

**Evaluación del manejo y disposición final de los residuos orgánicos en el marco de los
(PGIRS) de los municipios que componen la provincia de la sabana centro de
Cundinamarca.**

Yair Aldana Perdomo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD

Tecnología en saneamiento ambiental

Dr. Pablo Alberto Quintero

Octubre de 2021

Evaluación del manejo y disposición final de los residuos orgánicos en el marco de los (PGIRS) de los municipios que componen la provincia de la sabana centro de Cundinamarca.

Yair Aldana Perdomo

Dr. Pablo Alberto Quintero

Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente -ECAPMA

Tecnología en saneamiento ambiental

Octubre de 2021

Este trabajo se lo dedico a Dios
en agradecimiento a mi familia, quienes me han
apoyado incondicionalmente.
a la sociedad como un pequeño aporte
a la construcción de un mejor planeta
y un compromiso con la preservación
de un medio ambiente sano.

Agradecimiento

A Dios que nos permite vivir y nos brinda la sabiduría, fortaleza física, mental y espiritual para desarrollar estas actividades que nos acercan a lograr nuestros proyectos de vida de manera exitosa.

A mis padres, por el apoyo incondicional que siempre he recibido.

A mi familia por su apoyo y comprensión.

Al los tutores y directores por su asesoría y dirección en el trabajo,

Y a todas aquellas personas que, de una u otra forma, colaboraron en la realización de esta

Investigación.

Resumen

Los residuos sólidos orgánicos ocasionan impactos negativos al medio ambiente cuando no se hace una disposición final adecuada, su producción aumenta cada día por el incremento poblacional y los malos hábitos de consumo, razones suficientes para implementar alternativas donde se les brinde el adecuado manejo obteniendo productos finales que potencien los recursos naturales.

Con el presente trabajo se busca comprender y evaluar la importancia en la implementación de los Planes de Gestión Integral de los Residuos Sólidos (PGIRS) en los municipios que componen la Provincia Sabana Centro de Cundinamarca, además se abordan los tipos de aprovechamiento basados en la normatividad, cuyo enfoque fue principalmente en los Residuos Sólidos Orgánicos, debido a la necesidad de reutilizar las materias primas que son desechadas para este caso en cada municipio, y si dentro de ellos se está reconociendo la importancia y beneficios que se obtienen de su reutilización mediante el manejo adecuado de los procedimientos que para transformar los mismos existen.

Para el conocimiento de estos datos fue necesaria la recolección y revisión de información contenida en fuentes documentales como cada uno de los PGIRS trabajos de grado, artículos, libros y admiraciones municipales.

Palabras claves: Residuos Orgánicos, Calidad del medio ambiente, aprovechamiento, evaluación y seguimiento, separación en la fuente.

Abstract

Organic solid waste causes negative impacts on the environment when an adequate final disposal is not made, its production increases every day due to the population increase and bad consumption habits, sufficient reasons to implement alternatives where they are provided the proper management obtaining final products that enhance natural resources.

The present work aims to understand and evaluate the importance in the implementation of the Comprehensive Solid Waste Management Plans (PGIRS) in the municipalities that make up the Central Sabana Province of Cundinamarca, in addition, the types of use based on the regulations are addressed , whose focus was mainly on Organic Solid Waste, due to the need to reuse the raw materials that are discarded for this case in each municipality, and if within them the importance and benefits obtained from its reuse are being recognized through proper handling of the procedures that exist to transform them.

For the knowledge of these data, it was necessary to collect and review the information contained in documentary sources such as each of the PGIRS degree works, articles, books and municipal admirations.

Keywords: Organic Waste, Quality of the environment, use, evaluation and monitoring, separation at the source.

Tabla De Contenido

<i>Lista de Tablas</i>	9
<i>Introducción</i>	10
<i>Justificación</i>	11
<i>Objetivo General</i>	13
Objetivos Específicos.	13
<i>Planteamiento Del Problema</i>	14
<i>Marco Teórico</i>	16
Los residuos orgánicos y su clasificación.	16
Generación de residuos sólidos orgánicos.	16
Clasificación según su naturaleza y/o característica física.	17
<i>Propiedades de los residuos sólidos orgánicos en el suelo</i>	19
Propiedades Biológicas.	19
Propiedades Físicas.	19
Propiedades químicas.	20
<i>Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos</i>	22
<i>Alimentación animal</i>	23
<i>Compostaje</i>	25
Fases del proceso de compostaje	25
Termófila.	25
Enfriamiento.	25
Mesófila.	26
Maduración.	26
Condiciones para el proceso de compostaje.	26
Temperatura.	26
Humedad	27
Nutrientes.	27
Utilización del compost.	27
<i>Lombricultivo</i>	29
<i>Biocombustibles</i>	30
<i>Marco Conceptual.</i>	31
<i>Marco Legal</i>	35
Lugar Y Objeto De Estudio.	37

<i>Manejo de los RSO en cada municipio.</i>	38
<i>Tenjo</i>	38
<i>Análisis de la información.</i>	51
<i>Alternativas de solución a la problemática identificada.</i>	53
<i>Conclusiones.</i>	54
<i>Recomendaciones.</i>	56
<i>Lista De Referencias</i>	57

Lista de Tablas

<i>Tabla 1 Normatividad nacional para los Planes de gestión Integral de los Residuos Sólidos-PGIRS.</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 2 Municipios que cuentan con PGIRS en la sabana de Bogotá.</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 3 Fuentes de generación y características de los residuos sólidos orgánicos</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 4 Porcentaje rural y urbano de los municipios que componen la sabana centro de Bogotá.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 5 Estrategias y porcentajes alcanzadas en el manejo los residuos orgánicos por los municipios de la sabana centro de Bogotá.</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 6 Consolidación de valuación a implementación de los PGIRS en la Sabana Centro para los RSO</i>	<i>50</i>

Introducción

El trabajo de investigación que se presenta, está centrado en el desarrollo de una evaluación de tipo documental para el seguimiento y control de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), de los municipios que componen la provincia de la sabana de Bogotá (Cajicá, Chía, Cogua, Cota, Gachancipá, Nemocón, Sopó, Tabio, Tenjo, Tocancipá y Zipaquirá.), esto con mira a trazar líneas que permitan la formulación de estrategias de intervención coherentes con la problemática presentada principalmente en el manejo de los residuos orgánicos.

El interés de dicho trabajo se efectúa teniendo en cuenta el contexto donde es evidente el continuo incremento de la generación de residuos sólidos orgánicos donde surge la necesidad de adopción, ejecución y seguimiento al cumplimiento de la Gestión Integral de Residuos Sólidos orgánicos con miras a solucionar la problemática ambiental que se produce por el incontrolado manejo de los mismos.

Esta evaluación frente al cumplimiento de los PGIRS por parte de los municipios mencionados, contribuirá a que las autoridades ambientales conozcan la situación actual y tomen las medidas necesarias para la correcta aplicación y funcionamiento de estos Planes; lo cual también permitirá alcanzar la valorización de los residuos orgánicos, su reducción en los vertederos y la minimización las problemáticas ambientales asociadas, así como la realización de prácticas de aprovechamiento como el compostaje.

Justificación

Se estima que día a día el crecimiento poblacional aumenta hacia las ciudades y municipios como es el caso de la provincia Sabana Centro que en los últimos años ha sido receptora de población y sectores económicos provenientes de Bogotá, a causa de lo cual se genera una creciente actividad productiva y económica en consecuencia se presenta el continuo aumento de los residuos sólidos orgánicos los cuales en su gran mayoría pueden ser reincorporar a la cadena productiva pero esto pocas veces se lleva a cabo, dando lugar a las principales problemáticas ambientales que radican en la manera errónea como los descartamos sin tener en cuenta las políticas nacionales dadas en los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) municipales los cuales deberían ser obligatorios teniendo en cuenta el DECRETO 1713 de 2002 "Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo". Según información reportada por la (Contraloría de Cundinamarca, 2019).

El porcentaje promedio de implementación del PGIRS en el departamento es el del 16%, cifra que debe alertar a las administraciones municipales en fortalecer las actividades de control y seguimiento frente a las metas del plan, optimizando el manejo de los residuos sólidos en los municipios, desde su generación hasta la disposición final, con el fin de definir las necesidades y las soluciones más adecuadas y sostenibles en el corto, mediano y largo plazo (p.25)

En la identificación de la problemática y las soluciones para implementar una Gestión Integral de residuos orgánicos se requiere de la participación activa y un trabajo mancomunado de cada uno de los sectores y actores de los municipios para poner en marcha un monitoreo continuo que en poco tiempo permita dar soluciones en cuanto a la eficiencia del plan adoptado en cada uno de los PGIRS cuyos intereses son

de vital importancia en la implementación de alternativas y estrategias que incidan de manera positiva en el desarrollo local.

