b>54</b>

## Lista de Figuras

Pág.

---

14	Figura 1	Proceso de separación en la fuente
27	Figura 2	Mapa político San Andrés de Cuerquia.
28	Figura 3	Panorámica de la Urbanización El Paraíso
36	Figura 4	Cajón para compost.
37	Figura 5	Concientización a la comunidad.
40	Figura 6	Trabajo con la comunidad.
41	Figura 7	Visita casa a casa para enseñar a la comunidad.
43	Figura 8	Caracterización de los residuos sólidos.
50	Figura 9	Composición de los residuos.

---

## **Introducción**

El manejo inadecuado de los residuos sólidos y la poca conciencia de las comunidades en la defensa de los recursos naturales ha propiciado un deterioro ambiental. El componente de recolección de residuos sólidos y los procesos de separación de estos residuos generan un incremento de los costos, por lo cual las alcaldías municipales deben subsidiar las actividades de la prestación del servicio de aseo, recursos que deberían ser invertidos en alternativas para el manejo de los residuos sólidos.

Por lo anterior es necesario, establecer unas directrices que permitan lograr un manejo integral de los residuos sólidos, mediante la disminución de la generación de residuos sólidos, el mejoramiento de los sistemas de recolección, la reducción de los costos de aprovechamiento y disposición final.

Según estudio Bustos (2013), plantea en su estudio que el aprovechamiento es una forma eficiente de disminuir las afectaciones ambientales y sociales generadas por el manejo de los residuos sólidos, específicamente en el componente de disposición final. La disposición final y la implementación de los planes de manejo ambiental, de acuerdo a la normatividad ambiental generarán en un futuro incrementos en las tarifas del servicio de aseo, es por esto que se busca consolidar una base de datos de la información existente, obteniendo información verídica para aprovechar los residuos orgánicos mediante un proceso de compostaje.

Para una buena gestión integral de residuos sólidos hay que trabajar específicamente con las comunidades quienes son las generadoras de los residuos sólidos; desde el conocimiento de la composición de los residuos sólidos, la separación en la fuente y el aprovechamiento de los

residuos sólidos para que se logre un manejo integral de los residuos generados en el Municipio de San Andrés de Cuerquia.

Con este trabajo se logró conocer la composición de los residuos sólidos generados en la Urbanización el Paraíso e implementar un proceso de compostaje con los residuos orgánicos generados en la Urbanización y de esta forma disminuir la cantidad de residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario.

## **1 Planteamiento del problema**

Desde que el hombre habita el planeta ha generado residuos sólidos, a medida que ha crecido la población ha crecido el problema de los residuos sólidos, anteriormente no se evidenciaba como problema ya que la generación de residuos era poca y se tenían terrenos disponibles para la disposición de los residuos. En la sociedad moderna fue donde se evidenció la problemática, ocasionada principalmente por el crecimiento de la población, el asentamiento de la población en un solo lugar, el uso de materiales que se deterioran fácilmente.

Colombia en el año 2017, según cifras del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, diariamente generó 3,6 millones de toneladas de residuos, de las cuales solo se aprovecha el 17%, cifras muy bajas de aprovechamiento en comparación con otros países que aprovechan hasta el 25% y en otros hasta el 90%.

Según la caracterización de residuos sólidos que se realizó en el año 2014 de acuerdo al PGIRS, en el municipio de San Andrés de Cuerquia se generan 32 toneladas al mes de residuos sólidos de los cuales el 27 % son residuos orgánicos, el 20 % residuos inorgánicos aprovechables y el 53% residuos inertes, de estos residuos 6 toneladas son aprovechadas y las restantes son dispuestas en el relleno sanitario, pero de acuerdo a los registros de la empresa de Servicios públicos domiciliarios esta caracterización no corresponde con la realidad del municipio.

El Plan de Gestión integral de residuos sólidos del Municipio de San Andrés de Cuerquia, identifica como uno de los principales problemas a resolver el qué hacer con los residuos sólidos orgánicos generados en el municipio, ya que estos son depositados en el relleno sanitario y se cuenta con la infraestructura necesaria para realizar su aprovechamiento.

---

La Urbanización El Paraíso, la cual cuenta con 54 viviendas, aproximadamente 216 habitantes que corresponde al 9% de la población de San Andrés de Cuerquia, se identifica como un punto crítico dentro del Plan de gestión Integral de residuos sólidos del año 2014, el punto crítico obedece a que sus habitantes presentan los residuos sólidos a horas no estipuladas, y estos son ubicados en la vía, donde permanecen horas hasta que el carro recolector los recoge, generando malos olores, esparcimiento de los residuos en la vía pública, comportamiento que genera aplicación del comparendo ambiental.

Surge de esta problemática la necesidad de establecer la cantidad de residuos sólidos generados en el municipio, y evaluar una estrategia para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos haciéndolos útiles en forma de abono orgánico, beneficiar a las comunidades con éste e incrementar la vida útil del relleno sanitario. Con el presente trabajo se quiere mostrar a la comunidad la importancia que ellos tienen como generadores de residuos y que es posible darle un aprovechamiento a sus residuos mediante la separación en la fuente y el proceso de compostaje para los residuos orgánicos.

---

## 2 Justificación.

El manejo inadecuado de los residuos sólidos en las comunidades desde su componente de generación hasta la disposición final ha ocasionado impactos ambientales negativos en nuestro entorno, tal es el caso del Municipio de San Andrés de Cuerquia.

Con la ejecución del proyecto la comunidad de la Urbanización El Paraíso genera conciencia sobre la importancia del proceso de separación en la fuente de los residuos sólidos y al mismo tiempo se beneficia con el fruto del aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos (compostaje) que sirve como abono para las zonas verdes de la urbanización, mejorando las condiciones ambientales del entorno.

Finalmente implementar un proyecto de aprovechamiento de residuos sólidos en las comunidades genera una apropiación del entorno, un conocimiento específico en los residuos sólidos y la importancia en las comunidades de disminuir la generación de residuos, de realizar una separación adecuada para obtener unos beneficios ambientales que sin la implementación del proyecto no se lograría.

Este proyecto va encaminado a buscar estrategias para la solución del manejo integral de residuos sólidos orgánicos en el municipio de San Andrés de Cuerquia, mediante el desarrollo de actividades de sensibilización y aprovechamiento de los residuos, generando un entorno sano y un mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.

---

### **3 Objetivos**

#### **3.1 Objetivo General.**

Efectuar el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en la Urbanización El Paraíso del Municipio de San Andrés de Cuerquia, mediante el compostaje con el fin de aportar desarrollo tecnológico a la mitigación de impactos ambientales negativos.

#### **3.2 Objetivos Específicos.**

- Caracterizar los residuos sólidos generados en la Urbanización El Paraíso del municipio de San Andrés de Cuerquia.
- Separar y medir los residuos biodegradables de los reciclables y no aprovechables, para utilizar la materia prima que se puede utilizar en el compost.
- Implementar un proceso piloto de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos mediante una caja de compostaje a partir de los residuos generados en la Urbanización El Paraíso.

### **4 Marco Referencial**

#### **4.1 Antecedentes**

Jaramillo (2008) en su estudio de aprovechamiento de los residuos sólidos en Colombia, plantea que es posible reducir los costos de los componentes de recolección y disposición final mediante el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, básicamente es por los costos que se debe implementar la actividad del compostaje, adicionalmente que el producto puede ser



---

usado en la agricultura como acondicionador de suelos, aumentando los nutrientes requeridos en las plantaciones.p.34

Según Muñoz (2008), la preservación del medio ambiente se identifica actualmente como uno de los problemas que enfrenta la humanidad, implementar soluciones que mejoren esta situación garantizará un futuro para la humanidad (Costa et al., 1991). Una de las soluciones para la conservación es establecer procesos agropecuarios amigables con el medio ambiente, enfocados en huertas familiares y el uso de compost como restauradores de suelos, (Labrador, 2001). Una alternativa viable y fácil de implementar para una adecuada disposición de los residuos orgánicos es el compostaje y el posterior uso del compost en el sector agropecuario, práctica que puede hacer sostenible las comunidades rurales, y mantener un equilibrio en el ciclo de la materia orgánica, obteniendo resultados favorables para el medio ambiente y el sector agropecuario.

#### **4.2 Consideraciones generales**

Las afectaciones generadas por la gestión inadecuada de los residuos sólidos se encuentran dentro de los principales lineamientos de la protección del medio ambiente, gestión que integra los componentes del sistema de aseo, desde la generación de los residuos hasta su disposición final, y el camino para alcanzar una gestión eficiente es manejar los residuos de una forma que sea amigable con la salud pública y el medio ambiente.

En Colombia a través del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial se establecen las políticas públicas ambientales, para el tema del manejo de los residuos sólidos en

---

el país, políticas públicas enfocadas en la prestación del servicio de aseo. Las preocupaciones por el manejo los residuos sólidos se derivan de la afectación a la salud pública.

