



Diseño de un modelo de gestión de residuos orgánicos sostenible en el municipio de Facatativá.

Doris Stella Orjuela Castillo

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Sede Principal

Programa de Maestría en gerencia de la innovación en proyectos

Sublínea de investigación: Gestión de la innovación para el desarrollo sostenible y la consolidación empresarial.

2024

Diseño de un modelo de gestión de residuos orgánicos sostenible en el municipio de Facatativá.

Doris Stella Orjuela Castillo

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Magíster en gerencia de la  
innovación en proyectos

Asesor(a)

Albeiro Aguilar Olivera

Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO

Rectoría Sede Principal

Programa de Maestría en gerencia de la innovación en proyectos

2024

### **Dedicatoria**

Con profunda gratitud, quiero agradecer a mi amada hija. Tú has sido la luz que ilumina mi camino, la razón que me impulsa a avanzar con determinación. Tu sabiduría y guía en el corazón de esta investigación han sido esenciales, y el amor que me ofreces es la llama que me mantiene encendida.

A mi esposo, mi compañero incansable en esta travesía, gracias por ser mi refugio y mi fuerza. Cada paso a tu lado ha sido sostenido por tu apoyo incondicional, por tu amor que me envuelve y me da el valor necesario para no desfallecer.

A mi hijo, a ti te debo tanto. Quiero ser tu ejemplo, tu fuente de inspiración, y tu presencia en mi vida me impulsa a seguir adelante con más firmeza. Gracias por motivarme a ser la mejor versión de mí misma, por recordarme a diario el valor de los sueños, tanto los míos como los de nuestra familia.

A Dios, mi gratitud infinita por permitirme alcanzar este nuevo peldaño en mi vida. Tu mano invisible ha sido mi guía en cada momento, y en tu protección encuentro la serenidad y el coraje para enfrentar cada reto.

### **Agradecimientos**

Estimado Ing. Albeiro Aguilar Olivera,

Me dirijo a usted con profunda gratitud y aprecio por el invaluable apoyo que me ha brindado durante el desarrollo de mi tesis en la Universidad Minuto de Dios. Es difícil expresar con palabras la magnitud de mi agradecimiento por su generosidad al compartir su vasta sabiduría y experiencia conmigo. Su compromiso con mi crecimiento académico y personal ha sido verdaderamente inspirador.

Agradezco al Profesor Víctor Molina por su apoyo y orientación durante la elaboración de esta tesis, así como por su compromiso y dedicación para el desarrollo del proyecto.

Con sincero agradecimiento y respeto,

## TABLA DE CONTENIDO

Lista de tablas .....	10
Lista de figuras.....	11
Lista de formatos.....	12
Lista de anexos.....	13
Resumen.....	14
Abstract.....	15
Introducción .....	16
1. Planteamiento del problema.....	20
1.1 Descripción del problema .....	20
1.1.1 Problema concreto.....	22
1.2 Pregunta de investigación .....	22
1.3 Objetivos. ....	22
1.3.1 Objetivo general .....	22
1.3.2 Objetivos específicos.....	23
1.4 Justificación.....	23
2. Revisión de literatura académica .....	25

2.1	La materia orgánica (MO).....	25
2.1.1	Beneficios de la materia orgánica .....	25
2.2	Generación de residuos .....	26
2.3	Relación entre residuos municipales y sostenibilidad.....	26
2.4	Impacto de los residuos orgánicos en el medio ambiente .....	27
2.5	Contribuciones positivas del reciclaje de residuos orgánicos .....	28
2.6	Potencial de la digestión anaerobia y generación de biogás .....	29
2.7	Implementación de programas de recompra de residuos orgánicos.....	30
2.8	Aprovechamiento de residuos orgánicos .....	31
2.9	Fases de aprovechamiento de los residuos orgánicos .....	32
2.9.1	La separación de residuos en la fuente.....	32
2.9.2	El Compostaje .....	35
2.9.3	La digestión anaerobia (Biodigestores).....	36
2.10	Ejemplos de implementación exitosa del manejo de residuos orgánicos .....	37
2.10.1	Caso exitoso en Colombia.....	37
2.10.2	Caso exitoso en Sudáfrica .....	38
3.	Metodología .....	39
3.1	Enfoque y alcance de la investigación .....	39
3.2	Diseño y corte de la investigación .....	40

3.3 Población	40
3.4 Instrumentos de recolección de información .....	43
3.5 Aplicación de los instrumentos .....	45
3.6 Consideraciones éticas .....	46
3.7 Validación de los instrumentos .....	47
3.8 Registro y análisis de información .....	47
3.8.1 Registro de la información .....	48
3.8.2 Análisis de la información.....	48
4. Resultados .....	48
4.1 Diagnóstico de la situación actual del manejo de los residuos orgánicos en el municipio de Facatativá.....	49
4.1.1 Composición de los residuos .....	49
4.1.2 Cantidad de residuos .....	51
4.1.3 Origen de los residuos orgánicos.....	51
4.1.4 Actividades existentes de aprovechamiento .....	52
4.1.5 Costos económicos directos .....	53
4.2 Análisis de las implicaciones económicas y sociales de las prácticas actuales en el manejo de los residuos orgánicos en el municipio de Facatativá .....	53
4.2.1 Equidad social .....	53
4.2.2 Participación comunitaria.....	54

4.2.3 Impacto en el turismo y el medio ambiente .....	55
4.2.4 Daños a la salud pública.....	55
4.3 Formulación de estrategias sostenibles para la gestión de los residuos orgánicos en el municipio de Facatativá .....	56
4.3.1 Tendencias en aprovechamiento .....	56
4.3.2 Normativas y legislación.....	58
4.3.3 Educación ambiental .....	61
4.3.4 Desafíos en la recolección selectiva.....	64
4.3.5 Gestión comunitaria .....	66
4.3.6 Tecnologías de tratamiento .....	68
4.4 Modelo de gestión de residuos orgánicos sostenible en el municipio de Facatativá .....	71
4.4.1 Programa 1. Econormas sostenibles.....	73
4.4.2 Programa 2. EcoAlianzas: Educación y conexiones sostenibles.....	75
4.4.3 Programa 3. Recolección selectiva y transporte de orgánicos .....	76
4.4.4 Programa 4. Sistema de tratamiento de residuos orgánicos .....	78
4.4.5 Programa 5. Comercialización de subproductos.....	79
5. Conclusiones .....	80
6. Discusiones y Recomendaciones .....	82
7. Referencias.....	84



8. Formatos de instrumentos diseñados y validados ..... 87

9. Anexos 104

### Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Estratificación del municipio de Facatativá.....	41
Tabla 2. Relación de objetivos e instrumentos de recolección de información.....	43
Tabla 3. Caracterización de los residuos sólidos urbanos en Facatativá .....	49
Tabla 4. Programa 1. Econormas sostenibles .....	74
Tabla 5. Programa 2. EcoAlianzas: Educación y conexiones sostenibles .....	75
Tabla 6. Programa 3. Recolección Selectiva y Transporte de Orgánicos.....	76
Tabla 7. Programa 4. Sistema de tratamiento de residuos orgánicos.....	78
Tabla 8. Programa 5. Comercialización de subproductos.....	79

### Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Diagrama de la síntesis de patrones de respuesta para la variable tendencias de aprovechamiento .....	57
Figura 2. Aplicación de normatividad existente relacionada con la gestión de residuos .....	60
Figura 3. Variables de mayor interés en la educación ambiental para la gestión de residuos orgánicos .....	63
Figura 4. Desafíos en la recolección selectiva de residuos orgánicos .....	66
Figura 5. Importancia de la gestión comunitaria en un modelo de gestión integral de residuos orgánicos .....	67
Figura 6. Importancia de la gestión comunitaria en un modelo de gestión integral de residuos orgánicos .....	71
Figura 7. Mapa de procesos del modelo de gestión integral de residuos orgánicos .....	72

### Lista de formatos

	<b>Pág.</b>
Formato I. Entrevista semi - estructurada a entidades municipales.....	87
Formato II. Observación estructurada.....	89
Formato III. Ficha de lectura documental.....	91
Formato IV. Formato de consentimiento.....	92
Formato V. Entrevista estructurada ingenieros especializados en manejo de residuos.....	93
Formato VI. Documentos para validar los instrumentos de medición a través de juicio de expertos.....	97

### Lista de anexos

	<b>Pág.</b>
Anexo I. Documentos de validación de instrumentos de investigación diligenciados .....	104
Anexo II. Entrevista semi - estructurada entidades municipales .....	111
Anexo III. Observación estructurada .....	113
Anexo IV. Fichas de lectura documental diligenciadas.....	117
Anexo V. Consentimiento informado firmado .....	121
Anexo VI. Entrevista estructurada ingenieros especializados en manejo de residuos diligenciada .....	123

### **Resumen**

Este proyecto tuvo como objetivo diseñar un modelo sostenible para la gestión de residuos orgánicos en el municipio de Facatativá, Cundinamarca, ante la creciente problemática de los residuos sólidos. Actualmente, los residuos orgánicos constituyen el 46.9% del total generado en el municipio, lo que resalta la necesidad urgente de estrategias más efectivas para su manejo.

El estudio adoptó un enfoque cualitativo, descriptivo y constructivista, centrado en comprender las percepciones y prácticas de actores clave, como autoridades municipales, empresas de recolección y la comunidad. Se utilizan entrevistas semiestructuradas, observación y análisis documental para diagnosticar la situación actual y proponer mejoras.

A partir del desarrollo de la investigación se logró plantear un modelo de gestión integral de residuos sólidos orgánicos para el municipio de Facatativá, a través de los resultados obtenidos por cada uno de los instrumentos creados, validados y aplicados, identificando los principales retos, oportunidades de mejora y necesidades frente a esta condición.

*Palabras clave:* Materia orgánica, sostenibilidad, residuos orgánicos, aprovechamiento, educación ambiental.

### **Abstract**

This project aims to design a sustainable model for the management of organic waste in the municipality of Facatativá, Cundinamarca, in response to the growing problem of solid waste. Currently, organic waste constitutes 46.9% of the total generated in the municipality, which highlights the urgent need for more effective strategies for its management.

The study adopts a qualitative, descriptive and constructivist approach, focused on understanding the perceptions and practices of key actors, such as municipal authorities, collection companies and the community. Semi-structured interviews, observation and documentary analysis are used to diagnose the current situation and propose improvements.

From the development of the research, it was possible to propose a comprehensive management model for organic solid waste for the municipality of Facatativá, through the results obtained by each of the instruments created, validated and applied, identifying the main challenges, opportunities for improvement and needs in the face of this condition

*Keywords: Organic matter, sustainability, organic waste, use, environmental education.*

## Introducción

La gestión de residuos sólidos se ha consolidado como uno de los desafíos ambientales más críticos a nivel global. Según el Banco Mundial (2018), se producen alrededor de 2.010 millones de toneladas de desechos sólidos municipales cada año, y se proyecta que esta cifra aumentará en un 70% para el año 2050, alcanzando las 3.400 millones de toneladas. Este aumento exponencial está relacionado con el crecimiento de la población, la expansión de la urbanización y el incremento en los patrones de consumo global. Entre los residuos generados, los desechos orgánicos constituyen una proporción significativa, representando el 44% de los desechos municipales en el mundo. Este panorama evidencia la necesidad urgente de implementar estrategias de gestión sostenibles que permitan no solo reducir la cantidad de residuos que terminan en rellenos sanitarios, sino también aprovechar los recursos orgánicos de manera efectiva.

En el caso de Colombia, la situación no es diferente. En 2022, el país generó 14.9 millones de toneladas de residuos, con una producción per cápita de 288 kg por habitante al año (Banco Mundial, 2018). Sin embargo, el manejo de estos residuos presenta importantes deficiencias. Según la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2021), el 87% de los residuos en Colombia se disponen en rellenos sanitarios, una cifra considerablemente alta en comparación con el 18% en la Unión Europea. Esta disparidad refleja una falta de políticas y tecnologías enfocadas en el aprovechamiento de los residuos, especialmente los orgánicos, que constituyen el 46% de los residuos generados en el país.

El municipio de Facatativá, ubicado en el departamento de Cundinamarca, presenta un caso representativo de la problemática nacional. Con una población proyectada de 166.588



habitantes para 2025, se estima que la generación diaria de residuos en este municipio alcanzará las 121 toneladas, de las cuales el 46.9% serán residuos orgánicos (Calderón y Ospina, 2016). Este volumen de desechos no solo genera problemas ambientales, como la emisión de gases de efecto invernadero y la contaminación de suelos y cuerpos de agua, sino que también contribuye a problemas de salud pública, dada la descomposición de los residuos orgánicos y la atracción de fauna nociva.

El problema en Facatativá radica en la ausencia de un sistema eficiente y sostenible de gestión de residuos, particularmente en lo que respecta a los desechos orgánicos. Actualmente, no existen rutas de recolección selectiva para estos residuos, lo que dificulta su aprovechamiento y aumenta la cantidad de basura destinada a los rellenos sanitarios. Esta situación se agrava por el marco tarifario del país, que no incentiva el aprovechamiento de los residuos, lo que resulta en una falta de inversión en tecnologías de tratamiento y recuperación. En consecuencia, las empresas de aseo se enfocan en la disposición final de los residuos, ignorando el potencial económico y ambiental que representa su reutilización y reciclaje.

En este contexto, es crucial desarrollar un modelo de gestión de residuos orgánicos que no solo mitigue los impactos ambientales negativos, sino que también aproveche los recursos disponibles de manera eficiente. La gestión inadecuada de los residuos no solo afecta al medio ambiente, sino también a la calidad de vida de los habitantes de Facatativá. Por ello, la presente investigación se enfoca en diseñar un modelo de gestión sostenible que permita optimizar el manejo de los residuos orgánicos en el municipio.

La investigación adopta un enfoque filosófico constructivista, que valora la comprensión de los fenómenos sociales y ambientales desde diversas perspectivas. El constructivismo

reconoce que la realidad es multifacética y que la gestión de residuos no puede entenderse desde un único enfoque. Para abordar este problema, es fundamental construir el conocimiento a través del diálogo entre teoría y práctica, involucrando a todos los actores relevantes en el proceso. Este enfoque promueve un entendimiento integral de la gestión de residuos en Facatativá, al integrar tanto las percepciones de los actores clave como los datos técnicos disponibles.