Para dar solución a esta problemática debemos realizar un seguimiento al cumplimiento de las metas trazadas en la formulación de los PGIRS. El cual se centra en orientar un conjunto de operaciones y disposiciones que permitan dar a los residuos sólidos el destino más adecuado, para lo cual también es importante evaluar la coordinación interinstitucional (autoridad ambiental, administraciones municipales, E.S.P, grandes generadores y comunidad como veedora). Las cuales deben tener claras sus responsabilidades e ir siempre encaminadas al cumplimiento de todo lo adoptado por los municipios para cada uno de sus planes.

Objetivo General

Evaluar el manejo, aprovechamiento y/o disposición final de los residuos orgánicos en el marco de los (PGIRS) de los municipios que componen la Provincia de la sabana centro de Bogotá.

Objetivos Específicos.

Analizar las estrategias implementadas en el manejo integral de residuos orgánicos en cada uno de los municipios que componen la provincia.

Identificar las principales fuentes de generación y las características propias de los residuos orgánicos generados en la provincia.

Establecer alternativas de solución con respecto a la evaluación del proceso de recolección, aprovechamiento y disposición final de los residuos orgánico en esta provincia.

Planteamiento Del Problema

El manejo de los residuos sólidos siempre ha sido una problemática en la interrelación de la humanidad con el medio ambiente, problemática que aumenta cuando las concentraciones de población se hacen mayor en los centros urbanos, lo cual incrementa la generación de residuos y la dificultad para la correcta disposición de los mismos, como bien lo afirma (Navas, 2006).

Actualmente en Colombia de las 1.098 administraciones municipales, el 43% no prestan el servicio de aseo en las condiciones establecidas en la ley 142 de 1994, y aproximadamente el 34% tiene algún tipo de organización de empresa municipal para la prestación del servicio de aseo. En el resto de los casos, es decir el 23%, el servicio es prestado directamente por los municipios, de los cuales muchos no cuentan con rubros destinados a este servicio ni con equipamiento técnico suficiente. Es importante resaltar que aproximadamente el 68% de los residuos sólidos recolectados en el país no son dispuestos de manera segura.”, (p.17).

Sumado a que gran porcentaje de estos no se disponen de la manera correcta, tenemos que su aprovechamiento se ve como un proceso muy aparte de los servicios de aseo públicos implementados.

La producción de residuos sólidos orgánicos por cada habitante se calcula entre 0,7 kg/ Hab/día, (Rodríguez & Castañeda, 2017). cuyo tratamiento se lleva a cabo en incineradoras o vertederos ubicados en zonas minoritarias o deprimidas ocasionando así mayores problemas de salud e incremento en la pobreza, donde (Domiciliarios, S. D. S. P.2015) afirma que.

El territorio nacional cuenta con 308 sitios de disposición final para la recepción de residuos sólidos, de los cuales 192 son autorizados y 116 no son autorizados. Frente a los sistemas autorizados, predominan los rellenos sanitarios, seguido

de las celdas de contingencia y por ultimo las plantas de tratamiento, mientras que, para los sistemas no autorizados, se presentan mayoritariamente los botaderos y las celdas transitorias.

Es importante relacionar lo anterior con el crecimiento poblacional y la cultura consumista en la que nos encontramos, factores que propician el aumento indebido en la eliminación de los residuos orgánicos, problemáticas por las cuales resulta necesario buscar una gestión sostenible de estos residuos en la que se garanticen estrategias que cooperen con el adecuado manejo, afianzando los productos obtenidos al finalizar estos procesos para minimizar el impacto ambiental que conlleven a la preservación de los recursos naturales.

Son grandes retos a los que se debe enfrentar la región (Sabana Centro) para preservar y garantizar un ambiente sano para sus habitantes. Es por ello que uno de los puntos que se debe estudiar minuciosamente con respecto al medio ambiente, es lo relacionado con el cuidado ambiental en los distintos municipios a través de sus políticas públicas que, mediante diferentes estrategias, como actividades pedagógicas, mecanismos y acciones que contribuyan a la protección, así como a prevenir, mejorar o atenuar los problemas que aquejan en la actualidad.

Pregunta De Investigación

¿Las políticas y pedagogías actuales realmente contribuyen en el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos generados en los municipios que componen la sabana centro?

Marco Teórico

Los residuos orgánicos y su clasificación.

Los residuos sólidos orgánicos son provenientes de restos de productos de origen orgánico, los cuales reconocemos fácilmente por su composición, origen natural de ciclos vitales y su facilidad para biodegradarse dando lugar así a nueva materia orgánica (Jaramillo & Zapata 2008, como se citó en Dante 2001) dentro de los cuales encontramos: Los restos de comida, frutas y verduras, carne, huevos, etcétera, también aquellos que pueden tener un tiempo de degradación más lento, como el cartón y el papel. Se exceptúa de estas propiedades al plástico, porque a pesar de tener su origen en un compuesto orgánico, posee una estructura molecular más complicada.

Generación de residuos sólidos orgánicos.

En el afán de construir sociedades modernas muchos países en vías de desarrollo con sus procesos y actividades producen un mayor porcentaje de material orgánico biodegradable a diferencia de los países altamente desarrollados (Uzurdy, 2016). Este es el caso de América Latina y el Caribe, donde la generación de residuos orgánicos (RO) oscila entre un 40 y 70 % con lo cual también incrementa los problemas a raíz de la inadecuada gestión.

Por otra parte, dado que Colombia cuenta con fuertes sectores agrícolas y pecuarios, además de haber incrementado de forma importante la urbanización del territorio en las últimas 3 décadas, actualmente está generando más de 177 millones de toneladas al año de biomasa residual. (Ministerio de Minas y Energía, 2011, como se citó en Cadavid,2015) (p.3)

En el departamento de Cundinamarca según, (Ortiz, 2017, como se citó al Dane)

Para el año 2014 contaba con una población de 2´639.059 habitantes, el destino final de sus desechos sólidos sería alguno de los 5 rellenos sanitarios con los que cuenta el Departamento, relleno sanitario Nuevo Mondoñedo, Praderas del Magdalena, Doña Juana, Villa Pinzón, y Cucunuba, siendo Nuevo Mondoñedo el más usado con un total de 78 municipios descartando sus residuos allí. (p, 10).

Por lo antes mencionado es muy importante tener en cuenta que son pocos los rellenos sanitarios con los que cuenta el departamento y también sucede a nivel nacional ya que por el crecimiento poblacional siempre será una amenaza para sus capacidades y vida útil, al respecto (Domiciliarios, S. D. S. P. 2015) menciona.

La vida útil de los sistemas de disposición se encuentra directamente relacionada con la continuidad de la prestación de la actividad. En este sentido y teniendo en cuenta que el análisis de vida útil se hace frente a los sitios de disposición final autorizados, se evidencia que de los 192 sitios de disposición final autorizados la mayoría (128) se encuentran en los tiempos establecidos para iniciar la ejecución de acciones que garanticen la actividad a largo plazo. (p, 64)

Clasificación según su naturaleza y/o característica física.

Como bien lo afirma (Gonzales et al, 2016 como se citó en, Jaramillo & Zapata, 2008)

Los residuos orgánicos se pueden clasificar según su naturaleza y/o característica física en residuos de alimentos, estiércol, restos vegetales, papel y cartón, cuero, plásticos biodegradables. Al hablar de residuos orgánicos por su origen y

contenido es importante identificar las propiedades biológicas como constituyentes solubles en agua, tales como azúcares, féculas, aminoácidos y diversos ácidos orgánicos, hemicelulosa, celulosa, grasas, aceites y ceras, lignina, lignocelulosa, proteínas, y los componentes orgánicos pueden ser convertidos biológicamente en gases y sólidos orgánicos relativamente inertes. (p.7,8)

Propiedades de los residuos sólidos orgánicos en el suelo

Gracias a la diversidad de nutrientes contenidos en los RSO (Residuos Sólidos Orgánicos.) y las funciones de la materia orgánica su favorecimiento sobre las propiedades del suelo y las plantas llevando a cabo una correcta aplicación pueden ser muy importantes al respecto (Labrador,2001, como se citó en, Hernández, et al,2010,) Afirma.