La problemática se evidenció desde el instante en que las comunidades depositaban los residuos en la vía pública para otros se encargaran del problema, es así como surge la necesidad de establecer un proceso de recolección, como parte esencial de la prestación de un servicio público, sin tener en cuenta el lugar para la disposición final de estos residuos, haciendo la disposición con métodos como la disposición a cielo abierto o en cuerpos de agua, sin considerar las afectaciones ambientales. Esto desencadenó una disposición de los residuos sólidos descontrolada ya que no existían directrices que establecieran los sitios óptimos para realizar la disposición final de los residuos.

En algunos municipios de Colombia se presentan conflictos en la adquisición de lotes para la disposición final, especialmente por lo costos y por la resistencia de las comunidades, haciendo que en la actualidad no cuenten con lugares acondicionados para la disposición final de residuos sólidos.

El Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial estableció una metodología para la formulación e implementación de los PGIRS, identificando los principales componentes del sistema de aseo que deben ser incluidos en su elaboración.

La metodología establece la normatividad vigente en el tema de residuos sólidos, unifica criterios y elementos básicos en el tema, y establece las líneas de planificación de la gestión de los residuos sólidos.

Para la elaboración del diagnóstico se establece una línea base a través de la evaluación de

---

indicadores preestablecidos, que servirán para realizar el seguimiento y avance de ejecución de los planes de gestión integral de los residuos sólidos. Es desde el diagnóstico que se enfatiza en la importancia de los programas de sensibilización en las comunidades, las cuales son las encargadas de realizar la separación en la fuente para el buen manejo de los residuos.

### **4.3 Marco conceptual**

#### **4.3.1 Qué son los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos**

En Colombia, para el manejo de los residuos sólidos se crearon Los planes integrales de residuos sólidos PGIRS de acuerdo al Decreto 1713 de 2002 del Ministerio de Medio Ambiente, son un instrumento de planeación municipal o regional, contienen los procedimientos y disposiciones enfocados a dar un destino adecuado a los residuos sólidos generados por las sociedades de acuerdo la composición física de los residuos.

Algunas de las bondades de la implementación de los PGIRS tienen que ver con la disminución de los impactos ambientales que afectan la salud pública, mejoramiento del entorno y el pago de tarifas de aseo justas.

#### Residuos sólidos

Un residuo es aquel material que ha sido descartado tras cumplir con su vida útil, y por lo general carece de valor económico. Son generados por los desechos provenientes de materia prima utilizados en la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo. La mayoría de los residuos sólidos, son susceptibles de retornar a las cadenas de producción como

materia prima, con un correcto reciclado. Los habitantes de las grandes ciudades son los principales generadores de los residuos sólidos, especialmente por la cultura del consumismo y la poca conciencia que existe del reciclaje. Por fortuna la población ha tomado conciencia poco a poco de la importancia del manejo adecuado de los residuos sólidos, por problemas identificados a gran escala como el cambio climático.

### **Clasificación de los residuos sólidos, por tipo de manejo según el Decreto 1713 de 2002.**

#### **Residuos no peligrosos**

Son los materiales descartados originados por el generador en cualquier lugar y en desarrollo de su actividad cotidiana, los cuales no representan afectación para la salud pública y el entorno, pueden clasificarse en:

**Biodegradables:** Son los residuos susceptibles a ser transformados por procesos de descomposición, dentro de estos se encuentran los residuos de origen vegetal y animal, residuos de alimentos, papeles contaminados por residuos orgánicos, detergentes biodegradables, jabones, madera y otros residuos que puedan ser convertidos en materia orgánica.

**Reciclables:** Son los residuos de descomposición lenta, pero por sus características pueden reincorporarse al proceso productivo como materia prima. Hacen parte de estos residuos los papeles, vidrio, cartón, plásticos, chatarra, telas, radiografías, partes y equipos en desuso o descartados, entre otros.

**Inertes:** Son los residuos que por sus características es posible reincorporarlos al proceso industrial como materia prima y su descomposición demanda muchos años. Hacen parte de estos

---

residuos el icopor, residuos de barrido, algunos plásticos y algunos tipos de papel como el papel carbón.

**Ordinarios o comunes:** Son los residuos generados por las actividades cotidianas de las personas. Estos residuos se generan en las viviendas, sitios de trabajo, lugares que aglomeran público, oficinas.

**Residuos municipales.** De acuerdo a la Ley de residuos (Ley 99 del 93) los residuos urbanos o municipales como aquellos generados en la sociedades, dentro de las viviendas, establecimientos de comercio, oficinas y servicios, así como todos los residuos que no son clasificados como peligrosos y que por su composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades, adicionalmente se consideran residuos municipales los procedentes de las actividades de barrido de vías, residuos provenientes de la poda y corte de césped y zonas verdes, áreas recreativas y playas; animales domésticos muertos, muebles y enseres en desuso y vehículos abandonados y escombros procedentes de obras menores de construcción.

**Residuos peligrosos:**

Son los residuos que pueden generar afectación a la salud pública y al medio ambiente por sus características fisicoquímicas contienen algún grado de toxicidad, de corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, volátil y patogenicidad. Adicionalmente un residuo puede ser peligroso si ha estado en contacto directo con materiales peligrosos.

**Manejo integral de residuos sólidos:**

En la última década Colombia ha implementado los planes de gestión integral de residuos

---

Sólidos (PGIRS), instrumento de planeación estratégica, que permite a los municipios el manejo adecuado de los residuos sólidos, se han evidenciado mejorías en el entorno, en la calidad de vida de los habitantes, se ha disminuido el riesgo por las enfermedades asociadas al mal manejo de los residuos, y ha generado ingresos a las personas que hacen parte del proceso de aprovechamiento. (Oviedo & Álvarez, 2007).

Los principios en los que se basan los objetivos de los programas de manejo de residuos sólidos se encuentran enmarcados en el desarrollo sustentable bajo tres supuestos, el primero la disminución del impacto ambiental negativo que causan los residuos sólidos, el segundo el crecimiento económico y el tercero, el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades.

### **Ciclo de los residuos sólidos**

El ciclo completo de los residuos sólidos se encuentra establecido en la Ley 142 de 1994, el cual comprende los siguientes componentes:

**Presentación:** este componente es exclusivo de los usuarios, los cuales realizan la presentación de los residuos al prestador del servicio de aseo, entregándolos en recipientes desechables y que sean fáciles de mover. Deben estar ubicados en lugares que no afecten la movilidad de peatones o vehículos, además deben ser ubicados en lugares de fácil acceso para los vehículos y el personal recolector.

**Recolección:** Labor realizada por los operarios del sistema de aseo calificados y con las medidas de seguridad requeridas, los cuales retiran los residuos después que estos son presentados por los usuarios.

---

Para el caso de las unidades residenciales, urbanizaciones cuyas calles internas no sean aptas para el paso de los vehículos recolectores, los usuarios deben presentar sus residuos hasta el sitio que determina el prestador del servicio de aseo.

Transporte: Es la actividad de desplazar los residuos desde el lugar de presentación hasta su disposición final.

Barrido y limpieza de vías y áreas públicas: Consiste en barrer mecánica o manualmente las vías, y áreas públicas, recogiendo materiales originados en la construcción de obras, y el material orgánico que arrastra el viento, además recoger los sólidos que desechan las personas en la vía pública.

Transferencia: Esta actividad se desarrolla con el fin de mover los residuos sólidos de un vehículo recolector a otro mecánicamente, sin ejercer el contacto directo con los residuos y evitando el esparcimiento de estos.

Aprovechamiento: Se refiere a la reutilización de los residuos sólidos los cuales son reintegrados a la cadena de producción mediante materia prima. Para obtener un aprovechamiento de los residuos primero debe hacerse una separación en la fuente por parte de los generadores. La actividad de aprovechamiento genera beneficios sociales, ambientales y económicos. Esta labor debe ser concertada con la empresa prestadora del servicio, para que incluya un reglamento de las actividades relacionadas con los programas de recuperación desarrollados.

Disposición final: Es el destino final de los residuos sólidos, es el proceso de aislar y disponer los residuos sólidos de forma definitiva de tal manera que no presenten afectaciones a la salud humana y al medio ambiente, la escogencia del sitio corresponde a los requerimientos sanitarios

---

y ambientales vigentes y teniendo en cuenta el mínimo costo.

#### **4.3.2 Separación en la fuente.**

La actividad de separación en la fuente debe ser realizada por el generador de los residuos, consiste en seleccionar y almacenar en recipientes los residuos por clase, para facilitar el transporte, aprovechamiento y disposición final, realizar la separación en la fuente garantiza la calidad de los residuos aprovechables, que no se contaminen y facilita su clasificación, por lo que los recipientes empleados deben ser identificados por color y rotulados para poder realizar la separación adecuadamente y sin contaminación.



*Figura 1.* separación en la fuente. Fuente. Elaboración propia

Internacionalmente no existe un acuerdo con respecto a código de colores para depositar los residuos de acuerdo a sus características, la Tabla 1 se presenta el código de colores sugerido por el Ministerio de Medio Ambiente en Colombia.