El diseño metodológico de la investigación es de carácter cualitativo, basado en las perspectivas propuestas por Roberto Hernández Sampieri (2018), quien destaca la importancia de comprender las opiniones, actitudes y expectativas de los actores involucrados en la gestión de residuos. Este enfoque permite explorar las percepciones individuales de manera profunda, capturando los matices que un enfoque cuantitativo no podría abordar. La investigación busca obtener una visión detallada y enriquecedora sobre la situación actual de la gestión de residuos en Facatativá, facilitando la formulación de estrategias sostenibles.

El alcance de la investigación es descriptivo, ya que se busca describir las representaciones subjetivas que emergen en torno a la gestión de residuos orgánicos en el municipio. A través de este enfoque descriptivo, se podrán identificar las áreas clave de mejora, proporcionando una base sólida para la formulación de recomendaciones. El carácter transversal del estudio permite capturar una "instantánea" representativa de la situación actual, identificando patrones y tendencias que pueden contribuir al desarrollo de un sistema de gestión más eficiente y sostenible.

La población objeto de estudio son los residuos sólidos generados en Facatativá, con un enfoque particular en los residuos orgánicos. Estos desechos son producidos por diversas fuentes, incluyendo hogares, comercios e industrias.

Para la recolección de información, se utilizaron diversos instrumentos cualitativos, como entrevistas semiestructuradas y estructuradas con actores clave, incluidas autoridades municipales y empresas de servicios de recolección. Estos instrumentos permitieron obtener una visión clara de las prácticas actuales y de las percepciones de los actores involucrados en la gestión de residuos. Además, se emplearon fichas de lectura documental y observación estructurada, con el fin de complementar los datos obtenidos y proporcionar un análisis exhaustivo de la problemática.

Con base en estos métodos y enfoques, la presente investigación busca no solo describir la situación actual de la gestión de residuos en Facatativá, sino también proponer un modelo de gestión sostenible que contribuya al bienestar ambiental y social del municipio. La implementación de estrategias de separación en origen y el desarrollo de tecnologías para el tratamiento de residuos orgánicos podrían transformar la gestión de desechos en Facatativá, promoviendo una economía circular y reduciendo el impacto ambiental de los residuos sólidos.

## 1. Planteamiento del problema

### 1.1 Descripción del problema

La generación de residuos se está convirtiendo en uno de los mayores desafíos para la humanidad por su subutilización, la gestión inadecuada de los residuos sólidos se ha convertido en uno de los mayores problemas a nivel mundial, no solo ambiental, sino también económico y sanitario.

En el mundo se generan 2010 millones de toneladas de desechos municipales sólidos, un panorama mundial de la generación de residuos sólidos hasta el 2050, y si no se toman las medidas urgentes, los desechos mundiales aumentarán un 70%, 3400 mil millones de toneladas para el 2050 (Banco Mundial, 2018). Los tipos de desechos generados son básicamente 4% metales, vidrio 5%, plástico 12%, papel 17% y alimentos el 44%. Asia oriental y el pacífico generan 468 millones de toneladas, Europa y Asia central 392 millones de toneladas, Asia meridional 334 millones de toneladas, América del norte 289 millones de toneladas, América Latina y el Caribe 231 millones de toneladas, África del sur y oriente medio son los que menos producen con 160 millones en promedio (Kaza, 2018)

Según el informe del Banco Mundial (2018), en Colombia, se generaron 14.9 millones de toneladas de residuos en 2022, con una producción per cápita de 288 kg por habitante al año Otro factor para tener en cuenta es que, la tasa de disposición final en rellenos sanitarios varía significativamente entre las dos regiones, siendo del 18% en la Unión Europea y alrededor del 87% en Colombia, esta disparidad indica una falta de proyectos y tecnologías destinados a la utilización de residuos en general y, específicamente, de residuos orgánicos, que representan

aproximadamente el 46% del total de los residuos generados en Colombia (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2021)

A nivel nacional, el manejo de los residuos sólidos es una de las principales dificultades para la gestión ambiental, de acuerdo con el documento CONPES 3874, en el cual se formulan los lineamientos de la política nacional para la gestión integral de residuos sólidos, el modelo económico presente en el país se basa en una producción y consumo lineal, donde los productos son desechados cuando pierden sus propiedades o simplemente ya no cumplen con la función para la cual fueron hechos, aportando a la generación de residuos sólidos, causando un crecimiento exponencial. (Departamento Nacional de Planeación, 2016)

De acuerdo con el informe nacional de disposición final de residuos emitido por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2023), Facatativá se encuentra ante un creciente desafío en la gestión de residuos sólidos, especialmente los orgánicos. Se espera que la población llegue a 166.588 habitantes en 2025, lo que resultará en una generación estimada de 0.66 kilogramos de residuos por persona al día, sumando un total proyectado de 121 toneladas diarias para ese año. Este aumento en la generación total de residuos se ve agravado por el hecho de que se estima que el 46.9% de estos residuos serán orgánicos. (Calderón y Ospina, 2016)

Un aspecto adicional que exacerba este problema es la falta de consideración en el marco tarifario de Colombia con respecto al costo de la gestión de residuos sólidos. Esto resulta en que el aprovechamiento de estos residuos se perciba como un proceso separado dentro del servicio público de aseo, como consecuencia, la mayoría de las empresas de aseo no implementan acciones para la separación y aprovechamiento de residuos, ya que estas medidas implican una

mayor inversión y una disminución en los ingresos económicos debido a la reducción de toneladas destinadas a los rellenos sanitarios.

En Facatativá, la ausencia de rutas de recolección selectiva y proyectos ambientales para tratar residuos, especialmente orgánicos, obstaculiza su aprovechamiento, mostrando un sombrío panorama en sus calles, donde cada amanecer los desperdicios de toda clase adornan sus andenes.

### ***1.1.1 Problema concreto***

En el municipio de Facatativá, con una población de 166,588 habitantes, la producción diaria de residuos asciende a 121 toneladas, de las cuales el 47% corresponde a residuos orgánicos, totalizando 56.87 toneladas diarias. Esta considerable cantidad de residuos orgánicos contribuye significativamente a problemas ambientales y de salud pública. El problema específico que se aborda en este estudio es la carencia de un sistema eficiente y sostenible para la gestión de residuos en Facatativá. Por ende, se identifica la necesidad imperante de desarrollar un proceso de optimización destinado al aprovechamiento y recuperación de los residuos orgánicos. (Calderón y Ospina, 2016)

## **1.2 Pregunta de investigación**

¿Cómo mejorar el manejo de los residuos orgánicos en el municipio de Facatativá?

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1 Objetivo general***

Diseñar un modelo de gestión de residuos orgánicos sostenible en el municipio de Facatativá.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Realizar un diagnóstico de la situación actual del manejo de los residuos orgánicos en el municipio de Facatativá.

Analizar las implicaciones económicas y sociales de las prácticas actuales en el manejo de los residuos orgánicos en el municipio de Facatativá.

Formular estrategias sostenibles para la gestión de los residuos orgánicos en el municipio de Facatativá.