Dentro de los componentes del suelo, la materia orgánica reviste una significativa importancia, ya que imparte al suelo magníficos efectos en sus propiedades físicas, químicas y biológicas, las cuales se traducen en la capacidad productiva de los campos, por lo que su gestión dentro del agroecosistema será uno de los elementos más importantes a considerar para la consecución de la perdurabilidad de los sistemas productivos.(p, 2)

Propiedades Biológicas.

Favorece el desarrollo de la cubierta vegetal, (Pedreño et al, 1995) Por sus constituyentes solubles en agua (Azúcares, ácidos orgánicos, féculas y aminoácidos), elemento esencial para el desarrollo de modificaciones químicas y físicas en el suelo.

Estimulan el crecimiento de las plantas gracias a la presencia de materia orgánica y sustancias que activan los mecanismos fisiológicos de las mismas, (Pedreño Et al 1995) además de controlar plagas y enfermedades para garantizar el equilibrio ecológico.

Propiedades Físicas.

Formación de agregados y estabilidad estructural la estabilidad de los agregados del suelo y mantenimiento de su estructura se fortalecen con las sustancias orgánicas y

polisacáridos contenidos en la materia orgánica. (García 1992 & Swift, 1991, como se citó en Pedreño et al. 1995).

Unión a las arcillas formando el complejo de cambio, estabilizando la estructura del suelo y su cohesión (Pedreño et al, 1995). Cuyas características químicas las cuales funcionan como reserva de nutrientes a las plantas y organismos del suelo.

Aportan a la retención y penetración del agua lo cual favorece la reserva hídrica del suelo, reduciendo las pérdidas y garantizando disponibilidad hídrica para las plantas. (Waters & Oades, 1991, como se citó en Pedreño et al. 1995).

Disminución de la erosión lo cual aporta a la resistencia del suelo ante fenómenos hidrodinámicos conservando la vida vegetal y con ella los organismos presentes en el suelo. (García 1992 & Swift 1991, como se citó en Pedreño et al, 1995).

Aporta al intercambio gaseoso ya que según (Pedreño et al,1995), “la aireación y disponibilidad de oxígeno para raíces y microorganismos. La porosidad y respiración de los suelos se ven influenciadas positivamente por la presencia de materia orgánica en proporciones adecuadas.” (p, 24).

Propiedades químicas.

Promueven la formación del complejo arcillo-húmico gracias a la materia orgánica lo cual incrementa la reserva de nutrientes y la capacidad de cambio para la vida vegetal, además del incremento de lugares de fijación iónica, los cuales funcionan como reserva de nutrientes para los suelos. (Cegarra et al, como se citó en. Pedreño et al 1995)

Gracias a la formación de compuestos solubles materia orgánica-metal se favorece la disponibilidad de determinados metales (Fe, Mn y Cu), necesarios para el desarrollo de la cubierta vegetal evitando los cambios bruscos ya que también ayudan al fortalecimiento de la capacidad tampón en los mismos. (Pedreño et al 1995)

Por el aporte de la mineralización de materia orgánica y la repercusión en la solubilización y aumento de disponibilidad de nutrientes ya existentes en el propio suelo al cambiar las características reactivas del mismo se conserva y aumenta el contenido de materia orgánica y nutrientes en el suelo. (Environmental Protection Service de Canadá, 1984, como se citó en Pedreño et al 1995).

Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos

Los RSO por su origen natural y constitución nos facilitan alternativas de reciclaje y compostaje, que bien aplicadas hacen posible el tratamiento de 86,6 millones de t/año de 251 millones de toneladas (Antes del reciclaje) con lo cual se evita la liberación de 168 millones de toneladas métricas de equivalente de dióxido de carbono a la atmosfera (Porras y González, 2016) las mismas que liberarían 33 millones de automóviles en funcionamiento por periodo de (1) año.

Con el ánimo de mejorar el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, y de agregarles valor comercial a los sub productos que aportan energía y favorecen las propiedades del suelo (Físicas, químicas y biológicas) ayudando al desarrollo de la cubierta vegetal, lo anterior mediante distintos procesos que se mencionan a continuación

Dentro de los principales tipos de aprovechamiento que podemos lograr con la gestión de los residuos sólidos orgánicos encontramos. Alimentación animal, compostaje, producción de biocombustibles y lumbricultura.

Alimentación animal

En la mayor parte de las zonas rurales de nuestro país sus pobladores separan y utilizan la materia orgánica generada en sus actividades agropecuarias para la alimentación animal de la forma tradicional, dicha actividad resulta muy rentable y económica además de ser una solución a las pérdidas y desperdicios de alimentos (PDA), que por su mala disposición pueden generar un gran impacto negativo en los recursos naturales ya que su gran porcentaje de humedad tienden a presentar una rápida descomposición o fermentación; por lo que dicha alimentación se realiza una vez estos son producidos.

En otro aspecto cuando se cuentan con las técnicas adecuadas para llevar a cabo la transformación por procesos biotecnológicos de estos residuos sólidos orgánicos surgen alternativas más viables que garantizan la obtención de alimentos con alto valor nutritivo, ya que estos buscan el aprovechamiento de desechos orgánicos como fuentes de energía donde los microorganismos seleccionados sintetizan los compuestos orgánicos dando como resultado la obtención de masas microbianas que componen una gran fuente alimenticia de alto valor proteico. (Almécija, 2007, como se citó en, Araujo et al 2013)

Una de las industrias más grandes en el sector agropecuario es la de productos lácteos en la cual encontramos el hongo *Geotrichum Candidum* (*Oospora lactis*), llamado a menudo hongo de las lecheras (Araujo et al 2013 citando a Ariza & Franco, 2007) este es arrojado como efluente en los desechos producidos creando un serio problema de contaminación ambiental donde sería una buena opción para el

aporte de productos de alto valor proteico mejorando de la calidad de alimentación animal.

Compostaje

Es de los procesos naturales más importantes y que debería tener mayor implementación en los municipios que componen la sabana centro, Es definido como “un proceso donde los residuos orgánicos biodegradables se descomponen mediante una oxidación bioquímica, bajo condiciones controladas, generando CO₂ y H₂O, energía calórica y materia orgánica estabilizada o compost” (INN, 2004, como se citó en Varnero 2007), (p,2) El compost. Es el producto final que obtenemos una vez los residuos orgánicos se biodegradan debido a la acción de hongos, bacterias y otros micro organismos con presencia de oxígeno (Aeróbico).

Fases del proceso de compostaje

En los procesos de compostaje se deben tener en cuenta (4) fases muy importantes enunciadas a continuación:

Termófila. En esta etapa se degradan ceras, proteínas y hemicelulosas; también se desarrollan en estas condiciones numerosas bacterias formadoras de esporas y actinomicetos. Esto debido a que la temperatura sube de 40 a 60 grados centígrados, mueren las malas hierbas, e inician la degradación los organismos termófilos, desaparecen los organismos mesófilos. En los seis (6) primeros días la temperatura debe llegar y mantenerse a más de 60 grados centígrados a efecto de reducción o supresión de patógenos. (Jaramillo, 2005, como se citó en, Jaramillo & Zapata, 2008)

Enfriamiento. Al iniciar esta etapa de enfriamiento, los hongos termófilos que resistieron en las zonas menos calientes del proceso vuelven a ser mesófilas y realizan la degradación de la celulosa. La temperatura disminuye desde la más alta alcanzada

durante el proceso hasta llegar a la del ambiente, se va consumiendo el material fácilmente degradable.

Mesófila. Es la primera fase y se caracteriza por la presencia de bacterias y hongos, y aquí las primeras inician el proceso debido a su gran cantidad, estas se multiplican y consumen los carbohidratos degradados con mayor facilidad lo cual produce un incremento de temperatura del ambiente a 40°C aproximadamente. (Jaramillo, 2005, como se citó en, Jaramillo & Zapata 2008)

Maduración. El producto permanece más o menos 20 días en esta etapa la cual se estima como complemento final de las etapas que ocurren a lo largo del proceso de fermentación disminuyendo la actividad metabólica.

Condiciones para el proceso de compostaje.

Temperatura. Cuando el material se está compostando es sometido a un ciclo de temperaturas generado por la actividad microbiológica, los materiales que se degradan con mayor facilidad aumentan rápidamente la temperatura del compostaje la cual se conserva así por un corto tiempo y luego disminuye. Se recomienda alcanzar condiciones termofílicas (entre 35 y 65 °C), aquí son necesarias las altas temperaturas para destruir patógenos presentes en la pila, ya que con esto se evita producir compost infectado e infectar el lugar donde se vaya a utilizar. (Navarro, 2003). En operaciones de compostaje en gran escala se recomienda mantener temperaturas mayores de 55° C por más de 3 días para garantizar la destrucción de patógenos. Las pilas de compost deben ser mayores de 1 m³ para poder alcanzar condiciones termofílicas.