Tabla 1.

## Código de colores

<b>Sector</b>	<b>Tipo de residuo</b>	<b>Color</b>
	Aprovechable	Blanco
Doméstico	No aprovechables	Negro
	Orgánicos biodegradables	Verde
	Cartón y papel	Gris
	Plásticos	Azul
	Vidrio	Blanco
Industrial, comercial institucional y de servicios	Orgánicos	Crema
	Residuos metálicos	Café oscuro
	Madera	Naranja
	Ordinarios	Verde

Fuente. ICONTEC. Norma Técnica Colombiana GTC 24. Mayo 20 de 2009.

---

La separación en la fuente debería hacerse en tantos contenedores como tipos de residuos existan, pero por la cantidad de residuos esto no es posible, y hace el almacenamiento imposible, sin embargo, se recomienda agruparlos por criterios como afinidad, semejanza y potencial de aprovechabilidad para facilitar el transporte y su posterior aprovechamiento.

Para ejecutar las actividades de separación en la fuente es recomendable contar con un diagnóstico previo sobre la situación de los residuos sólidos que contenga la siguiente información:

- Identificación de la legislación ambiental vigente en materia de residuos sólidos: Conocer la legislación ambiental desde el ámbito nacional hasta el local, permite identificar las obligaciones legales de los generadores y prestadores del servicio de aseo, identificando como debe ser el manejo, presentación, aprovechamiento, entrega y disposición, sirviendo como una herramienta para determinar las empresas autorizadas para prestar cada uno de los servicios.
- La tipificación de residuos (ver Tabla 2). La identificación de los tipos de residuos generados permite establecer la cantidad de recipientes para realizar la separación, se recomiendan tres recipientes, uno para los residuos orgánicos, otro para los residuos inorgánicos aprovechables y otro para los residuos inservibles.
- Cantidad de cada uno de los residuos: conociendo la cantidad de residuos generados de cada clase, permite saber la capacidad de los recipientes requeridos.
- Determinación de las locaciones temporales de almacenamiento internas según la periodicidad de recolección: Sabiendo la cantidad y clase de residuo generado,

---

conociendo las áreas de previstas para el almacenamiento permite si son suficientes y adecuadas o si por el contrario se requiere cambiar el área de almacenamiento establecida y las frecuencias de recolección.

- Caracterización de procesos: Esta caracterización solo la realiza quienes tengan establecido un sistema de gestión de calidad en sus procesos.
- Determinación de los prestadores del servicio aseo de acuerdo con la normatividad vigente, conocer las empresas que poseen la capacidad instalada para atender las necesidades en cuanto al manejo de los residuos sólidos y establecer acuerdos comerciales.

Durante el proceso de clasificación de los residuos debe contemplarse las siguientes actividades:

- Realizar la separación de los residuos en peligrosos y no peligrosos.
- Clasificar los residuos no peligrosos teniendo en cuenta los criterios de clasificación de la Tabla 2.
- De acuerdo con las recomendaciones adicionales del recolector realizar el acopio y clasificación de los residuos.
- Para el manejo de los residuos peligrosos, se recomienda contactar una empresa que preste este servicio de acuerdo con la normatividad vigente.

Los criterios para realizar la separación de residuos en la fuente se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 2.

Clase de residuo para la realizar el proceso de separación en la fuente

Clase de residuo	Clasificación	Ejemplos
Residuos no peligrosos	Aprovechable	<p>Residuos de origen metálico</p> <p>Papel archivo, periódico, plegadiza y Cartón</p> <p>Recipientes y botellas de Vidrio</p> <p>Residuos de materiales plásticos</p> <p>Telas y cuero (retazos, ropa)</p>
	No aprovechable	<p>Madera (cajones, residuos hechos con madera)</p> <p>Empaques de tetrapac (cajas que contenían jugos, leche, licores y recipientes desechables) ,</p> <p>Papeles se higiene personal (como el papel higiénico, pañitos húmedos, pañales desechables, toallas de mano y sanitarias)</p> <p>Papeles encerados, plastificados, metalizados</p> <p>Materiales producto del yeso</p>

---

	Espejos
	Huesos
	material producto del barrido
	Cigarrillos y colillas
	Empaques y embalaje de material sucios
	Restos de comida
Orgánicos biodegradables	Cortes y podas césped y árboles
	Follaje
	Baterías y pila, lámparas fluorescentes
	Aparatos completos o partes electrónicos y eléctricos
Residuos peligrosos	Productos químicos y sus contenedores como aerosoles inflamables, solventes, pinturas, plaguicidas, fertilizantes, aceites y lubricantes usados, baterías de automotores.
	Medicamentos caducados.
	Residuos con riesgo biológico tales como; restos de animales u elementos que ha entrado en contacto con microorganismos

---

	patógenos, bacterias, como agujas, residuos humanos, limas, cuchillas, entre otros.
	Escombros, producto de construcciones y demoliciones
	Llantas usadas
Residuos especiales	Colchones
	Residuos de gran volumen como muebles, estanterías, electrodomésticos

---

Fuente: ICONTEC. Norma Técnica Colombiana GTC 24. Mayo 20 de 2009.

### **4.3.3 Manejo para el aprovechamiento de los residuos sólidos.**

#### **El reciclaje**

De acuerdo a la Ley 09 de 1979, Código Sanitario Nacional, el significado del reciclaje es usar los elementos descartados, como materia prima, para reincorporarlo en el ciclo de producción. Esa acción genera una reducción de los residuos, una disminución del gasto energético y de agua utilizados en el proceso de producción de materiales.

#### **El compostaje**

De acuerdo a Arroyave (1999), el compostaje es un proceso natural de descomposición, en el que participan gran número de microorganismos aerobios que demandan un grado de

---

humedad adecuada y sustratos orgánicos sólidos, una de las etapas del proceso es la etapa termófila (cuando el compost alcanza unas temperaturas superiores de 45°C) generando una degradación del dióxido de carbono, agua y minerales, y una materia orgánica estable y libre de patógenos, materia orgánica que puede ser utilizada en la agricultura como abonos.

Es el proceso biológico aeróbico, en el cual son biodegradados los residuos orgánicos como restos de comida, residuos de cosecha, excrementos de animales, mediante el cual los microorganismos actúan sobre estos, produciendo un humus para la recuperación de suelos en la agricultura. La técnica del compostaje se ha desarrollado en algunas regiones de manera artesanal y en otras regiones con procesos más tecnificados. Con este proceso puede aprovecharse hasta el 60 % de los residuos sólidos generados, utilizando el producto (compost) el cual está lleno de nutrientes puede acondicionarse el suelo, mejorando su estructura, disminuyendo la generación de procesos erosivos y mejorando la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

Una de las condiciones primordiales para que se dé un proceso óptimo de compostaje es la calidad de los desechos orgánicos a descomponer, de acuerdo a Climent et al. (1996), están intrínsecamente relacionados con parámetros como la naturaleza de los desechos orgánicos y/o con sus condiciones de crecimiento de la población microbiana. La población microbiana perturba el proceso porque durante la transformación de la materia orgánica los microorganismos existentes requieren de condiciones óptimas para su desarrollo.

---

## Temperatura

Dentro del proceso de compostaje la temperatura está determinada por el contenido de humedad y el proceso de aireación, y esta se altera dependiendo de la actividad metabólica de la población microbiana. De acuerdo al parámetro de temperatura dentro del proceso de descomposición de la materia orgánica se producen cuatro etapas:

- Mesofílica, es cuando la temperatura es inferior a 40 °C
- Termofílica, la temperatura se encuentra entre 40 a 60°C, en esta fase se logra la esterilización, ya que los microorganismos y sustancias no deseadas son eliminadas por las altas temperaturas.
- Fase de enfriamiento, cuando luego de alcanzar temperatura superiores a 40°C, inicia un descenso de esta.
- Fase de maduración, en esta etapa la temperatura de la masa es igual a la temperatura del ambiente.

Para obtener condiciones ideales dentro de un proceso de compostaje, autores como Dalzell, (1991); Cegarra, (1994) y Thobanoglous et al. (1994) señalan que es necesario mantener en todos los componentes de la pila una temperatura de 55 a 60 °C, por lo menos tres días para eliminar todas las plantas enfermas y organismos patógenos causantes de enfermedades. La variación de las frecuencias del volteo de las pilas incide en el control de la temperatura.