### **1.4 Justificación**

El municipio de Facatativá enfrenta un desafío significativo en términos de gestión de residuos sólidos. El manejo inadecuado de estos residuos no solo tiene un impacto negativo en la salud humana y animal, sino que también contribuye a la contaminación de la atmósfera, el suelo y las fuentes de agua, tanto superficiales como subterráneas. Además, este problema deteriora la estética de los centros urbanos y el paisaje natural.

Es imperativo abordar esta problemática a través de políticas y estrategias efectivas de gestión de residuos. Esto incluye la implementación de tecnologías y proyectos para la utilización de residuos, especialmente orgánicos, y la promoción de un modelo económico circular que minimice la generación de residuos.

El manejo de los residuos sólidos en Facatativá es insuficiente y deficiente, especialmente en lo que respecta a los residuos orgánicos urbanos. Las consecuencias de esta falta de manejo son múltiples, tales como, polución atmosférica debido a las emisiones de gases de efecto invernadero, contaminación del agua por lixiviados de los residuos orgánicos desechados en

rellenos sanitarios o vertederos a cielo abierto, y daños a la salud humana por la atracción de fauna nociva debido a la descomposición de los residuos orgánicos.

Este proyecto tiene como objetivo diseñar un modelo de gestión de residuos orgánicos para el municipio de Facatativá. Al separar los residuos en origen, se logra reducir el volumen de basura y se facilita el reciclaje de materiales como cartón, vidrio y metal al no estar contaminados con residuos orgánicos. Estas prácticas benefician a todas las partes involucradas y se enmarcan en un modelo de economía circular, promoviendo el uso eficiente y sostenible de los recursos.

El proyecto contribuye a mejorar el medio ambiente local al reducir la cantidad de residuos orgánicos que se envían a los vertederos, creando entornos más limpios y saludables para los residentes locales. Además, al disminuir la cantidad de residuos que deben ser transportados y tratados en vertederos municipales, se pueden reducir los costos asociados con la gestión de residuos sólidos. Esto permite que estos recursos puedan ser destinados a otras necesidades de la comunidad, como educación, salud o infraestructura.

El abono orgánico producido a partir de los residuos orgánicos recolectados es una fuente valiosa de nutrientes para el suelo. Esto puede beneficiar a los agricultores locales al mejorar la fertilidad y la calidad del suelo, lo que a su vez puede aumentar la productividad de los cultivos y la seguridad alimentaria de la región.

La participación en programas de separación y recolección de residuos orgánicos puede fomentar un mayor sentido de responsabilidad ambiental y comunitaria entre los residentes. Estos programas educan sobre la importancia de la gestión de residuos y la conservación del



medio ambiente, lo que puede llevar a cambios positivos en los comportamientos y hábitos de consumo de la comunidad en general.

## **2. Revisión de literatura académica**

En el contexto global actual, la gestión de Residuos Sólidos Municipales (RSM) y, en particular la gestión de los Residuos Orgánicos (RO), representan desafíos significativos para la sostenibilidad ambiental y el bienestar humano. En este marco teórico, se explorarán diversos aspectos relacionados con la generación, gestión y aprovechamiento de los residuos sólidos municipales, con un enfoque especial en los residuos orgánicos. Se abordarán conceptos clave, como sostenibilidad, impacto ambiental, políticas de gestión de residuos y tecnologías de tratamiento. Además, se analizarán casos de éxito y desafíos en la implementación de programas de gestión de residuos, con el objetivo de proporcionar una visión integral y fundamentada en el diseño de un modelo de gestión de residuos orgánicos sostenible en el municipio de Facatativá, Cundinamarca.

### **2.1 La materia orgánica (MO)**

La materia orgánica (MO) desempeña un papel fundamental en los ecosistemas agrícolas y es esencial para preservar la salud del suelo. Además de influir en la estructura física del suelo, la MO también favorece cambios positivos en las poblaciones microbianas. Sin embargo, en entornos de cultivo intensivo, se ha observado una preocupante disminución de la MO, lo que afecta la fertilidad biológica y la calidad del suelo. Este fenómeno se debe a prácticas como la explotación excesiva, la falta de rotación de cultivos, la intensa y frecuente labranza del suelo, así como el uso extendido de fertilizantes sintéticos (Campoamor, 2023).

#### ***2.1.1 Beneficios de la materia orgánica***

## 2.2 Generación de residuos

La generación de residuos sólidos es una problemática global que afecta tanto a los países desarrollados como a los países en vías de desarrollo. A medida que la población mundial crece y las ciudades se expanden, la cantidad de desechos producidos aumenta de manera significativa.

Según el Banco Mundial (The World Bank/IBRD.IDA., 2022), el mundo genera 2010 millones de toneladas de desechos sólidos municipales anualmente, y al menos el 33 por ciento de esa cantidad (de manera extremadamente conservadora) no se gestiona de manera ambientalmente segura. En todo el mundo, los residuos generados por persona por día promedian 0,74 kilogramos, pero varían ampliamente, de 0,11 a 4,54 kilogramos. Aunque sólo representan el 16 por ciento de la población mundial, los países de altos ingresos generan alrededor del 34 por ciento, o 683 millones de toneladas de los desechos del mundo.

## 2.3 Relación entre residuos municipales y sostenibilidad

La gestión de los residuos sólidos municipales y la protección del suelo están intrínsecamente ligadas al concepto de sostenibilidad, el cual varía en interpretación según el contexto (López M, 2018). Actores clave como la administración pública, las empresas y los ciudadanos juegan un papel fundamental en la generación y gestión de los RSM, con implicaciones ambientales, económicas y sociales. Es esencial cumplir con las normativas legales, evaluar los costos y beneficios de las opciones de gestión y aplicar principios de sostenibilidad para minimizar la generación de residuos y prevenir la contaminación ambiental.

La utilización de un ecosistema, actual y local, de forma sostenible implica que se beneficie a las generaciones presentes sin poner en riesgo la capacidad de atender las demandas de generaciones futuras o de poblaciones de otras áreas. Este concepto se debe aplicar a la

gestión de los residuos orgánicos de forma que se optimicen los recursos reduciendo la generación de desechos y reciclando lo más posible los que no se puedan evitar, y se usen los sistemas de tratamiento que disminuyan el impacto causado en los diferentes compartimentos ambientales. Para implementar esta visión de gestión se debe prevenir que se impongan intereses que ignoren la verdadera causa del problema y la variedad de soluciones que se deben analizar y valorar con objetividad y con el criterio de la sostenibilidad.

#### **2.4 Impacto de los residuos orgánicos en el medio ambiente**

La gestión inadecuada de los residuos orgánicos municipales (ROM) puede tener efectos negativos en el medio ambiente, especialmente en términos de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminación del suelo y agua. La disposición de residuos orgánicos municipales en vertederos, especialmente en países en desarrollo, contribuye significativamente al calentamiento global y la degradación ambiental. Por lo tanto, es imperativo implementar estrategias efectivas para la gestión de residuos orgánicos municipales que minimicen su impacto ambiental y promuevan la sostenibilidad.