Humedad. La ideal para una pila de compostaje es entre el 40% y 60% por lo que al tocar el material debe sentirse húmedo, pero no debe escurrir agua, la pila de compost tampoco debe estar seca ya que los materiales en este estado se desintegran. El agua juega un papel muy importante en este aspecto ya que facilita que los nutrientes estén disponibles a los microbios, por lo contrario, la carencia de agua inhibe la actividad microbiana, a medida se va alcanzando el límite inferior el proceso de descomposición se hace más lento, si se reduce a menos del 8% toda la actividad microbiana se detiene. (Navarro, 2003).

Nutrientes. Para garantizar el crecimiento microbiano es importante que exista una relación carbono/nitrógeno en la pila de compost ya que son los macronutrientes más importantes, cuya concentración no debe ser muy elevada ya que afectaría la actividad biológica los materiales ricos en carbono son color café y secos y los ricos en nitrógeno son verdes y húmedos (Jaramillo 2008). Los micronutrientes son el manganeso, cobre, magnesio y cobalto contando también con una categoría intermedia entre micro y macro nutrientes en la que encontramos el fósforo, potasio y calcio.

Utilización del compost.

Es importante tener muy claro que el compost es la parte orgánica de la tierra compuesta por una alta concentración de nutrientes obtenidos a través de su producción con los desechos orgánicos y no tierra con la cual se suele confundir, además que estos se pueden utilizar para la plantación de árboles, cultivos de hortalizas si se ha obtenido de desechos provenientes de viviendas ya que difícilmente van a contener sustancias tóxicas, su valor nutritivo puede ser menor que el de

fertilizantes químicos; pero garantiza una liberación lenta que suministra los nutrientes necesarios a las plantas según su desarrollo. (Navarro, 2003).

Lo podemos utilizar en parques, jardines urbanos y en la recuperación de suelos degradados cuando presente cierto exceso de sales tomando las precauciones adecuadas (Jaramillo 2008). La más importante y más utilizada es como abono en los cultivos para la alimentación humana o animal si estamos seguros de que se han descartado las contraindicaciones mencionadas y así obtener el mejor beneficio de sus nutrientes y materia orgánica.

Lombricultivo

En el esfuerzo por proteger y mejorar la naturaleza que brinda bienestar ambiental surge una alternativa agroecológica la cual mediante un organismo biológico como la lombriz roja- *Eisenia foetida* se logra la descomposición de residuos orgánicos, generando así un abono con alto valor nutritivo útil al suelo (Ramírez 2017). La lombricultura es considerada como una técnica, cuyo principal objetivo es la producción de abono de lombriz, con la perspectiva de contribuir con la fertilidad del suelo. Al respecto Ramírez (2017) citando a Capistran (2001) afirma que:

la lombricultura es una biotecnología sencilla, viable para la producción intensiva de abono orgánico. Puede mencionarse que por la calidad del producto que genera, es una alternativa para presentarlo en el mercado, es un producto con características deseables para reducir en gran medida los índices contaminantes que se generan a partir de los residuos sólidos de actividades en forma de basura: agrícolas, excretas animales. (p. 279)

En esta técnica además del lombricompost; además se generan lombrices con el 60% de proteínas en peso seco (Jaramillo 2008). Esto se convierte en un recurso valioso para la economía ya que ayuda a suplir la compra de concentrados para nutrición animal en razón de sus precios.

Biocombustibles

Pueden ser considerados como una alternativa de energía que complementan a las utilizadas, su producción y aplicación garantiza efectos positivos sobre el medio ambiente ya que al no depender solamente de los combustibles fósiles no renovables se logra disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, también se fortalece el desarrollo rural de los países.

La obtención de los biocombustibles de segunda generación que aplican para este caso según los residuos estudiados se realiza con materias primas no aprovechables para alimentación humana, Ramos et al (2016), como residuos agrícolas y forestales, los cuales poseen alto contenido de celulosa y lignina, componentes importantes de las paredes celulares de las plantas. El aceite reciclado de cocina que ya no tiene uso alimentario también se puede considerar materia prima de biocombustibles de segunda generación. Su producción se realiza principalmente utilizando microorganismos para convertir a azúcares las cadenas químicas de las moléculas de celulosa, y luego convertir los azúcares en biocombustibles.

Marco Conceptual.

Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS.

Conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos y actividades, definidos por el ente territorial para la prestación del servicio de aseo, basado en la política de Gestión Integral de Residuos Sólidos, el cual se obliga a ejecutar durante un período determinado, basándose en un diagnóstico inicial, en su proyección hacia el futuro y en un Plan Financiero Viable que permita garantizar el mejoramiento continuo de la prestación del servicio de aseo, evaluado a través de la medición de resultados. (Resolución 1045 de 2003).

Orgánico: “Un compuesto orgánico es una sustancia que contiene carbono e hidrógeno y, habitualmente, otros elementos como nitrógeno, azufre y oxígeno. Los compuestos orgánicos se pueden encontrar en el medio natural o sintetizarse en laboratorio”. (Cárdenas, 2014, p.79)

Aprovechamiento y/o valorización. “Es el proceso de recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos o desechos peligrosos, por medio de la recuperación, el reciclado o la regeneración.” (Decreto 4741 de 2005).

Botadero a cielo abierto. “Sitio de acumulación de residuos sólidos que no cumple con las normas vigentes o crea riesgos para la salud y seguridad humana o para el ambiente en general.” (Resolución 1045 de 2003).

Materia orgánica: “Residuos vegetales, animales y de microorganismos en distintas etapas de descomposición, células y tejidos de organismos del suelo y

sustancias sintetizadas por los seres vivos presentes en el suelo.” (Cárdenas, 2014, p.79)

Grandes generadores o productores. “Son los usuarios no residenciales que producen y muestran para la recolección residuos rígidos en volumen superior a un metro cúbico mensual.” (decreto 1713 de 2002).

Microorganismos: “Organismos vivos microscópicos (hongos, incluyendo levaduras, bacterias incluyendo actino bacterias, protozoos como nemátodos etc.)”. (Cárdenas, 2014, p.79)

Almacenamiento. “Es la acción del usuario de depositar temporalmente los residuos sólidos, mientras se procesan para su aprovechamiento, se presentan al servicio de recolección o se dispone de ellos.” (Decreto 605 de 1996).

Descomposición: “Degradación de la materia orgánica.” (Cárdenas, 2014, p.79)

Relleno sanitario.

Es el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de residuos sólidos, sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, minimizando y controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final. (Decreto 838 de 2005).

Producción diaria per cápita. “Proporción de residuos rígidos generada por una persona, expresada en términos de kg/ Hab-día o unidades iguales, según los aforos y el número de personas por hogarpreciado por el DANE.” (decreto 1713 de 2002).

Estiércol: “Material orgánico empleado para fertilizar la tierra, compuesto generalmente por heces y orina de animales domésticos. Puede presentarse mezclado con material vegetal como paja, heno o material de cama de los animales.” (Cárdenas, 2014, p.79).

Gestión integral.

Grupo articulado e interrelacionado de ocupaciones de política, normativas, operativas, financieras, de organización, administrativas, sociales, educativas, de evaluación, seguimiento y monitoreo a partir de la prevención de la generación hasta la disposición final de los residuos o desperdicios peligrosos, con el objetivo de conseguir beneficios del medio ambiente, la mejora económica de su desempeño y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y situaciones de cada ciudad o zona. (Decreto 4741 de 2005).

Caracterización de los residuos. “Determinación de las características cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos, identificando sus contenidos y propiedades.” (Decreto 838 de 2005).

Bacterias termófilas: “Grupo de bacterias que pueden vivir, trabajar y multiplicarse durante el compostaje entre los rangos de temperatura de 40°C a 70°C.
Compost maduro: compost que ha finalizado todas las etapas del compostaje.”
(Cárdenas, 2014, p.78)

Tratamiento.

Es el conjunto de acciones y tecnologías mediante las cuales se modifican las características de los residuos sólidos incrementando sus posibilidades de reutilización, o para minimizar los impactos ambientales y los riesgos a la salud humana en su disposición temporal o final. (Decreto 605 de 1996).