---

## **Contenido de humedad**

El agua, es uno de uno de los componentes mas importantes en el proceso de compostaje según Henao, (1996). La actividad microbiológica se detiene si el contenido de agua es muy bajo y si este se incrementa generan condiciones anóxicas ya que el agua aparta al aire de los espacios libres existentes. Soto (2003) menciona que niveles altos de humedad facilitan una mayor pérdida de nitrógeno, favoreciendo el proceso de desnitrificación. Valores de la humedad entre el 50 y 60% significa que el proceso de compostaje se genera de manera óptima (Corbitt, 2003; Tchobanoglous et al., 1994)

## **pH**

El pH es una medida de acidez o alcalinidad, es una medida para evaluar el ambiente microbiano del proceso de fermentación y estabilización de los residuos , como pasa con la temperatura, este se altera con el tiempo durante el proceso de compostaje por su acción sobre los microorganismos (Thobanoglous et al.,1994). El pH recomendado para un proceso de compostaje oscila entre 6,5 y 8 unidades de pH. Usualmente, los hongos resisten un rango de pH ligeramente ácido (entre 5-8), ya que durante el inicio del proceso de descomposición son ácidos orgánicos, luego de algunos días, las bacterias transforman las proteínas liberando amoniacó, el pH se vuelve ligeramente alcalino, los microorganismos prefieren un medio casi neutro (pH= 6-7,5) (Salcedo, 1998; Labrador, 2001).

## **Sistemas de compostaje**

Según Labrador (2001) y Costa et al. (1991) los sistemas de compostaje son clasificados en sistemas abiertos y sistemas cerrados, los sistemas abiertos son los que se

---

disponen los residuos orgánicos en pilas al aire libre o bajo cubiertas, y los sistemas cerrados son tratados los residuos dentro de contenedores, con ausencia casi siempre de aire.

Sistemas abiertos, comprendidos por pilas estáticas, pilas con volteo y pilas con ventilación forzada:

### **Pilas estáticas**

\* **Generación de aire por succión o Sistema Beltsville:** dentro del sistema no se generan volteos, es el que necesita mayor tiempo de fermentación, es necesario suministrar oxígeno a las pilas.

- **Con aire espirado,** es un sistema de pila estática provisto de un sistema para el registro de la temperatura (Sistema Rutgers).
- **Aire alterno** y control de temperatura, este sistema incorpora sistemas de medición de parámetros y de automatización, posee sondas para medir temperatura, grado de humedad de la masa, y también la concentración de oxígeno.

**Pilas con volteo.** Volteos en las masas se realizan en concordancia de la temperatura y la humedad permiten el diseño de pilas con alturas mayores.

**Pilas con aireación forzada.** Es un sistema mecánico de ventilación por tuberías o canales, por los cuales pasa el oxígeno a las pilas.

### **Sistemas cerrados**

Sistemas cerrados son utilizados para el aprovechamiento de grandes cantidades de residuos orgánicos, son diseñados para disminuir el área y duración del proceso de compostaje y

---

hacer control eficiente de los parámetros del proceso, como los son la temperatura y la humedad, pero sus costos son elevados. Entre estos tenemos reactores verticales y reactores horizontales.

Los Reactores verticales se clasifican en continuos y discontinuos, los reactores verticales continuos presentan alturas que oscilan entre 4 a 10 m, donde el material se apila en un solo lugar, en este sistema se controlan los parámetros como temperatura, aireación y gases. El tiempo del proceso es de dos semanas.

Reactores verticales discontinuos, se encuentran divididos en varios niveles, con altura de 2 a 3 metros, donde las pila de residuos se rota en la parte superior, de arriba hacia abajo según su madurez, el proceso de fermentación dura una semana aproximadamente.

Los reactores horizontales se clasifican en estáticos y dinámicos

- **Reactores horizontales Estáticos.** En estos el tiempo de compostaje varía entre 15 a 30 días. El producto requiere un tratamiento posterior.
- **Reactores horizontales Dinámicos.** Cuentan con un cilindro de 2 a 3 m de diámetro y con giros de 2 a 3 rpm., donde los residuos permanecen en el reactor entre 24 a 36 horas. El material posteriormente es compostado en pilas o reactores



## 5 Marco metodológico

### 5.1 Delimitación de la zona de estudio

El Municipio de San Andrés de Cuerquia comprende un área total de 177 Km<sup>2</sup> y una población de 5917 habitantes. Su zona urbana posee una extensión de 0.2 km<sup>2</sup>, conformada por 36 manzanas, en la que se concentra una población de 2.537 habitantes, según población establecidas para el año 2018 (proyección DANE), se equidista de la ciudad de Medellín por 132 Km.

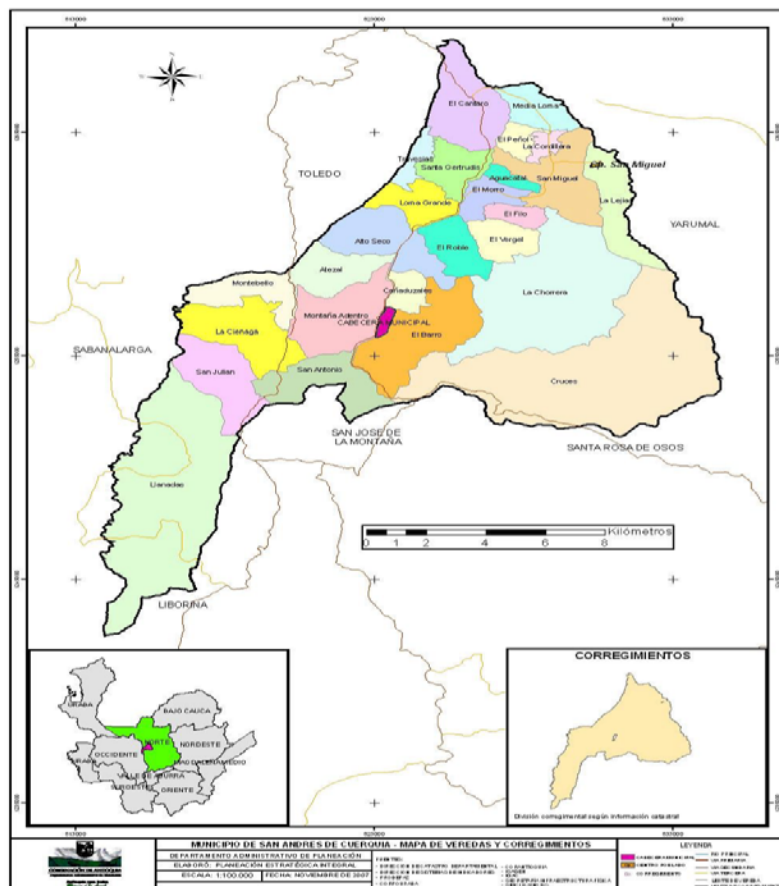
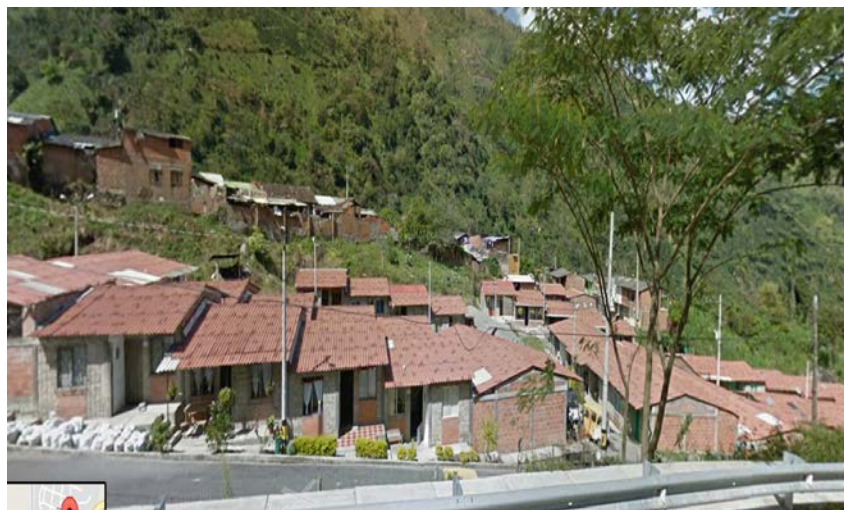


Figura 2. Mapa político San Andrés de Cuerquia. Fuente. EOT San Andrés de Cuerquia, 2011

El proyecto se realizó en la Urbanización el Paraíso del Municipio de San Andrés de Cuerquia, ubicada en la carrera 27 manzana 003 cuenta con 54 viviendas, las familias pertenecientes a esta urbanización son de ingresos medio (estrato 2), dentro de la urbanización no se cuenta con comercio, zona solo dedicada al uso residencial.



*Figura 3.* Panorámica de la Urbanización El Paraíso. Fuente. Recuperado de google maps.

## **5.2 Fase 1: Caracterización de los residuos sólidos generados en la Urbanización El Paraíso del municipio de San Andrés de Cuerquia.**

### **5.2.1 Concientizar a la comunidad Urbanización El Paraíso sobre la importancia de la separación en la fuente**

Las capacitaciones estuvieron dirigidas a cada una de las personas que residen en las viviendas de la Urbanización el Paraíso. De casa en casa se enseñó a la comunidad la importancia de los residuos sólidos junto con su manipulación adecuada y separación en la vivienda.

La metodología empleada se basa en el conocimiento adquirido de los participantes y la apreciación de las capacidades de estos, bajo el contexto de aprender haciendo, enfocado en los objetivos para el saber, saber hacer y saber ser.