La disposición inadecuada de desechos orgánicos en los países en desarrollo genera una serie de problemas ambientales, que en Colombia representan aproximadamente el 60% de los Residuos Municipales, debido a que los residuos orgánicos se descomponen sin oxígeno cuando se tiran en vertederos (en condiciones anaeróbicas); lo que genera producción de gases de efecto invernadero como el metano, dióxido de carbono entre otros, que contribuyen significativamente al calentamiento global (El-Fadel & Massoud, 2000). Adicionalmente, los vertederos existentes se están quedando sin capacidad de almacenamiento debido al volumen que reciben a diario de residuos no separados; además, no podemos seguir malgastando tierras valiosas construyendo

nuevos vertederos. En los países pobres, los vertederos construidos correctamente son escasos y la incineración no es una opción por su alto costo económico y además es perder el potencial agronómico de los residuos orgánicos. La falta de una visión compartida de los gobiernos, el sector privado y los ciudadanos en el manejo de los desechos orgánicos es una barrera que impide este potencial para gestionar y valorizar los desechos orgánicos por separado. La inercia, la falta de comprensión, la falta de infraestructura adecuada, la deficiente planificación estratégica, la ausencia de sistemas de información, la falta de organización de programas y procesos de gestión de residuos y sumado el enfoque actual de las tarifas, hacen que la tarea sea aún más crítica.

## **2.5 Contribuciones positivas del reciclaje de residuos orgánicos**

El reciclaje de residuos orgánicos a través de métodos como el compostaje y la digestión anaerobia (bio-metanización o producción de gas) puede generar beneficios ambientales significativos. Estos métodos no solo reducen la contaminación del aire, el agua y la tierra, sino que también producen productos útiles como biogás y compost, que pueden utilizarse como fuentes de energía renovable y fertilizantes agrícolas, respectivamente. Otra forma de tratamiento es a través de la digestión anaerobia, como una forma de tratamiento biológico que permite la estabilización y el reciclaje de los residuos orgánicos. Estos residuos son descompuestos por microorganismos sin oxígeno y se genera biogás. El biogás se usa en motores de cogeneración para producir electricidad y calor. Al degradar los residuos orgánicos, se emite dióxido de carbono, que es un gas de efecto invernadero mucho menos potente que el metano que se produce en los vertederos(*Eurostat Atatistics Explained, 2023*).

## 2.6 Potencial de la digestión anaerobia y generación de biogás

La digestión anaerobia es una forma efectiva de tratamiento biológico que permite la estabilización y reciclaje de los residuos orgánicos, generando biogás como subproducto (Molla et al., 2023). Este biogás puede utilizarse como una fuente limpia y renovable de energía, lo que contribuye a la mitigación del cambio climático y la construcción de un futuro más sostenible.

La gestión de residuos municipales y la protección del suelo están relacionadas con el concepto de “sostenibilidad”, que tiene diferentes interpretaciones según el contexto. La administración pública, las empresas y los ciudadanos son actores clave en la generación y gestión de los residuos municipales, que tienen consecuencias ambientales, económicas y sociales. Por eso, es importante conocer y cumplir las normas legales, y evaluar los costos y beneficios de las diferentes opciones de gestión (López M, 2018), una de ellas es el aprovechamiento de la Fracción Orgánica de los Residuos Orgánicos Municipales, que se puede transformar en energía y/o compost mediante procesos como la digestión anaerobia, compostaje y otros. El compostaje contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, y el subproducto “compost” tiene un papel relevante en el complemento nutricional del suelo y sus funciones.

La protección del suelo encabeza de la administración, los agricultores y los ciudadanos en general, impacta directamente la calidad de los alimentos y el estado de los ecosistemas. La gestión de los residuos orgánicos puede tener efectos positivos o negativos para el medio ambiente, según se respeten o no los principios de sostenibilidad en aspectos como el transporte, las instalaciones y el destino de los materiales. Ante los distintos intereses y el incremento en la producción de residuos orgánicos, es fundamental aplicar los principios de sostenibilidad para

minimizar su generación, optimizar su gestión y prevenir la contaminación del medio ambiente (López M, 2018).

Una de las prácticas más comunes utilizadas hoy en día es utilizar el vertedero para la eliminación de los residuos orgánicos, algo que no contribuye de manera alguna puesto que además de agotar los recursos, aumenta los desafíos ambientales, lo que busca esta investigación es diseñar un modelo de gestión de residuos orgánicos municipales para el municipio de Facatativá Cundinamarca, con el fin de redirigir la atención hacia los residuos orgánicos, identificar desafíos y buscar una solución eficaz; debido a que en la actualidad se evidencia un comportamiento poco ético y la ausencia de participación y compromiso en las actividades que involucran al consumidor-hogar, que se comporta como un actor ajeno a esta problemática. (Kharola et al., 2022)

## **2.7 Implementación de programas de recompra de residuos orgánicos**

Los programas de recompra de residuos orgánicos son una estrategia innovadora para la gestión de residuos en países en desarrollo. Estos programas involucran la recolección separada en origen y la búsqueda de mercados estables para los productos derivados de los residuos orgánicos. La implementación exitosa de estos programas requiere intervenciones políticas y la participación de la comunidad, pero puede generar beneficios económicos, sociales y ambientales significativos.

Los residuos que generamos a diario se pueden clasificar en dos tipos principales. El primer tipo son los residuos no biodegradables, como plásticos, metales, vidrio y otros objetos domésticos. El segundo tipo son los residuos biodegradables, que comprenden restos de comida, cáscaras de frutas y verduras, hojas secas, etc. Los residuos sólidos se suelen manejar de manera

eficiente en los países desarrollados. Los países en desarrollo a menudo importan tecnologías de gestión de residuos muy sofisticadas y complejas que han sido exitosas en los países desarrollados. Sin embargo, estas soluciones a menudo no son sostenibles debido a la falta de capacidad y a la incompatibilidad de intentar construir sistemas en contextos diversos. Varios autores han estudiado soluciones de separación y reciclaje de residuos orgánicos y de residuos sólidos totales, en países en desarrollo (Hettiarachchi et al, 2018) sin embargo, a pesar de un futuro prometedor, los residuos orgánicos biodegradables incluyen los desechos de jardín, los desechos de alimentos, el carbono degradable y otros productos de origen animal y vegetal.

## **2.8 Aprovechamiento de residuos orgánicos**

La presencia de materia orgánica (MO) resulta fundamental para mantener el equilibrio en los ecosistemas agrícolas y preservar la salud de los suelos. Más allá de su influencia en la estructura física del suelo, la MO puede también favorecer cambios positivos en las poblaciones microbianas. En entornos de cultivo intensivo, se observa una preocupante disminución de la materia orgánica, lo que conlleva una merma en la fertilidad biológica y la calidad del suelo. Este fenómeno se debe a prácticas como la explotación excesiva, la falta de rotación de cultivos, la intensa y frecuente labranza del suelo, así como el uso extendido de fertilizantes sintéticos. (Campoamor, 2023)

Así entonces, la gestión adecuada de residuos orgánicos puede tener un efecto positivo en el medio ambiente. El reciclaje de residuos orgánicos mediante métodos como la digestión anaerobia puede generar energía en forma de biogás. El reciclaje de residuos orgánicos tiene como beneficio principal que disminuye la contaminación del aire, el agua y la tierra al evitar problemas como los malos olores y las emisiones de gases. El reciclaje de residuos orgánicos



también reduce la cantidad de basura que se queda en procesos menos eficientes como la eliminación y la incineración. La estabilización de residuos orgánicos por medio del compostaje aporta valor al incrementar el contenido de nutrientes y la posibilidad de usarlos como fertilizante en la agricultura. Los biofertilizantes para el suelo hechos mediante un proceso de reciclaje mejoran la calidad del suelo, lo que favorece la fertilidad del suelo y el desarrollo de las plantas.