Abono orgánico:

El abono orgánico abarca los abonos elaborados con estiércol de ganado, compost rurales y urbanos, otros desechos de origen animal y residuos de cultivos. Los abonos orgánicos son materiales cuya eficacia para mejorar la fertilidad y la productividad de los suelos ha sido demostrada. (Cárdenas, 2014, p.78)

Aeróbico: "Proceso que ocurre en presencia de oxígeno. Para que un compost funcione con éxito se debe proporcionar suficiente oxígeno para que mantenga el proceso aeróbico." (Cárdenas, 2014, p.78)

Anaeróbico: "Proceso que ocurre en ausencia de oxígeno. Si esto ocurre durante el proceso de compostaje, éste se ralentiza y se pueden desprender malos olores, como consecuencia de procesos de pudrición." (Cárdenas, 2014, p.78).

Marco Legal

Las reglas colombianas en relación con el asunto de los residuos rígidos orgánicos abarcan políticas, leyes, resoluciones y decretos inclinados siempre a reglamentar la Gestión Integral de los Residuos Sólidos en Colombia, la primera legislación se emana del Código de Recursos Naturales Renovables (Decreto 2811 de 1974), después se derivaron las siguientes reglas:

Tabla 1

Normatividad nacional para los Planes de gestión Integral de los Residuos Sólidos-PGIRS.

Norma Nacional (General)	Autoridad Competente	Contenido
Resolución 754 de 2014	Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible	Por el cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014)
Decreto 2981 de 2013	Ministerio de vivienda, ciudad y territorio	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2013)
Decreto 838 de 2005	Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)

Resolución 541 de 1994	Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial	Por el cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento, y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición, y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
Decreto 2202 de 1968	Expedido por la presidencia de republica	Por el cual se reglamenta la industria y negocio de los abonos o fertilizantes químicos primordiales, químicos compuestos, orgánicos naturales, orgánicos reforzados Enmiendas y acondicionadores del suelo, y se derogan unas posiciones.
Decreto 1716 de agosto 2002	Ministerio de Desarrollo Económico	por el que se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, relacionadas con la prestación del servicio público de limpieza, el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 relacionadas con la Administración Integral de Residuos Rígidos.
Decreto 605 de 1996	Ministerio de desarrollo económico.	Lineamientos para la correcta prestación de cualquier servicio de limpieza a partir de su generación, almacenamiento, recolección y transporte, transferencia hasta su disposición final.
Resolución 074 de 2002	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	Por la cual se instituye el reglamento para la producción primaria, procesamiento, empaclado, etiquetado, Almacenamiento, certificación, importación y venta de productos agropecuarios ecológicos. El prefijo BIO únicamente podría ser usado en acondicionadores orgánicos registrados para agricultura ecológica, que involucren

Norma técnica colombiana NTC 5167 del 28 de mayo del 2003	del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	microorganismos en su estructura. Productos para la industria agrícola, materiales orgánicos utilizados como fertilizantes o acondicionadores de suelos, donde se reglamentan los limitantes actuales para el uso de materiales orgánicos, los parámetros físico – químicos de los análisis de las muestras de materia orgánico, los límites máximos de metales pesados y enuncia algunos parámetros para los análisis microbiológicos.
---	--	--

Lugar Y Objeto De Estudio.

La provincia Sabana Centro está localizada al norte de la urbe de Bogotá; Esta limita al norte con la provincia de Ubaté, al sur con Bogotá, al oriente con las provincias de Almeidas y Guavio, y al occidente con la provincia de Sabana Occidente, está conformada por los siguientes municipios: Cagua, Zipaquirá, Nemocón, Cajicá, Tocancipá, Gachancipá, Sopó, Chía, Cota, Tabio y Tenjo. (Cámara de Comercio de Bogotá Comisión Regional de Competitividad, 2010).

Figura 1. División política y localización de la provincia Sabana Centro



Nota. La imagen indica la localización de la sabana centro, los municipios que la conforman y su respectiva división política. (Cámara de Comercio de Bogotá Comisión Regional de Competitividad, 2010)

Manejo de los RSO en cada municipio.

Tenjo

No se tienen licencias ambientales relacionadas con el aprovechamiento de los residuos orgánicos, debido a que no hay plantas de aprovechamiento, transferencia y/o tratamiento de los mismos directamente asociado al Municipio, sino que este aprovechamiento se está manejando por un particular al que

EMSERTENJO le entrega estos residuos sin ningún costo ni contraprestación.

(PGIRS, 2015, P .116)

“Los residuos orgánicos de la Plaza de Mercado se llevan a procesos de compostaje y lombricultura junto con los recolectados en el programa de manejo de orgánicos.”

(PGIRS, 2015, P .116)

Gachancipá

Gran parte de los residuos orgánicos generados en el área rural son aprovechados por los campesinos de la región para la alimentación de animales u otros usos, los residuos recolectados dentro del 60% de cobertura son dispuestos en su totalidad en el Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo. (PGIRS, 2015-2027, P .51).

“No se ha realizado un estudio de viabilidad, técnica, financiera y comercial para la elaboración de una Planta de tratamiento residuos sólidos orgánicos, ya que no se ha tenido en cuenta la capacidad agrícola del municipio para la generación de un abono de alta calidad.” (PGIRS, 2015-2027, P .44).

Disposición final.

“En la actualidad los residuos sólidos recolectados en el municipio de Gachancipá, tienen como punto de disposición final, el Consorcio Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo, el cual se encuentra en el Municipio de Bojacá.” (PGIRS, 2015-2027, P .44).

Tocancipá

Los residuos producidos en el municipio son diversos, pero los aprovechables se encuentran divididos entre el cartón, plástico, vidrio, papel de archivo, metales como hierro, cobre, aluminio y PET. El tipo de aprovechamiento de materiales es de reutilización y reciclaje únicamente, el resto de materiales como; orgánicos, barrido, corte de césped y demás, no son aprovechados en el municipio. (PGIRS, 2015, P .53).

Disposición final.

Dado que el municipio en cierta forma tiene el componente de disposición final solucionado en el plazo de vigencia del PGIRS, mediante la utilización del servicio prestado por el Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo, el programa de disposición final establecido comprende las actividades relacionadas con la reducción de los residuos llevados a disposición, por medio de la implementación de actividades de aprovechamiento de residuos orgánicos, realizando convenio con un tercero, Ibicol, privado que cuenta con una planta de compostaje ubicada en el municipio y con la capacidad y el interés de manejar los residuos orgánicos generados en el municipio. (PGIRS, 2015, P .172).

Sopó

“No se lleva un control del porcentaje de residuos orgánicos aprovechados, no obstante, estos residuos son recolectados por algunas personas que residen en el área rural para alimentación animal” (PGIRS, 2017, P .23).

-Cantidad total de residuos orgánicos aprovechados al mes. Los residuos sólidos de tipo orgánicos no son aprovechados en el municipio.

-Cantidad total de residuos orgánicos aprovechados al mes. En el área rural del municipio de Sopó, no se realiza aprovechamiento de residuos orgánicos, por tanto, el aprovechamiento de materiales es de 0 (cero) Ton/mes. (PGIRS, 2017, P .23).

Cogua

No se lleva un control exacto del porcentaje de residuos orgánicos aprovechados, no obstante, estos residuos son recolectados por algunas personas que residen en el área rural, en plazas de mercado e incluso en residencias, para alimentar sus animales (ganado y otros animales domésticos) (PGIRS, 2015, P .48).

Cuantificación y caracterización de los residuos orgánicos

Según la caracterización cuantitativa de los residuos orgánicos generados en Cogua realizada en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo, arrojó que en promedio el 41,93% del total de residuos generados en el municipio por los sectores residencial y comercial son de carácter orgánico (residuos vegetales y alimentos preparados/cocinados). Teniendo en cuenta que la generación de residuos sólidos para el municipio es de 101,8 Ton/mes, entonces la generación de residuos orgánicos es de 42,7 Ton/mes y se aprovecharía el 50%, es decir 21,3 Ton/mes. (PGIRS, 2015, P .106).

Cota

En el municipio de Cota, se identificaron una serie de proyectos ambientales adelantados por parte de diferentes entidades Municipales y actores privados orientados al aprovechamiento de los residuos orgánicos para la elaboración de compostaje y lombricompostaje y para la recuperación de material

potencialmente reciclable en los sectores residenciales, administrativo y educativo del área rural y urbana del municipio. (PGIRS, 2015-2027, P .57).

Se continúa con el proyecto piloto de aprovechamiento residuos orgánicos en el sector La Esperanza, elaborando compost en las instalaciones de SAMADE y el mismo son distribuidos entre los usuarios. Cantidad de residuos orgánicos 4,5 ton (segundo semestre de 2014). Cantidad de residuos inorgánicos no reportan, se lleva recolección por empresas existentes en el sector industrial no reportando datos al municipio. La comercialización de los residuos inorgánicos es llevada a cabo por las bodegas o para acopio de materiales. (PGIRS, 2015-2027, P .32).