### **Principios básicos de la metodología**

La metodología se basa en que todos tienen algo que aprender y enseñar. Enfocados en la conversación de los participantes, la reflexión y la sistematización.

La voluntad de los participantes es la que motiva el resultado, mediante un proceso permanente, integral y continuo.

Para alcanzar los objetivos del proyecto, se propicia el diálogo, la tolerancia, el razonamiento, las concertaciones y la fijación de metas comunes.

La metodología a desarrollar es de tipo participativo, utilizando estrategias comunicativas, pedagógicas y operativas enmarcadas en el programa de educación Ambiental del PGIRS, con el fin de lograr un cambio de acuerdo a las experiencias desde lo colectivo hasta lo individual, garantizando el entendimiento del ambiente como un asunto cultural. Social, político.....(Cultura para La Paz-Min.Ambiente)

El principio de la aplicación de las estrategias se enfoca en las buenas prácticas ambientales en materia de residuos sólidos.

Para alcanzar los resultados deseados es necesario concertar con los actores involucrados en el proceso, es decir con los generadores de residuos y quienes lo aprovechan, establecer parámetros

---

para separar los residuos por parte de los generadores (residentes), presentación de los residuos orgánicos e inorgánicos, implementando un sistema de recolección selectivo de los residuos, estableciendo un manual de condiciones uniformes donde se establecen las obligaciones de los usuarios del sistema de aseo y estableciendo los indicadores de seguimiento para evaluar el cumplimiento.

### **Visitas casa a casa**

Se pretende visitar a cada residente y brindarle indicaciones sobre cómo realizar el proceso de separación en la fuente de los residuos sólidos en su vivienda.

El día lunes y jueves se realizó la recolección de los residuos sólidos a las familias de la Urbanización El Paraíso, de los residuos generados durante siete días (una semana), con estos residuos recolectados se inició el muestreo.

Durante la visita se informa a los residentes sobre las políticas nacionales y locales en relación de la gestión integral de residuos sólidos, como realizar la separación en la fuente en su vivienda y se aclaran dudas que se generen.

Para ejecutar las visitas se tuvo en cuenta el tiempo disponible de los residentes concertando el espacio para la realización de esta y lograr los objetivos propuestos, se informó a la comunidad mediante la emisora municipal, que durante la semana se estaría visitando las viviendas del sector en los horarios de 12:00 m a 14:00 pm y de 18:00 p.m. a 20:00 p.m. Los recursos utilizados para la realización de la visita fueron presentación de diapositivas en una Tablet y formato para diligenciar información de residuos sólidos de la vivienda.



---

### **5.3 Fase 2: Separación y medición de los residuos biodegradables de los reciclables y no aprovechables.**

#### **5.3.1 Muestreo estadístico de los residuos sólidos y cálculo de la producción per cápita.**

De las 54 viviendas se seleccionaron todas las viviendas para realizar el muestreo, a las cuales se capacitó y explicó la forma de presentar los residuos sólidos.

Una vez definida la muestra se procede de la siguiente forma:

- Con los funcionarios municipales se define el lugar donde se ejecuta la caracterización de los residuos (preferiblemente en un lugar fresco, cercano al sitio de recolección de los residuos)
- Se comunica a los usuarios seleccionados, con el objetivo de que conozcan la importante labor que se desarrollará, y que conozcan al personal que realizará la caracterización.
- Se capacita al personal (dos personas) que realizará la caracterización de los residuos, se le informará el procedimiento a realizar una vez lleguen a las viviendas, como recolectar la información, diligenciar los formatos y dirigirse a los usuarios, la información a diligenciar se presenta a continuación:
- Se diligencian los datos personales de los usuarios entrevistados, (nombre, dirección, personas que viven en la vivienda)
- Se realiza la entrega de las bolsas vacías a los residentes, solicitando que dispongan en estas los residuos generados en la vivienda, y que intenten no alterar sus rutinas diarias.

- 
- Se recolectan las bolsas con residuos al día siguiente (jueves) y se reponen para ser recolectadas el lunes.
  - Se rotulan las bolsas para su identificación.
  - Se realiza en transporte de las bolsas con los residuos depositados por los usuarios en el lugar destinado para la caracterización de los residuos para luego dar inicio al proceso de caracterización que se describe en el siguiente punto.
  - De acuerdo con lo establecido en el RAS 2000, título F, se calcula la generación per cápita y la generación total diaria de residuos sólidos.
  - Se toman todas las bolsas que se recolectaron cada día del muestreo.
  - Se realiza el pesaje ( $w_i$ ) de la totalidad de las bolsas recolectadas durante los días que dure el muestro (lunes y jueves que equivales a los residuos generados en siete días) Este peso representa ( $W_t$ ) la cantidad total de residuos generados en la sumatoria de las viviendas muestreadas.
  - De acuerdo al número de personas que viven en cada vivienda ( $n_i$ ), se calcula el número total de personas muestreadas ( $N_t$ ), sumando el número de personas de cada vivienda muestreada.
  - Una vez obtenido la información del total de personas muestreadas, este valor se divide por el peso total de las bolsas ( $W_t$ ), para conseguir la generación per cápita diaria promedio de las viviendas muestreadas (kg/hab/día)

*Generacion per cápita diaria de residuos (gpc)*

$$= \frac{\text{Peso total de residuos } (W_t)}{\text{Número total de personas } (N_t)}$$

### 5.3.1.1 Determinación de la densidad de los residuos sólidos urbanos.

- En una caneca de 10 litros se pesa vacía (W1) y se calcula el volumen (V), para calcular el volumen de la caneca tomamos su altura y su diámetro, el volumen de la caneca se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen (V)} = 0,7854 \times d^2 \times h$$

- Luego se depositan los residuos sin presionar y se agita para llenar los vacíos de la caneca, ocupando todo el volumen.
- Se realiza el pesaje de la caneca llena (W2) y por restando el peso vacío, obtenemos el peso de los residuos (W).
- Para el cálculo de la densidad se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad } D \text{ (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del residuo } W \text{ (kg)}}{\text{Volumen de la basura } V \text{ (m}^3\text{)}}$$

### 5.3.1.2 Obtención de la composición física de los residuos sólidos, de acuerdo al RAS 2000, título F.

- Para determinar la composición física de los residuos es necesario tomar las bolsas recolectadas y dispersar el contenido en el suelo, sobre un plástico para evitar contaminación.
- Se homogeniza la muestra y se separaran los residuos por volumen.
- De cada montón realizar una separación por mitades, luego cada mitad se divide nuevamente. La muestra menor se vuelve a mezclar y se divide en cuatro partes nuevamente hasta que obtengamos una muestra de 50 kg más o menos.

- 
- Ya con la muestra de 50 kilos, se da inicio a la separación por tipo, haciendo montones de papel y cartón, restos de comida, materiales plásticos, vidrio, chatarra, residuos vegetales y otros.
  - Los residuos separados se van depositando en canecas de 10 litros.
  - Con ayuda de una báscula se pesan las canecas vacías.
  - Cuando se termine la separación y clasificación, se realiza el pesaje de cada caneca y por diferencia obtenemos el peso de cada componente.
  - Con el peso total de los residuos y el peso de cada componente (residuos separados) se obtiene el porcentaje de cada tipo de residuo, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje (\%)} = \frac{P_i}{W_i} \times 100$$

- Este procedimiento se repite para cada día que se realiza la recolección de los residuos. Hay que recordar que de los ocho días que dura el muestreo, se elimina la muestra del primer día, por considerarla inútil.
- Para realizar la determinación del porcentaje promedio de cada material, se efectúa un promedio simple, sumando los porcentajes de cada día y dividiéndolo por el número de días que dura el muestreo.

---

## **5.4 Fase 3: Aprovechamiento de los residuos orgánicos mediante un proceso de compostaje.**

### **5.4.1 Proceso de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos**

Para realizar el proceso de compostaje es necesario emprender acciones de capacitación sobre separación en la fuente y establecer una ruta específica por parte del prestador del servicio de aseo para la recolección de residuos orgánicos.

Una vez recolectados los residuos orgánicos, estos son llevados al sitio de aprovechamiento de residuos orgánicos establecido por el municipio, el cual se realiza en un cajón de madera de 1 metro de ancho, con 1 metro de alto y un metro de longitud, con un volumen de  $1 \text{ m}^3$ , este cajón va apoyado sobre un rincón de tierra, no puede recibir sol excesivo, ya que ocasionará que el compost se seque y no se produzca el proceso de descomposición, lo mismo ocurre si se encuentra en la sombra. Es importante que el lugar elegido tenga sombra en gran parte del día y algunas horas de sol.

A continuación, se describen los pasos para la elaboración del cajón:

- a. Tomar las tablas y hacer un cuadrado de  $1 \text{ m}^2$ , esta será la base, sobre el cuadrado poner una tabla en cada esquina hacia arriba, formando un ángulo de 90 grados con el piso.
- b. Luego con las bases establecidas, se clavan las tablas de abajo hacia arriba en forma horizontal, dejando un espacio de dos centímetros entre cada tabla.
- c. Clavar las tablas en los laterales para cerrar el cajón.
- d. Ubicar el cajón en un lugar donde le de sol y sombra en el día y sobre tierra..