El reciclaje de residuos orgánicos también potencia conceptos populares como la producción más limpia, las políticas de cero residuos, la sostenibilidad y la economía circular (EC) de base biológica (Kumar et al., 2017)

La generación de biogás desempeña un papel crucial en la búsqueda de soluciones sostenibles para el planeta, (Molla et al., 2023) se obtiene a partir de la descomposición anaeróbica de materia orgánica, como residuos agrícolas, estiércol animal y desechos orgánicos municipales. Al convertir estos materiales en biogás, se genera una fuente de energía limpia y renovable, representa un paso significativo hacia la mitigación del cambio climático y la construcción de un futuro más sostenible para el planeta.

## **2.9 Fases de aprovechamiento de los residuos orgánicos**

### ***2.9.1 La separación de residuos en la fuente***

Aprovechar plenamente la alta proporción de residuos orgánicos en los RSU y los mercados laborales económicos disponibles en los países en desarrollo es esencial. Un enfoque prometedor es establecer programas de recompra de desechos orgánicos, centrados en la recolección separada en origen y la búsqueda de mercados estables para los productos derivados. El compostaje y la producción de biogás son opciones destacadas, sin embargo, se requieren



intervenciones políticas para respaldar estos programas, desde la recolección hasta la comercialización. La implementación de centros de recompra de desechos orgánicos puede incentivar la separación en la fuente, promoviendo así el reciclaje y facilitando la labor de los recicladores. Ejemplos como el programa Green Container en Cajicá, Colombia, y los centros de recompra en Sudáfrica, sugieren que este concepto puede implementarse con relativa facilidad. Esta estrategia no solo beneficia al medio ambiente, la economía y la sociedad, sino que también contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, como el hambre cero, la energía limpia, la acción climática, el agua potable, las ciudades sostenibles y comunidades (Hettiarachchi et al., 2018)

En muchos países en desarrollo, la falta de separación en la fuente obstaculiza la mejora de la gestión de los residuos municipales a través del reciclaje y la recuperación. El reciclaje y la recuperación antes de la eliminación reducen la cantidad de residuos necesarios para un tratamiento adicional y pueden generar ingresos adicionales. Aunque el reciclaje formal es poco común debido a la falta de SF, el reciclaje informal es común en todo el mundo en desarrollo. Los recicladores informales desempeñan un papel significativo en el reciclaje y la economía circular, aunque su contribución suele subestimarse debido a la falta de datos. Es esencial considerar su presencia y contribución al lanzar nuevos proyectos de gestión de residuos, ya que una eliminación abrupta de sus servicios podría tener un impacto negativo en las economías locales. Por otro lado, el sector informal ofrece una mano de obra rentable para cualquier nuevo programa de gestión de residuos si se incorpora cuidadosamente en el diseño del proyecto.

En esencia, un programa de recompra implica recuperar ciertos elementos de los usuarios a cambio de incentivos. Se destaca la fortaleza inherente a los Residuos Sólidos Municipales

(RSU) en países en desarrollo, donde suele existir un alto contenido orgánico. Esta fracción orgánica puede ser una fuente valiosa de nutrientes para la agricultura o de energía a través del biogás. Además, se puede aprovechar la mano de obra económica disponible en estos países para actividades de clasificación y reciclaje de residuos. Este enfoque también reconoce el papel importante que desempeña el sector informal, especialmente los recicladores, en el proceso de reciclaje, una dimensión que frecuentemente se pasa por alto en las métricas desarrolladas por países más avanzados.

No obstante, los desafíos están arraigados en la incapacidad de establecer un sistema operativo dentro de los límites financieros, incluyendo tecnologías accesibles y medidas de control sostenibles. Aunque muchos países tienen marcos legales para la gestión de residuos municipales, la falta de aplicación y seguimiento dificulta alcanzar los objetivos deseados. La simple existencia de leyes y reglamentos no es suficiente si no se hacen cumplir; se requieren medidas adicionales para motivar a todas las partes interesadas. La combinación adecuada de gobernanza e incentivos, a menudo denominada incorrectamente como el enfoque del "palo y la zanahoria", se considera crucial para una gestión exitosa de los Residuos Municipales. Esto implica introducir incentivos junto con las normativas existentes, con el objetivo de fomentar el cumplimiento a un costo mínimo para la sociedad (Hettiarachchi et al., 2018)

La idea de implementar programas de recompra de residuos orgánicos como una estrategia innovadora en la gestión de residuos municipales en países en desarrollo, a pesar de la existencia de programas de recompra para otros tipos de residuos, los residuos orgánicos, que representan la fracción más grande en muchos países en desarrollo, han sido pasados por alto en este enfoque.

Si enseñamos a la gente a separar los residuos orgánicos, eso les facilitará gestionar todo lo demás. Un cubo de residuos sin nada orgánico: estaría limpio y se podría ver claramente lo que hay dentro. Esto hace que sea más fácil reciclar, tener un cubo de residuos limpio con cosas que se pueden separar es útil para los recicladores; además, la idea de recomprar residuos orgánicos también puede crear empleo. En los países en desarrollo, la mano de obra es barata y ya hay muchas personas involucradas en el negocio de los residuos, como los recolectores informales, ellos comprenden el reciclaje y sus ventajas y los programas de recompra podrían emplear a estas personas, lo que sería beneficioso para todos.

### ***2.9.2 El Compostaje***

El compostaje es un proceso biológico natural en el cual los microorganismos descomponen materia orgánica, como restos de alimentos, hojas, ramas y otros desechos vegetales, para producir compost, un material orgánico rico en nutrientes que se puede utilizar como abono para mejorar la calidad del suelo.

Durante el proceso de compostaje, los microorganismos, como bacterias, hongos y lombrices, descomponen la materia orgánica en presencia de oxígeno, generando calor y descomponiendo los materiales en compuestos más simples y estables. Este proceso ayuda a reducir la cantidad de residuos orgánicos que van a parar a los vertederos, disminuyendo la emisión de gases de efecto invernadero y contribuyendo a la sostenibilidad ambiental.

El compostaje es una práctica sostenible y beneficiosa para el medio ambiente, ya que no solo reduce la cantidad de residuos que se generan, sino que también produce un fertilizante natural que puede mejorar la estructura del suelo, aumentar su capacidad de retención de agua y nutrientes, y promover la salud de las plantas.

En el contexto del modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, el compostaje se presenta como una técnica clave para la gestión adecuada de los residuos orgánicos y la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> (Castañeda y Rodríguez, 2017)

La lombricultura es un proceso de compostaje que utiliza lombrices para descomponer materia orgánica y convertirla en un abono orgánico de alta calidad llamado vermicompost. En el estudio proporcionado, se evaluaron dos tipos de vermicompost, uno con fibra de coco como material de cama y otro con papel cartón. Estos vermicompost se produjo alimentando a las lombrices con residuos de la cocina de una universidad. Los resultados mostraron que el vermicompost con fibra de coco proporcionó un mayor suministro de nutrientes para el crecimiento de las plantas en comparación con el vermicompost con papel cartón.