La secretaria Agropecuaria, Medio Ambiente y Desarrollo Económico – SAMADE, viene adelantando el aprovechamiento de los residuos orgánicos para la elaboración de compostaje y lombricompostaje provenientes del corte del césped y poda de árboles, el material vegetal proveniente del lavado de hortalizas por parte de agricultores en las instalaciones de SAMADE y los residuos orgánicos provenientes de la ruta selectiva del proyecto piloto desarrollado en el sector de la esperanza. (PGIRS, 2015-2027, P .61).

Tabio

El municipio no cuenta con unidad de transferencia y solo cuenta con una planta pequeña de tratamiento de residuos orgánicos. El resto de residuos son dispuestos en el relleno de nuevo Mondoñedo, localizado a 50 Km de distancia en el municipio de Bojacá. (PGIRS, 2016, P. 26).

En la actualidad el municipio de Tabio no posee una compostera por lo cual es importantes crear una por su alta producción de residuos orgánicos con alto potencial de aprovechamiento, generando una parte de ingresos económicos al

municipio. La compostera se podrá diseñar e implantar en “la granja” en la vereda de Rio Frio. (PGIRS, 2016, P .267).

Zipaquirá

“En la actualidad se está haciendo aprovechamiento de residuos inorgánicos por parte de la población recicladora y de residuos orgánicos por parte del Municipio quien está aumentando la cobertura de recolección de estos residuos año tras año.” (PGIRS, 2016-2027, P .136).

“El 97% (2087 ton/mes) aprox. se transfiere al Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo y al porcentaje restante se le realiza un proceso de reciclaje o disposición de orgánicos.” (PGIRS, 2016-2027, P .147).

“En varios sectores considerados rurales, pero que presentan una alta densidad de población se hace recolección de orgánicos por parte de particulares para la crianza de cerdos”. (PGIRS, 2016-2027, P .148).

Cajicá

De acuerdo a la información registrada el municipio de Cajicá entrega a la planta de compostaje de Ibicol ubicada en el municipio de Tocancipá y a la Empresa Lombritenjo los residuos Orgánicos, para aprovechamiento y elaboración de compost y Humus respectivamente. Este proceso se desarrolla por medio de contrato de prestación de servicios, que celebrado anualmente entre la Empresa de Servicios Públicos de Cajicá S.A E.S.P (EPC) y la Empresa para el aprovechamiento del material, define el precio (\$/kg) para aprovechamiento a ser pagado por la EPC. (PGIRS, 2016-2027,)(p, 61-62).

Se han presentado alternativas de predios del municipio para el aprovechamiento, sin embargo, por factores sociales no se han realizado acciones para crear un proceso de aprovechamiento, por lo tanto, se requiere la evaluación, técnica, ambiental, económica y social de la viabilidad de crear este sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos directamente en el municipio. (PGIRS, 2016-2027, P .110).

Los residuos orgánicos, comportamiento de reducción del 56% en el año 2007, del 29% en el 2009 y 16% en el 2014, respecto a los residuos dispuestos en el relleno sanitario en el año correspondiente, debido al proceso de separación en la fuente y creación de la ruta selectiva para su proceso de aprovechamiento por medio del compostaje y lumbricultura. (PGIRS, 2016-2027, P .36).

La tendencia de crecimiento año tras año, debido al proceso de separación en la fuente que inicio en el año 2008, fortaleciendo el proceso de aprovechamiento de residuos orgánicos para el compostaje y lumbricultura y para los residuos reciclables. Los índices de aprovechamiento iniciaron en 7.55% en el año 2009, incrementándose hasta el 19% en el año 2014. (PGIRS, 2016-2027, P .82).

En el municipio de Cajicá, la participación de la comunidad en el proceso de separación en la fuente es fundamental, y el proceso de acompañamiento y seguimiento dado por el grupo de formadores de la EPC, han permitido que cada año sean más los usuarios que realizan la correcta separación (PGIRS, 2016-2027, P .84).

Tabla 2

Municipios que cuentan con PGIRS en la sabana de Bogotá.

Municipio	Cuenta con PGIRS	Corporación que realiza seguimiento	Acto administrativo adopción y fecha
Cajicá	Si	CAR	Resolución N°592 del 30 de diciembre de 2016
Cogua	Si	CAR	Decreto N°050 del 16 de diciembre de 2015
Chía	Si	CAR	Decreto N°29 del 22 de julio de 2016
Cota	Si	CAR	Decreto N°100.25.046 del 11 de marzo de 2016
Tabio	Si	CAR	Resolución N°0714 del 28 de diciembre de 2017
Tenjo	Si	CAR	Decreto N°104 del 16 de noviembre de 2016
Tocancipá	Si	CAR	Decreto N°82 del 31 de diciembre de 2015
Gachancipá	Si	CAR	Decreto N°350 del 29 de diciembre de 2015
Sopó	Si	CAR	Resolución N°1102 del 19 de abril de 2018
Nemocón	Si	CAR	Decreto N°89 del 14 de diciembre de 2015
Zipaquirá	Si	CAR	Decreto N°196 del 16 de diciembre de 2015

Fuente: Basado en los (PGIRS) de los Municipios que componen la Provincia de la Sabana Centro de Cundinamarca.

Tabla 3

Fuentes de generación y características de los residuos sólidos orgánicos

Municipio	Principales fuentes de generación de RO	Características propias de estos RO
Cajicá	Conjuntos residenciales	La composición varía de un lugar a otro debido al distinto tipo de alimentos que consumimos por lo que se presenta contaminación microbiológica por las sales y saliva humana
Cogua	-Sector residencial -Sector comercial	
Cota	Conjunto residencial	
Tenjo	Estrato 2 y 3	
Nemocón	Sector residencial y comercial estrato 2	
Tabio	Plazas de mercado	Generalmente se componen de un 80% en agua y el 20% restante materia orgánica, como grasas, proteínas, e hidratos de carbono.
Chía	Plaza de mercado	
Tocancipá	Plaza de mercado	
Gachancipá	Plazas de mercado	
Sopo	Plazas y plazoletas de mercado.	
Zipaquirá	Corte de césped y poda de árboles	Inicialmente contiene altas cantidades de nitrógeno que con el pasar del tiempo en su mayoría pasa a ser carbono, por lo que es un excelente material para la producción de abonos orgánicos.

Fuente: Basado en los (PGIRS) de los Municipios que componen la Provincia de la Sabana Centro de Cundinamarca

Tabla 4

Porcentaje rural y urbano de los municipios que componen la sabana centro de Bogotá.

Municipio	Porcentaje rural	Porcentaje urbano
Cajicá	38%	62%
Cogua	68,61%	31,39%
Chía	37,3%	78,3%
Cota	49 %	51%
Tabio	49,00%	50,2%
Tenjo	97%	3%
Tocancipá	42,7%	58,3%
Gachancipá	73%.	42%
Sopo	36.66%	63.64%
Nemocón	73%.	42%
Zipaquirá	29.9%.	70,1%.

Fuente: Basado en los (PGIRS) de los Municipios que componen la Provincia de la Sabana Centro de Cundinamarca.

Tabla 5

Estrategias y porcentajes alcanzadas en el manejo los residuos orgánicos por los municipios de la sabana centro de Bogotá.