- 
- e. Para hacer la tapa, se coge una tabla de 1 m<sup>2</sup>, y se le ponen unas bisagras, para que quede como una puerta.



*Figura 4.* Cajón para compost. Fuente. Elaboración propia

Una vez se tenga el cajón construido, se depositan los residuos orgánicos recolectados y cada día se le adiciona una capa con los residuos recolectados, de acuerdo con el calor que reciba el cajón se producirá el compost en un tiempo determinado.

Una manera de saber que el compost está listo, es cuando se produce calor internamente y se encuentra seca la mezcla depositada.

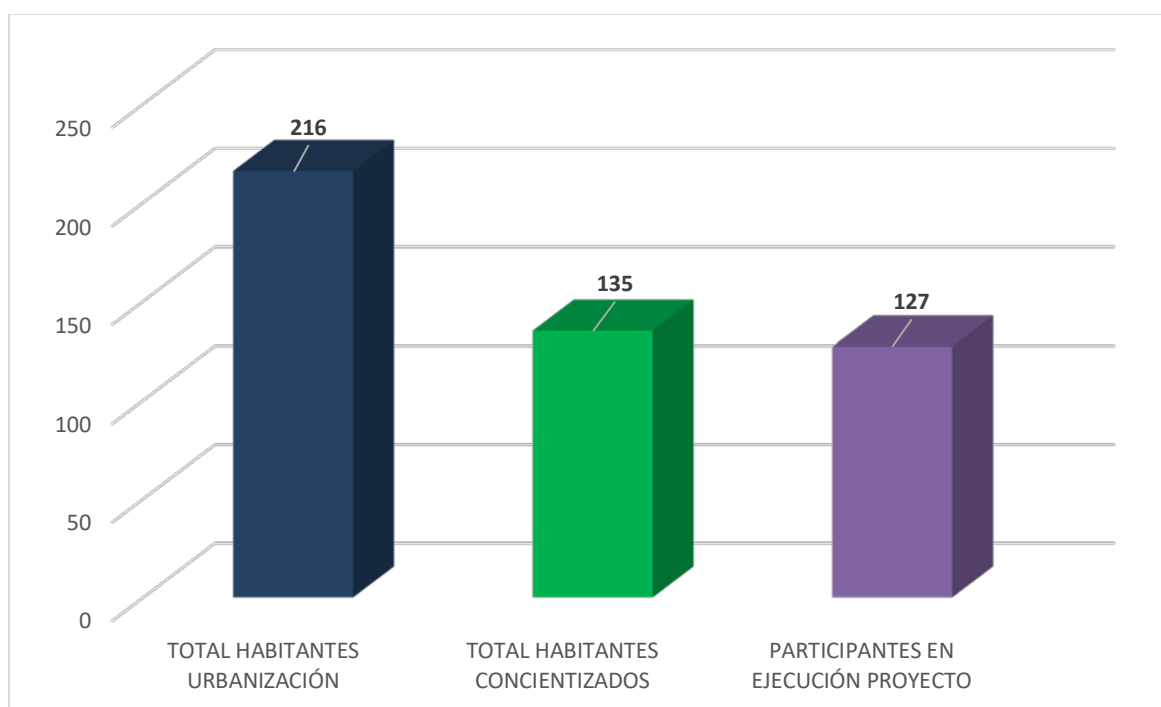
Una vez obtenida la muestra del compost se utiliza de abono para las plantas de las zonas verdes y se verifica la calidad de este con el estado de las plantas.

## 6 Resultados y análisis de la información

### 6.1 Fase 1: Caracterización de los residuos sólidos generados en la Urbanización El Paraíso del municipio de San Andrés de Cuerquia.

#### 6.1.1 Concientización de la comunidad

En la concientización de la comunidad de la Urbanización El Paraíso, participaron 216 habitantes, y los resultados se muestran en la figura 5:



*Figura 5.* Resultados concientización comunitaria. Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a la figura 5, se visualiza que en esta actividad hubo una gran participación de los residentes de la Urbanización. También, se puede observar que, de los 216 habitantes residentes de la urbanización, solamente 127 participaron del proyecto de los 135 concientizados, o sea que

el 59% de los habitantes participaron en el proyecto. Esto se debe a que en el 41 % restante de los habitantes estaban conformados por niños, adultos mayores y una cantidad minoritaria de personas que no se interesaron por el proyecto.

Conforme a lo anteriormente descrito, se logró lo siguiente:

- a. Se construyó una cultura ambiental enfocada en el manejo adecuado de los residuos sólidos.
- b. A través del reconocimiento de los pobladores, se logró valorar los recursos naturales y velar por su protección.
- c. Se creó un sentido de pertenencia y responsabilidad en la relación de la comunidad con su medio, mediante el manejo adecuado de los residuos sólidos.
- d. Transmitieron los conocimientos necesarios para abordar en forma consciente, la relación entre las actividades de una comunidad en general y la generación de los residuos sólidos.
- e. Las comunidades identificaron los factores que conllevan al manejo inadecuado de los residuos sólidos.

Y de manera específica, el siguiente fue el proceso vivido durante las tres fases:



**Contextualización:**

Se informó a la comunidad sobre todas las etapas de los residuos sólidos desde la generación, separación en la fuente, presentación de los residuos sólidos, almacenamiento, transporte, aprovechamiento y disposición final. Se hizo especial énfasis en la generación, separación en la fuente y presentación de los residuos que son los procesos en los que se encuentran directamente vinculados la comunidad.

**Conceptualización:**

A través de esta etapa la comunidad informa sobre las debilidades que se presentan en el servicio de aseo del municipio, especialmente en la falta de estrategias para realizar un aprovechamiento eficiente de los residuos sólidos, motivos por los cuales manifiestan no realizar la separación en la fuente.

**Proyección:**

En esta etapa se toma la información brindada por la comunidad sobre cómo se mejoraría la prestación del servicio de aseo, a continuación, se presentan las propuestas más relevantes:

- Se incentivó a las comunidades para que realicen separación en la fuente
- Trabajar con los comerciantes para disminuir las bolsas y plásticos, que entregan a los compradores
- Implementar rutas selectivas para la recolección de los residuos aprovechables.
- Implementar procesos de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos en el municipio de San Andrés de Cuerquia.

- 
- Apoyar a los recicladores que se encuentran en el municipio, dignificándoles las condiciones laborales.
  - Realizar recorridos personalizados con la comunidad para que conozcan el funcionamiento del relleno sanitario y de los sitios de aprovechamiento de los residuos sólidos.
  - Apoyar a grupos juveniles interesados en el manejo adecuado de los residuos sólidos del municipio.



*Figura 6.* Trabajo con la comunidad. Fuente. Elaboración propia

### Visitas casa a casa

Durante las visitas se realizó el trabajo antes descrito y adicionalmente se informó sobre la metodología a desarrollar en la caracterización de los residuos y la importancia de realizar la separación en la fuente, para poder obtener datos más precisos.



*Figura 7. Visitas casa a casa. Fuente. Elaboración propia*

---

## **6.2 Fase 2: Separación y medición de los residuos biodegradables de los reciclables y no aprovechables.**

### **6.2.1 Muestreo: Generación per cápita de los residuos**

La generación de residuos sólidos domésticos es una variable que depende de las características socioeconómicas de la población del número de habitantes.

La producción per cápita (PPC) es un parámetro necesario para dimensionar el sitio de disposición final. Este parámetro se encuentra asociado a la cantidad de personas y residuos, y al tiempo; determinado por la expresión kilogramo por habitante por día (Kg/hab/día).

#### **Estimación teórica de Producción per cápita (PPC)**

La PPC es diferente para cada población, esta varía por algunos factores como la densidad de la población, sus características socioeconómicas, el grado de desarrollo, el clima y las actividades económicas también hacen que la PPC fluctúe de un lugar a otro.