La lombricultura es un método sostenible para reciclar residuos orgánicos y producir un fertilizante natural que es beneficioso para el suelo y las plantas. Además, el vermicompost resultante tiene una alta disponibilidad de nutrientes, lo que lo hace adecuado para su uso en la agricultura urbana y la producción de alimentos sostenibles (Schröder et al., 2021)

### ***2.9.3 La digestión anaerobia (Biodigestores)***

De acuerdo con Montes C (2018), la digestión anaerobia es un proceso biológico en el cual la materia orgánica se descompone en ausencia de oxígeno para producir biogás, principalmente metano y dióxido de carbono. Este proceso se lleva a cabo en ausencia de oxígeno, en un ambiente anaeróbico, por medio de la acción de microorganismos llamados bacterias anaerobias.

La digestión anaerobia es un proceso importante en la gestión de residuos orgánicos, ya que permite la producción de biogás, que puede ser utilizado como fuente de energía renovable.

Además, este proceso contribuye a la reducción de la contaminación ambiental al evitar la emisión de metano, un gas de efecto invernadero, a la atmósfera (Montes, 2018).

Durante la digestión anaerobia, la materia orgánica se descompone en etapas, donde diferentes grupos de bacterias realizan distintas funciones. En general, el proceso consta de cuatro fases: hidrólisis, acidogénesis, Acetogénesis y metanogénesis, que se describen a continuación:

**2.9.3.1 Hidrólisis.** En esta etapa, las moléculas grandes de materia orgánica se descomponen en moléculas más simples como azúcares, aminoácidos y ácidos grasos mediante la acción de enzimas.

**2.9.3.2 Acidogénesis.** Los productos de la hidrólisis se convierten en ácidos orgánicos más simples, como ácido acético, ácido butírico y ácido láctico, por bacterias ácido génicas.

**2.9.3.3 Acetogénesis.** En esta fase, los ácidos orgánicos se convierten en acetato, hidrógeno y dióxido de carbono por bacterias acetogénicas.

**2.9.3.4 Metanogénesis.** Finalmente, las bacterias metanogénicas convierten el acetato, el hidrógeno y el dióxido de carbono en metano y dióxido de carbono, produciendo biogás.

## **2.10 Ejemplos de implementación exitosa del manejo de residuos orgánicos**

Veamos algunos casos de éxito de municipios y ciudades que han implantado el reciclaje de residuos orgánicos.

### ***2.10.1 Caso exitoso en Colombia***

El aumento de la población y, en consecuencia, la generación de residuos han sido un desafío para Cajicá (El Tiempo, 2017) Según el censo de 2005, la población era de alrededor de 45.000 habitantes y se esperaba que alcanzara los 60.000 para 2018, con el 63% viviendo en

áreas urbanas. La clase media también está en crecimiento. Esto ha llevado a un aumento en la producción de residuos por persona: en 2009, cada habitante producía 0.58 kg de residuos al día, y para 2014, esta cifra subió a 0.84 kg. Desde el inicio del programa, la recuperación de residuos orgánicos ha aumentado significativamente, pasando de 768 toneladas en 2009 a 2364 toneladas en 2014. Este incremento ha tenido un impacto positivo en la disminución de residuos en vertederos. Sin embargo, el crecimiento poblacional y la generación de residuos por persona plantean desafíos para el programa actual, que depende en gran medida de la recolección puerta a puerta y educación. El aumento de la población requerirá una estrategia más sostenible en el futuro. Capacitar a los residentes para que lleven sus desechos orgánicos a los centros de compra puede aliviar la carga financiera del programa y alentar la participación comunitaria. En Cajicá, la separación de residuos en origen ha sido bien aceptada, y el municipio ha establecido un sistema de recompensas donde los residentes reciben abono mensualmente a cambio de sus desechos.

### ***2.10.2 Caso exitoso en Sudáfrica***

El caso sudafricano de los centros de recolección de materiales reciclables, conocidas como BBC ((Hettiarachchi et al., 2018)) cuentan con la infraestructura y el modelo de negocio adecuados para integrar los residuos orgánicos en su sistema de recolección. Las BBC ya operan bajo un modelo de "compra y venta de residuos", por lo que pueden aplicar este conocimiento para encontrar formas eficientes de recolectar y luego vender los residuos orgánicos. En lugar de encargarse del compostaje o la producción de biogás, seguirán actuando como intermediarios y centros de acopio. Lo que necesitarán ajustar es cómo almacenan los materiales recolectados, ya que los residuos orgánicos pueden presentar problemas de olor e higiene. Para resolver esto,

tendrán que reducir el tiempo de almacenamiento de los productos orgánicos y coordinar con los compradores para establecer horarios óptimos de recogida y entrega.

### 3. Metodología

Esta investigación adopta una postura filosófica constructivista, que reconoce la importancia de comprender los fenómenos sociales y ambientales desde múltiples perspectivas y contextos. Se reconoce la naturaleza dinámica y multifacética de la gestión de residuos, y se busca construir conocimiento a través del diálogo entre teoría y práctica, involucrando a los actores relevantes en el proceso de investigación.

#### 3.1 Enfoque y alcance de la investigación

**Enfoque.** El enfoque de la investigación es de carácter cualitativo, ya que, de acuerdo con Roberto Hernández Sampieri, se centra en comprender las opiniones, actitudes, motivos, comportamientos y expectativas de los actores involucrados en la gestión de residuos sólidos en Facatativá. Este enfoque prescinde del uso de números y hechos concretos, porque el interés principal radica en la profundización cualitativa de las percepciones individuales y la captura de matices que no serían evidentes con un enfoque cuantitativo. Así, se busca obtener insights valiosos para la formulación de recomendaciones y estrategias de mejora contextualizadas y pertinentes para la problemática abordada. (Sampieri & Mendoza Torres, 2018)

**Alcance.** El alcance de esta investigación se define como descriptivo, ya que su objetivo principal es describir las representaciones subjetivas que emergen del manejo de los residuos orgánicos en el municipio de Facatativá. Este enfoque permite explorar detalladamente las percepciones, actitudes y experiencias de los diversos actores involucrados en la gestión de residuos, brindando una comprensión holística de la problemática. El carácter descriptivo de la



investigación proporcionará una visión enriquecedora y detallada de la situación actual, facilitando la identificación de áreas de mejora y la formulación de recomendaciones pertinentes para promover prácticas más sostenibles y eficientes en el manejo de residuos orgánicos en el municipio(Sampieri y Mendoza, 2018).

### **3.2 Diseño y corte de la investigación**

El corte de la investigación será transversal, permitiendo capturar una instantánea representativa de la situación actual de la gestión de residuos orgánicos en el municipio, así como identificar tendencias y patrones relevantes para una gestión más efectiva y sostenible.