Municipio	Estrategias implementadas con los RO	Porcentaje aprovechado de RO
Cajicá	Rutas selectivas en el área rural y urbana, Elaboración de compost y humus en la planta ibicol lombritenjo-lombricultura	para el año 2014 se estima el valor de 68 ton/mes.
Cogua	Son recolectados por algunas personas que residen en el área rural, en plazas de mercado e incluso en residencias, para alimentar sus animales (ganado y otros animales domésticos).	Los procesos de compostaje a nivel artesanal, información de la cual no se encuentran registros, ni continuidad en la consecución de datos.
Chía	No se realiza separación en la fuente para su posterior transporte al relleno de nuevo Mondoñedo	No se registran datos ni procesos de aprovechamiento de los RSO
Cota	El municipio no cuenta con rutas selectivas de residuos orgánicos e inorgánicos. No se le da aprovechamiento de materiales reciclables. Solo se han implementado planes piloto.	El plan piloto de RO implementado en el barrio de La Esperanza, se recogen 140 Kg de residuos orgánicos de los que obtienen 20 Kg de compost
Tabio	El municipio no cuenta con unidad de transferencia y solo cuenta con una planta pequeña de tratamiento de residuos orgánicos. El resto de residuos son dispuestos en el relleno de nuevo Mondoñedo,	Solo se aprovecha un 47 % de residuos orgánicos con gran potencial de aprovechamiento, lo demás se dispone en el sitio de disposición final
Tenjo	No se tienen licencias ambientales relacionadas con el aprovechamiento de los RO, por esto el aprovechamiento se está manejando por un particular al que EMSERTENJO le entrega estos residuos sin ningún costo ni contraprestación	14,2% Ton/mes de 17/7 %Ton/mes recolectadas

Tocancipá	Los residuos orgánicos, barrido, corte de césped y demás, no son aprovechados en el municipio.	No se tienen datos de aprovechamiento de los RSO en el municipio.
Gachancipá	Gran parte de los residuos orgánicos generados en el área rural son aprovechados por los campesinos de la región para la alimentación de animales u otros usos.	En el área rural se provecha aproximadamente el 40% de estos residuos, el 60% restante son dispuestos en el Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo.
Sopo	No se realiza aprovechamiento de residuos orgánicos en el municipio.	No se registran datos de aprovechamiento de RSO
Nemocón	En la actualidad solo se tiene proyectada la implementación de una estrategia piloto para la separación y aprovechamiento de residuos orgánicos	El 76,4% de los residuos son dispuestos en el relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo, de residuos orgánicos no registra datos.
Zipaquirá	No se realiza una debida separación y el 97% (2087 ton/mes) aprox. se transfiere al Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo, al porcentaje restante se le realiza un proceso de reciclaje o disposición de orgánicos.	Aproximadamente solo se aprovecha el 3% (2087 ton/mes) de los RSO que se logran separar.

Fuente: Basado en los (PGIRS) de los Municipios que componen la Provincia de la Sabana Centro de Cundinamarca.

Tabla 6

Consolidación de valuación a implementación de los PGIRS en la Sabana Centro para los RSO

Municipio	Actividades ejecutadas	Actividades evaluadas	Porcentaje de RSO Reutilizados	% cumplimiento del PGIRS en RSO
Cajicá	4	3	68%	68%
Cogua	1	0	No registra	0%
Chía	1	0	No registra	0%
Cota	2	1	0,2%	0%
Tabio	2	1	47%	47%
Tenjo	2	1	14,2%	14,2%
Tocancipá	1	0	No registra	0%
Gachancipá	1	0	No registra	0%
Sopo	1	0	No registra	0%
Nemocón	2	1	23,6%	23,6%
Zipaquirá	2	1	3 %.	3 %.

Fuente: Basado en los (PGIRS) de los Municipios que componen la Provincia de la Sabana Centro de Cundinamarca.

Análisis de la información.

Son múltiples las inconsistencias reflejadas en el cumplimiento de la gestión integral y disposición final de los residuos sólidos orgánicos según el manejo a brindarles estipulado en los PGIRS para cada municipio, cuya situación debería reflejar una alerta para las diferentes administraciones, quienes en muchas de estas situaciones deben llevar a cabo una actualización de dichas herramientas (PGIRS) las cuales son fundamentales en cada uno de los contextos municipales para que las políticas de reducción en la generación, reutilización y correcta disposición final den los resultados esperados.

Son evidentes los bajos porcentajes en el cumplimiento de los PGIRS en cuanto al manejo de los RSO particularmente, los municipios se encuentran por debajo de un 68%. Problemática en donde es urgente una mayor intervención de las autoridades competentes con acciones que nos lleven a dejar de ver el aprovechamiento de los RSO como un proceso aparte, este debe ser tomado en cuenta en su totalidad por usuarios y empresas prestadoras de servicios públicos.

La Provincia de la Sabana Centro de Cundinamarca está compuesta por 11 municipios dentro de los cuales solo se registra una Planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos (Ibicol), cuya planta a pesar de su tecnificación y resultados no cumple con la normatividad requerida por la carencia de planificación operativa, financiera y ambiental a largo plazo debido a la incompetencia de las legislaciones administrativas a nivel departamental y municipal, por estas y más razones resulta

difícil la implementación de más plantas en los municipios cuyo servicio sería vital en el cumplimiento de los objetivos de los PGIRS.

El municipio de Cajicá se ha venido trabajando en la vigencia y cumplimiento del decreto 596 de 2016 y modificación al Decreto 1077 de 2015, en cuya labor se han implementado programas como “Caneca Verde” mejorando así la separación en la fuente de los RSO para posteriormente disponerlos en la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos (Ibicol), con lo que se ha logrado disminuir en un 27% la cantidad de RSO dispuestos en el Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo.

Por lo antes mencionado es de resaltar que el municipio de Cajicá sea reconocido como uno de los municipios líderes en el manejo de los RSO de la Sabana Centro, ya que evaluando en los demás municipios encontramos proyectos e ideas de programas aun no ejecutados pero que intentan seguir los pasos y el ejemplo del mismo que busca ser uno de los líderes a nivel nacional en estos aspectos.

Alternativas de solución a la problemática identificada.

Se debe brindar educación a la población referente a la urgente necesidad de realizar una generación diferenciada y la separación de los residuos en sus hogares para llevar a cabo una recolección selectiva de los RO para su posterior tratamiento y reutilización, por ejemplo sería muy importante la producción del compost y luego entregarlo a las familias que participan, como actividad para incrementar ingresos económicos, sumado a ello que se está trabajando en el mejoramiento del medio ambiente.

Implementar mecanismos con mayor viabilidad y más prácticos con los cuales se desarrollen programas como (Caneca verde) implementado en el municipio de Cajicá, donde se involucran a los diferentes actores, gracias a la planificación de objetivos con una clara visión de los resultados a obtenerse.

Es necesaria una mayor intervención por parte de las Municipalidades como entes responsables en la implementación de programas que deben contar con estudios de factibilidad, estrategias y diseños previos que garanticen mayor vigencia en el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.

Conclusiones.

Es evidente la presencia de fallas en la mayoría de los PGIRS, principalmente en su formulación los cuales comparten causas y consecuencias en estas debilidades, pero cabe resaltar la diferencia de un documento a otro, ya que son de municipios muy diferentes en aspectos como: El económico, social ambiental y poblacional por lo cual no resulta conveniente realizar comparaciones de estos.

Es preocupante la falta de inclusión de los diferentes grupos de recuperadores o recicladores de forma legal en estos planes ya que su labor es muy importante para cada municipio, lo que demuestra la falta de un diagnóstico a cada uno de los entes del municipio para conocer realmente su problemática antes de realizar estos documentos que aportan al surgimiento de una comunidad.

Según la revisión documental y las vivencias llevadas a cabo en el territorio, es notoria la carencia de lineamientos y normas técnicas con objetivos claros para desarrollar un mejor aprovechamiento de residuos orgánicos, donde se tracen unas metas e indicadores claras para así garantizar la efectividad de su ejecución.

Las dificultades en la prestación de los servicios de recolección y la falta de conciencia ambiental para llevar a cabo una correcta disposición final de los residuos orgánicos afectan los recursos naturales, amenazan la salud y la calidad de vida en las comunidades, por lo tanto, mientras no se cuente con un eficiente servicio de recolección las comunidades en su afán por deshacerse de estos residuos se ven forzadas a realizar una incorrecta disposición final.

Al abordar el tema cabe resaltar que la generación per cápita de los residuos sólidos orgánicos, juega un papel muy importante al momento de realizar y dar cumplimiento de estos (PGIRS) más cuando se trabaja para sectores como la sabana centro de Bogotá, cuyo crecimiento poblacional es cada día más evidente y en la cual existen distintos niveles sociales, quienes hacen que el tipo de residuo varíe y demande de mayor capacitación y legalidad de las personas que llevan a cabo procesos de recolección y disposición final de los mismos.

Se hace evidente que en la medida de que los RSO sean clasificados cerca de su origen el sistema será más eficiente, es por esto que adicional al aprovechamiento un factor determinante en el éxito del proceso de recuperación de los residuos sólidos orgánicos consiste en la formalización de los recicladores de oficio en el ciclo de transformación, los cuales deben estar legalmente constituidos, y capacitados técnicamente en estas actividades.

Recomendaciones.

Aunque mucho se menciona la aplicación de tecnologías para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, la realidad es que en su mayoría no se llevan a cabo por sus altos costos por lo que si sería muy recomendable hacer posible su viabilidad haciendo sostenible su operatividad solo con la actividad del aprovechamiento.