Es factible efectuar una estimación teórica de la PPC en función de las estadísticas de recolección y utilizando la siguiente expresión:

$$\text{PPC} = \text{peso de residuos sólidos (Kg /vivienda/día)} / \text{habitantes vivienda}$$



*Figura 8.* Caracterización de los residuos sólidos. Fuente. Elaboración propia

Al realizar el análisis de la cantidad de los residuos recolectados, y el número de la muestra, obtenemos en promedio cuál es la producción per cápita urbana para la urbanización El Paraíso es la siguiente:

**Para la zona urbana se tiene:**

PPC urbana = 0,62 kg/hab-día

### **6.2.2 Proyección de la generación total**

Con el dato de la generación per cápita promedio encontrado y conociendo la cantidad total de habitantes de la Urbanización (216 habitantes), se estima la generación domiciliar total de

residuos sólidos, en la tabla 3, se presenta la generación de residuos sólidos en la Urbanización

Generación domiciliaria de residuos sólidos (Kg/día) =

GPC (Kg/hab-día) x población (hab)

Tabla 3. Generación de residuos domiciliarios de la Urbanización El Paraíso

	<b>Habitantes 2018</b>	<b>PPC (kg/hab- día)</b>	<b>Generación diaria (ton/día)</b>	<b>Generación mensual (ton/mes)</b>	<b>Generación anual (ton/año)</b>
<b>HABITANTES</b>	216	0,62	0,13392	4,0176	48,8808

Fuente. Elaboración propia

### 6.2.3 Densidad de los residuos

De acuerdo con el muestreo realizado, tenemos los siguientes datos:

La densidad obtenida de los residuos sólidos orgánicos es de 467 kg/m<sup>3</sup>

La densidad obtenida para los demás residuos es de 108,8 kg/m<sup>3</sup>

Obteniendo una densidad sin compactar promedio de 288 kg/ m<sup>3</sup>

### 6.2.4 Composición física de los residuos

Separación y análisis realizado a las muestras obtenidas se realizó la siguiente tabla

Tabla 4. Composición física de los residuos sólidos

<b>CARACTERIZACION URBANIZACIÓN EL PARAISO</b>			
<b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>			
<b>ORGÁNICOS</b>	<b>PESO (ton/mes)</b>	<b>PESO (Kg/día)</b>	<b>% COMPOSICION</b>
Restos de alimentos	1,5480	51,5994	38,53%
Trozos de madera, maleza, poda	0,0529	1,7637	1,32%
<b>INORGÁNICOS</b>			
<b>RECICLABLES</b>	<b>PESO (ton/mes)</b>	<b>PESO (Kg/día)</b>	<b>% COMPOSICION</b>
<b>Papel</b>			
Blanco	0,1728	5,7599	4,30%
Periódico	0,0740	2,4681	1,84%
<b>Cartón</b>			

---

Blanco	0,0987	3,2904	2,46%
Corrugado	0,0247	0,8236	0,62%
<b>Vidrio</b>			
Blanco	0,0135	0,4500	0,34%
Marrón	0,0054	0,1795	0,13%
Verde	0,0067	0,2250	0,17%
Otros	0,0014	0,0455	0,03%
<b>Plástico</b>			
PET (botellas de gaseosa)	0,1774	5,9139	4,42%
PEAD (botellas de yogurt)	0,0284	0,9455	0,71%
PEBD (Vasos, platos descartables)	0,0284	0,9455	0,71%
PP (Baldes, cocas)	0,0284	0,9455	0,71%
PS (Tapas cristalinas)	0,0284	0,9455	0,71%
Tetra pack	0,0284	0,9455	0,71%
<b>Metales</b>			



---

Lata	0,0069	0,2303	0,17%
Cobre	0,0004	0,0147	0,01%
Aluminio	0,0014	0,0455	0,03%
Otros metales	0,0004	0,0147	0,01%

**Otros reaprovecharles**

Textiles (telas)	0,0202	0,6750	0,50%
Otros	0,0151	0,5035	0,38%

---

<b>ORDINARIOS E INERTES</b>	<b>PESO (ton/mes)</b>	<b>PESO (Kg/día)</b>	<b>% COMPOSICION</b>
Papel Sucio	0,2961	9,8699	7,37%
Envolturas de Comida	0,3619	12,0635	9,01%
Papel Higiénico y Servilletas	0,6580	21,9334	16,38%
Residuos de Barrido	0,1480	4,9350	3,69%
Residuos Revueltos General	0,1810	6,0318	4,50%

---

<b>PELIGROSOS</b>	<b>PESO (ton/mes)</b>	<b>PESO (Kg/día)</b>	<b>% COMPOSICION</b>
-------------------	-----------------------	--------------------------	--------------------------

---

Biosanitarios (gasas, algodones, baja lenguas)	0,0000	0,0000	0,00%
Corto punzantes (Agujas, bisturí, cuchillas)	0,0000	0,0000	0,00%
Anatomopatológicos (Restos de partes de cuerpo humano)	0,0000	0,0000	0,00%
Animales (Restos de partes de animales)	0,0000	0,0000	0,00%
Otros (Baterías, pilas, envases de aceite de carro, gasolina, anticongelante, etc..)	0,0000	0,0000	0,01%
<b>ESPECIALES</b>	<b>PESO (ton/mes)</b>	<b>PESO (Kg/día)</b>	<b>% COMPOSICION</b>
Colchones	0,0076	0,2531	0,19%
Escombros	0,0025	0,0844	0,06%
Celulares	0,0000	0,0013	0,00%
Computadores	0,0000	0,0013	0,00%

---

Otros	0,0000	0,0013	0,00%
<b>TOTAL</b>	<b>4,0172</b>	<b>133,9200</b>	

---

Fuente. Elaboración propia

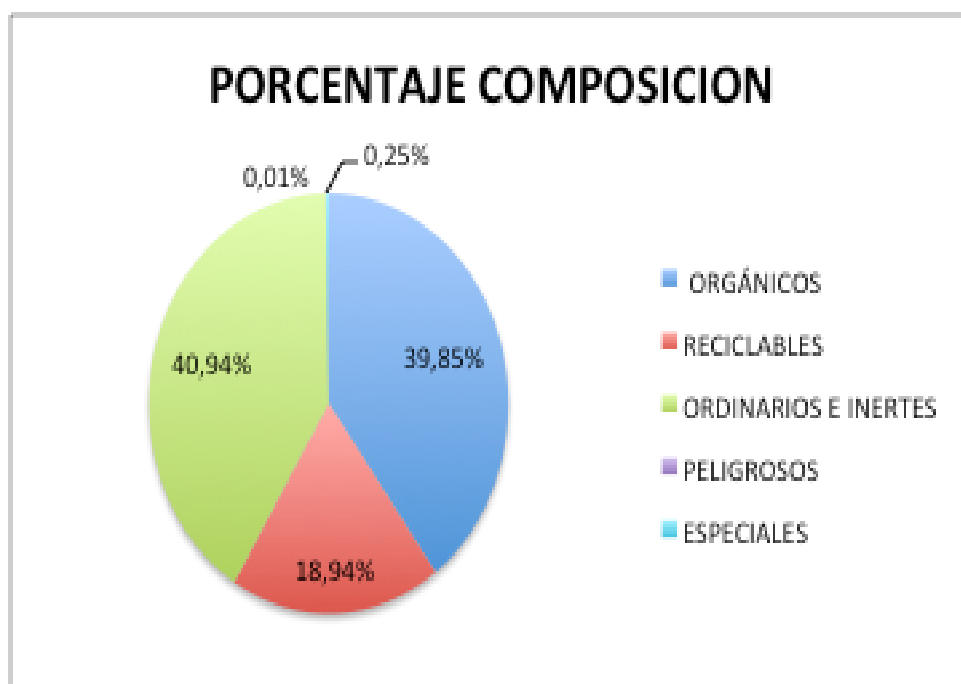
Tabla 5.

Resumen composición física de residuos

<b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>	<b>PORCENTAJE COMPOSICION</b>
<b>ORGÁNICOS</b>	39,85%
<b>RECICLABLES</b>	18,94%
<b>ORDINARIOS E INERTES</b>	40,94%
<b>PELIGROSOS</b>	0,01%
<b>ESPECIALES</b>	0,25%
<b>TOTAL</b>	100,00%

---

Fuente. Elaboración propia



*Figura 9.* Composición de los residuos. Fuente. Elaboración propia

En la figura anterior, podemos observar que del total de los residuos generados el 39% de los residuos son orgánicos, los cuales son susceptibles de aprovechamiento por medio del proceso de compost.

También en la tabla 3, podemos observar que la producción percapita encontrada en la urbanización es de 0.62 kg/hab-día, lo que según el RAS 2000 para los valores indicativos de la producción per cápita para municipios colombianos, ésta se encuentra ubicada entre el promedio de nivel de complejidad medio Alto y Alto, lo que nos indica que la producción de residuos generados en la urbanización El Paraíso es considerable.

### **6.3 Fase 3: Aprovechamiento de los residuos orgánicos mediante un proceso de compostaje.**

#### **6.3.1 Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos**

Una vez identificada la cantidad de residuos sólidos orgánicos generados en la Urbanización El Paraíso 1,6 toneladas al mes, se procedió con el acondicionamiento de los cajones para realizar el compost.

Con una producción de 1600 kg de residuos orgánicos al mes, y sabiendo que la densidad de los residuos orgánicos obtenida en la caracterización es de 467 kg/m<sup>3</sup>. Por lo tanto, se recolectarán 3,42 m<sup>3</sup> de residuos orgánicos, por lo tanto, se requiere acondicionar 3 cajones con un volumen de 1,1 m<sup>3</sup> cada uno.

Cabe notar que a medida que pase el tiempo el material orgánico elimina la humedad y se compacta disminuyendo su densidad en aproximadamente un 60%, es decir que los 1600 kg de residuos orgánicos recolectados, obtendremos 960 kg de compost.