La CAR como principal ente ambiental del territorio debe capacitar en la formulación y ejecución de los PGIRS a los encargados o delegados por las administraciones municipales para estos temas.

Aunque las Corporaciones Autónomas Regionales no tienen como deber la revisión y seguimiento de los PGIRS, si sería muy importante que se llevara a cabo y con mayor cuidado a los PGIRS elaborados sin las debidas indicaciones profesionales.

Es importante recalcarles a las gobernaciones estudiar las posibilidades de fortalecer e implementar nuevos requerimientos y normas regidos por la CAR con sus respectivos términos y plazos de cumplimiento asignando así la importancia necesaria de manera que sean más efectivas sus aplicaciones.

Lista De Referencias

- Alcaldía Cajicá, (2016). *Actualización del Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos*, PGIRS del municipio de Cajicá. https://www.epccajica.gov.co/wp-content/uploads/2020/07/PGIRS_Cajica.pdf
- Alcaldía Tocancipá, (2020). *Actualización del Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos*, PGIRS del municipio de Tocancipá. <https://www.tocancipa-cundinamarca.gov.co/Dependencias/PublishingImages/Paginas/Secretar%C3%A9-De-Ambiente/PLAN%20DE%20GESTI%C3%93N%20INTEGRAL%20DE%20RESIDUOS%20S%C3%93LIDOS%20-%20PGIRS.pdf>
- Alcaldía Cogua, (2015). *Actualización del Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos*, PGIRS del municipio de Cogua. <http://www.cogua-cundinamarca.gov.co/>
- Alcaldía Cota, (2015). *Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos*, PGIRS del municipio de Cota. <https://portal.cota-cundinamarca.gov.co/Paginas/default.aspx?Source=%2FCiudadanos%2Fencuestas%2F%5Fcatalogs%2Fmasterpage%2FForms%2FAllItems%2Easpx>
- Alcaldía Gachancipá, (2015). *Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos*, PGIRS del municipio de Gachancipá. <https://gachancipa-cundinamarca.gov.co/Paginas/default.aspx>
- Alcaldía Nemocón, (2020). *Actualización del Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos*, PGIRS del municipio de Nemocón.

https://nemoconcundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/nemoconcundinamarca/content/files/000428/21362_acuerdo-014-de-2020.pdf

Alcaldía Sopó, (2018). *Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos*, PGIRS del municipio de Sopó. <https://www.sopo-cundinamarca.gov.co/>

Alcaldía Chía, (2015). *Actualización del Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos*, PGIRS del municipio de Chía. <http://www.chia-cundinamarca.gov.co/>

Alcaldía Tabio, (2016). *Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos*, PGIRS del municipio de Tabio. <http://www.tabio-cundinamarca.gov.co/noticias/plan-de-gestion-integral-de-los-residuos-solidos-pgirs>

Alcaldía Zipaquirá, (2016). *Actualización del Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos*, PGIRS del municipio de Zipaquirá. https://zipaquiracundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/zipaquiracundinamarca/content/files/000086/4296_pgirs-20162027-impresion-final.pdf

Araujo Guerra, Álvaro V., Monsalve Castro, L. M., & Quintero Tovar, A. L. (2013). *Aprovechamiento del lactosuero como fuente de energía nutricional para minimizar el problema de contaminación ambiental. Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 4(2), 55-65. <https://doi.org/10.22490/21456453.992>

Azurduy, S. Azero, M., & Ortuño, N. (2016). *Evaluación de activadores naturales para acelerar el proceso de compostaje de residuos orgánicos en el municipio de Quillacollo. Acta Nova*, 7(4), 369-388. http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v7n4/v7n4_a02.pdf

- Cadavid-Rodríguez, L. S., & Bolaños-Valencia, I. V. (2015). *Aprovechamiento de residuos orgánicos para la producción de energía renovable en una ciudad colombiana. Energética, (46), 23-28.*
<https://www.redalyc.org/pdf/1470/147043932004.pdf>
- Cámara de Comercio de Bogotá, C. D. C. (2010). *Plan de competitividad para la provincia de Sabana Centro: agenda de proyectos transversales y sectoriales de impacto regional para la provincia de Sabana Centro.*
<http://hdl.handle.net/11520/20629>
- Cárdenas, B. E. (2014). *Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos, a través de metodologías de compostaje y lombricultura.* Universidad Nacional de Colombia y Alcaldía Mayor de Bogotá, Colombia.
http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf
- Castañeda-Torres, S., & Rodríguez- Miranda, J. (2017). *Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia. Universidad Y Salud, 19(1), 116-125.*
<https://doi.org/10.22267/rus.171901.75>
- Contraloría de Cundinamarca. (2019). *Gestión integral de los residuos sólidos en el departamento de Cundinamarca, Bogotá D.C.*
<http://www.car.gov.co/uploads/files/5e29f9d0e2cda.pdf>
- Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2003). *Resolución 1045 de 2003, septiembre 26, por el cual se adopta la metodología para la elaboración*

de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=9998>

Económico, M. D. D. (2002). *DECRETO 1713 DE 2002*.

<http://www.coopsersc.com/Archivos/normatividad/Dec1713-2002.pdf>

Domiciliarios, S. D. S. P. (2015). *Disposición Final de Residuos Sólidos*, informe nacional 2015

https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2020/Ene/informe_nacional_disposicion_final_2019.pdf

Hernández-Rodríguez, O. A., Ojeda-Barrios, D. L., López-Díaz, J. C., & Arras-Vota, A. M. (2010). *Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo*. *Tecnociencia Chihuahua*, 4(1), 1-6.

<https://vocero.uach.mx/index.php/tecnociencia/article/view/719/822>

Jaramillo Henao, G., & Zapata Márquez, L. M. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*.

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

Ministerio De Desarrollo Económico (1996). Decreto 605 de 1996.

https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/decreto_0605_1996.htm

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005). *Decreto 4741 de 2005 Nivel Nacional*.

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18718>

- Navas, A. L. (2006). *Revisión, control y seguimiento de los planes de gestión integral de residuos sólidos de los Municipios de Cogua, Zipaquirá, Funza, Madrid y Mosquera, Jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR*. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/500
- Navarro, R., & de la Tierra, C. A. (2003). *Manual para hacer composta aeróbica*. CESTA, Amigos de la Tierra El Salvador. pp, 2-5.
https://limpezapublica.com.br/textos/manual_para_hacer_composta_aerobica.pdf
- Ortiz Cabrera, N. Y. (2017). *Gestión integral de residuos sólidos plásticos en pequeñas comunidades-propuesta para el sector La Esperanza, municipio Cajicá, Cundinamarca*.
<https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/790/1/tesis%20girsp.pdf>
- Pedreño, J. N., Herrero, J. M., Lucas, I. G., & Beneyto, J. M. (1995). *Residuos orgánicos y agricultura*. Universidad de Alicante.
https://www.researchgate.net/profile/Jose-Navarro-Pedreno/publication/235941169_Residuos_organicos_y_agricultura/links/02e7e515e8998b0bdb000000/Residuos-organicos-y-agricultura.pdf
- Porras, Á. C., & González, A. R. (2016). *Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en Iberoamérica*. Academia y virtualidad, 9(2), 90-107.
<https://doi.org/10.18359/ravi.2004>
- Ramírez Joyo, N. del C. (2017). *Lombricultivo en la Producción de Abono Orgánico para Fomento de Valores Ambientales*. Revista Cientific, 2(3), 276-288.
<https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2017.2.3.15.276-288>

Ramos, F. D., Díaz, M. S., & Villar, M. A. (2016). Biocombustibles.

https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/25791/CONICET_Digital_Nro.cf291889-a370-4b7a-915b-4de3e1058c97_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Secretaría Jurídica Distrital, P. D. L. R. (2005). Decreto 838 de 2005 (cap. 1, art. 1), modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre la disposición final de residuos sólidos y otras disposiciones.

https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Sistema_Gestion_de_Calidad/Procesos%20y%20procedimientos%20Vigente/Normatividad_Gnl/Decreto%20838%20de%202005-Mar-23.pdf

Serrano Quintero, J. T., & Alonso Nore, F. L. (2015). *Actualización del plan de gestión integral de residuos sólidos del municipio de Tenjo, Cundinamarca* aplicando la resolución 754

de 2014. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1536&context=ing_ambiental_sanitaria

Varnero M, María Teresa, Rojas A, Claudia, & Orellana R, Roberto. (2007). *ÍNDICES DE Fitotoxicidad En Residuos Orgánicos Durante El Compostaje*. Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal, 7(1), 28-37.

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcsuelo/v7n1/art03.pdf>