Durante un mes se realizó la recolección de los residuos sólidos orgánicos entregados por la Urbanización y estos fueron llevados a la compostera vieja del municipio, lugar donde se acondicionaron los cajones, los días lunes y jueves se realizó la recolección depositándose los residuos orgánicos en el cajón, cada recolección fue depositada en bolsas, compactándose bien disminuyendo el aire y fomentando el proceso de descomposición, aplicando una capa de cal orgánica con el fin de que se evitaran malos olores y la proliferación de moscas.

A los 50 días se obtuvo una muestra de compost, la cual fue utilizada en el mejoramiento de las zonas verdes de la urbanización, se les realizó un seguimiento a las plantas y no se presentó ningún deterioro en estas.

## **7 Conclusiones y recomendaciones**

### **7.1 Conclusiones**

La falta de procesos de educación ambiental en la comunidad evidencia el desconocimiento de esta en el manejo de residuos sólidos; cuando las comunidades conocen sus alternativas y cuentan con el apoyo externo para mejorar las condiciones ambientales estas intervienen en forma positiva, logrando grandes avances en los procesos de separación en la fuente de los residuos sólidos.

La ejecución del proyecto piloto de aprovechamiento de residuos sólidos en la Urbanización El Paraíso, evidencia como las comunidades adquieren más interés en el manejo de los residuos sólidos cuando conocen el proceso completo de aprovechamiento y se benefician de los productos obtenidos, específicamente la comunidad mejoró el proceso de separación en la fuente cuando vieron el producto de compost utilizado sus zonas verdes.

La composición de los residuos sólidos en la Urbanización muestra que el 40 % de los residuos generados son orgánicos, el 19% de los residuos son inorgánicos aprovechables y el 41% residuos inservibles, porción que no tiene aprovechamiento y debe ser dispuesta en el relleno sanitario.

Tener información real sobre la producción de los residuos sólidos, permite desarrollar estrategias de aprovechamiento y optimizar los costos en el sistema, es decir conocer la cantidad

de residuos sólidos orgánicos generados ayuda a la planificación del proceso de aprovechamiento, para nuestro caso la cantidad de cajones necesarios para la producción del compost.

Con la implementación de un proceso de compostaje se disminuyen los costos de disposición final de los residuos en un 40%, aprovechar en un cien por ciento los residuos orgánicos generados aumenta la vida útil del relleno sanitario.

## **7.2 Recomendaciones**

A partir de los resultados obtenidos es importante que la administración municipal contemple la posibilidad de iniciar procesos de sensibilización en la comunidad y el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos. Impulsando campañas que promuevan el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos a través procesos de lombricultivo y/o compostajes caseros o a pequeña escala. Reciclar el material generado en el municipio propicia que los costos asumidos para disponer los residuos sólidos aprovechables en el relleno sanitario puedan invertirse en otras actividades de la prestación del servicio de aseo y que se pueda promover el aprovechamiento de los residuos generados en la producción abono orgánico que se logren utilizar en acciones de enmiendas y recuperación a los suelos de áreas degradadas dentro del municipio y el mejoramiento de las zonas verdes.

Actualmente no se aprovechan los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos generados en el municipio, se deben implementar rutas selectivas para la recolección de los residuos orgánicos,



adecuar la infraestructura existente para transformación y tratamiento preliminar puesto que se describe que este tipo de residuos representan el 40% en orgánicos y el 19% en inorgánicos de los residuos sólidos recolectados, se debe procurar destinar recursos con disponibilidad para realizar algunas adecuaciones a las infraestructuras existentes para optar por la ejecución de dichas actividades de recuperación de materiales con retorno de uso.

---

## Referencias

Anónimo, (s.). Inforeciclaje. Recuperado de

<http://www.inforeciclaje.com/residuos-solidos.php>

Anónimo, (s.f) *Residuo peligroso*. Wikipedia. [Versión Electrónica]. Recuperado de

[http://es.wikipedia.org/wiki/residuo\\_peligroso](http://es.wikipedia.org/wiki/residuo_peligroso)

Arroyave, S, Vahos M, (1999). *Evaluación del proceso de compostaje producido en un tanque bioreactor piloto por medio de bioaumentación*. Universidad Nacional de Colombia. Medellín.

Bustos, D.M.(2013). *Propuesta para el aprovechamiento de residuos orgánicos en el colegio Summerhill School, empleando el compostaje* (Tesis de especialista). Universidad Libre, Bogotá, Colombia.

Cegarra, J (1994). *Compostaje de Desechos Orgánicos y Criterios de Calidad del Compost*.

*En: Programa Universitario de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (PUI) (Ed.), Memorias Curso Master Internacional Aprovechamiento de Residuos Orgánicos. Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira, Junio 14 –17, pp. 1-8.*

Climent M, M.D., Abad B, M., Aragón R, P.(1996). *El compost de residuos solidos*

*urbanos (R.S.U), sus características y aprovechamiento en la Agricultura*. Ediciones y promociones LAV, S.L. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, pp. 57 – 71.

Congreso de la República (1993). *Ley 99 por la cual se crea el Ministerio del Medio*

*Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones*. Recuperado de [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0099\\_1993.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html)

Congreso de la República (1994). *Ley 142 por la cual se establece el régimen de los*

*servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones*. Recuperado de [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0142\\_1994.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0142_1994.html)

Congreso de la República (1979). *Ley 09 por la cual se dictan medidas sanitarias*.

- 
- Recuperado de [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0009\\_1979.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0009_1979.html)
- Costa F, García C, Hernández T, Polo A. (1991) *Residuos orgánicos urbanos: manejo y utilización*. CSIC- CEBAS. Murcia, España, pp. 181.
- Corbit, R. A. (2003). *Manual de referencia de Ingeniería Medioambiental*. Brage McGRAW-Hill interamericana de España, S.A.U., Madrid, pp. 8.163 – 8.168.
- Dalzell, H.W (1991). *Manejo del suelo: producción y uso del composte*. En: FAO, (Ed.), *Ambientes tropicales y subtropicales.*, Roma, 58 pp.
- Henao, C.H (1996). *Manejo técnico de los residuos sólidos urbanos*. En: Memorias curso taller Alternativas para Disminuir los Impactos Ambientales en los Sistemas de Producción Agropecuaria: Aspectos Técnicos y Legales, Palmira, Colombia, Diciembre 4 - 6 de 1996. pp. 8 – 17.
- ICONTEC. Norma Técnica Colombiana GTC 24. Mayo 20 de 2009. *Gestión Ambiental. Residuos Sólidos. Guía para la separación en la fuente*. Bogotá, D.C., 5-7 pp.
- Jaramillo, G. Zapata, L (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. (Tesis de especialista). Universidad de Antioquia. Medellín.
- Labrador, J (2001). *La materia orgánica en los agrosistemas*. Ediciones mundi prensa, (2ed), Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid, España, pp. 152 – 180.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2012) *Reglamento técnico del sector de Agua potable y saneamiento básico – RAS Título F. Sistema de Aseo Urbano*. Recuperado de <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO%20F.pdf>
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005) *Decreto 838 por el cual*

- 
- se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.* Recuperado de [http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec\\_0838\\_230305.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec_0838_230305.pdf)
- Ministerio de Medio Ambiente (2003). *Resolución 1045 por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los planes de gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones.* Recuperado de <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/1045%20-%202003.pdf>
- Ministerio de Medio Ambiente (2003). *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.* Recuperado de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjurMantenimiento/normas/Normal.jsp?i=8434>
- Ministerio de Medio Ambiente (2002). *Decreto 1713 por el cual 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.* Recuperado de <https://tramitesccu.cra.gov.co/normatividad/fichaArchivo.aspx?id=2044>
- Municipio de San Andrés de Cuerquia. (2014). *Actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS - .*
- Muñoz, J.S. (2005). *Compostaje en Pescador, Cauca: Tecnología apropiada para el manejo de los residuos orgánicos y su contribución a la solución de problemas medioambientales.* Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira Valle.
- Oviedo & Álvarez, (2007). *Lecciones aprendidas en la formulación y ajuste de los planes de Gestión Integral de los Residuos Sólidos (PGIRS) en el Valle del Cauca.* CINARA. Conferencia Latinoamericana de Saneamiento – LATINOSAN 2007. Cali. Colombia
- Röben, E. (2002). *Manual de Compostaje Para Municipios.* DED., (Ed.), Loja, Ecuador, 68 pp.

Salcedo, E (1998). *El composteo Una alternativa con actualidad y futuro*. 77 Guadalajara, 170 pp.

Soto, G. (2003) , *El proyecto NOS de CATIE/GTZ, el centro de investigaciones agronómicas de la Unidad de Costa Rica de insumos agropecuarios no sintéticos. En: Taller de abonos orgánicos*. Costa Rica, 9 pp.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, S. (1994). *Gestión integral de Residuos solidos*. Mc Graw Hill Interamericana de España, s. a. Madrid, 2 pp. 781-783.