### **3.3 Población**

La población objeto de estudio en esta investigación, son los residuos sólidos generados en el municipio de Facatativá. Comprende una amplia variedad de desechos, incluyendo residuos orgánicos, inorgánicos y de diversa índole, producidos tanto por hogares, comercios, industrias, instituciones educativas, considerando la totalidad de los residuos generados en el área de estudio. La naturaleza de esta población implica una amplia diversidad en cuanto a composición, cantidad y características físicas, químicas y biológicas. Así, la investigación se enfoca en comprender en profundidad los residuos sólidos, con el objetivo de desarrollar estrategias efectivas y sostenibles para la gestión responsable de residuos orgánicos en el municipio de Facatativá.

Facatativá es uno de los municipios del departamento de Cundinamarca y se encuentra ubicado a 36 km al noroeste de Bogotá. Abarca una extensión de 15,827.4 hectáreas, de las cuales 583.14 corresponden a área urbana, lo que representa un 4% del total del área, mientras



que las restantes 15,244.92 hectáreas son de carácter rural, comprendiendo el 96% del área total e incluyendo los centros poblados.

La población total según las proyecciones del DANE, en 2024, Facatativá tiene una población estimada de 171.926 habitantes, de estos, 88.135 son mujeres (51.3%) y 83.791 son hombres (48.7%),

**Tabla 1**

*Estratificación del municipio de Facatativá*

<b>Estrato</b>	<b>Nº Predios</b>
<b>1</b>	3.739
<b>2</b>	11.774
<b>3</b>	8.302
<b>4</b>	8.268
<b>5</b>	144
<b>6</b>	132
<b>Total, predios 37.198</b>	

Fuente: (Alcaldía de Facatativá, 2020)

En la tabla 1 podemos conocer la distribución de los predios por su respectivo estrato, según fuente de la alcaldía de Facatativá del 2020.

En el municipio de Facatativá, según datos proporcionados por (Calderón y Ospina, 2016), se generan mensualmente 121 toneladas de residuos sólidos. De esta cantidad, el 46.3%, es decir, aproximadamente 56 toneladas, corresponden a residuos orgánicos.

En cuanto a la caracterización de los residuos aprovechables, es decir el restante 52.7%, se ha realizado un estudio para identificar el porcentaje de materiales aprovechables. El cartón resultó ser el principal material en el proceso de aprovechamiento, representando el 60% del total.(Calderón y Ospina, 2016)

En lo que respecta a los porcentajes de los materiales recolectados, se encontró que el cartón constituye aproximadamente un 60%, el papel de oficina un 18%, el papel periódico un 5.5%, y el papel de revista un 5%. Otros materiales como vidrio, aluminio, bronce, cobre, TetraPak, PVC, soplado, CPU, monitores, cables, entre otros, conforman el resto de los porcentajes.(Calderón y Ospina, 2016)

Estos datos reflejan la importancia de las estrategias de gestión de residuos en Facatativá, y la necesidad de seguir trabajando en la reducción, reutilización y reciclaje de los residuos generados en el municipio.

La zona urbana de Facatativá se organiza en seis grandes zonas para su administración, que agrupan comunas, semicomunas y más de cien barrios con características sociales similares. estas zonas incluyen la zona de occidente, zona borde sur, zona periferia urbana, grandes zonas verdes, zona centro y zona residencial tradicional. La zona centro, compuesta por los barrios Centro y Chapinero, destaca como el centro político, administrativo, financiero y comercial de la ciudad. Por otro lado, la zona periferia urbana, ubicada al suroccidente, alberga dos grandes comunas, Cartagenita y Manablanca, caracterizadas por una alta actividad industrial y un sistema de servicios independiente. Además, la zona occidental se destaca como una de las más industrializadas, mientras que la zona sur se considera la más pobre y tradicional, con acceso complicado y ubicación al cruzar la vía férrea. La zona de las grandes zonas verdes se distingue

por su abundante vegetación, incluyendo el parque cercado de los zipas, y la zona residencial tradicional alberga a la clase social más alta de Facatativá, con importantes servicios y centros comerciales. (Alcaldía de Facatativá, 2020)

### 3.4 Instrumentos de recolección de información

La presente investigación se fundamenta en una cuidadosa selección de instrumentos de investigación destinados a obtener información precisa para su análisis. Los formatos I y V consisten en entrevistas semiestructuradas y estructuradas, diseñadas meticulosamente para abordar aspectos específicos del manejo de residuos orgánicos en el municipio de Facatativá y el diseño del modelo. Estos instrumentos poseen un propósito claro y definido, buscando recopilar información detallada sobre las prácticas, desafíos y perspectivas de diversos actores involucrados en la gestión de residuos orgánicos.

Además, se incluyen la ficha de lectura documental (Formato III), y el documento de observación estructurada (Formato II). Estos instrumentos complementarios permiten recopilar y analizar información proveniente de fuentes documentales, como informes técnicos, normativas, y registros observacionales en el contexto.

**Tabla 2**

*Relación de objetivos e instrumentos de recolección de información*

Objetivo	Variables	Técnica	Nombre del instrumento	Fuentes de información
Realizar un diagnóstico de la situación actual del manejo de	Composición de los residuos orgánicos	Entrevista Semi estructurada	Formato I: Entrevista semiestructurada a entidades municipales	Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Ambiental de Facatativá Empresa de servicio de recolección URBASER en Facatativá

<b>Objetivo</b>	<b>Variables</b>	<b>Técnica</b>	<b>Nombre del instrumento</b>	<b>Fuentes de información</b>
los residuos orgánicos en el municipio de Facatativá	Cantidad de residuos orgánicos generados	Revisión Documental	Formato III: Ficha de lectura documental	Tesis, artículos, PGIR 2023
	Origen de los residuos orgánicos			
Analizar las implicaciones económicas y sociales de las prácticas actuales en el manejo de los residuos orgánicos en el municipio de Facatativá.	Actividades existentes de aprovechamiento	Entrevista semiestructurada	Formato I: entrevista semiestructurada a entidades municipales	Empresa de servicio de recolección URBASER en Facatativá
	Costos económicos directos			
Formular estrategias sostenibles para la gestión de los residuos orgánicos en el municipio de Facatativá.	Equidad social	Observación estructurada	Formato II: Observación estructurada	Diferentes sectores del municipio en área urbana como Cartagenita, barrio Centro y barrio Omnicentro
	Participación comunitaria			Generadores de residuos, colegios, grandes superficies, fruver y hogares
	Impacto en el turismo y el medio ambiente			
	Daños a la salud pública			
	Tendencias en aprovechamiento			
	Normativas y legislación.			
	Educación ambiental.	Entrevistas estructuradas	Formato V: Entrevista estructurada	Ingenieros ambientales, sanitarios, Magíster en gestión, tratamiento y valorización de residuos orgánicos.
	Desafíos en la recolección selectiva.			
	Gestión comunitaria.			
	Tecnologías de tratamiento			

### 3.5 Aplicación de los instrumentos

Para llevar a cabo la recolección de información en el marco de esta investigación, se diseñaron y aplicaron una serie de procedimientos rigurosos y estandarizados (Formatos I al VI). En primer lugar, se efectuaron entrevistas estructuradas, documentadas respectivamente en el Formato I como "Entrevista Semiestructurada Entidades Municipales" y en el Formato V como "Entrevista Estructurada ingenieros especializados en manejo de residuos". Estas entrevistas se realizaron en entornos adecuados, procurando la comodidad y privacidad de los entrevistados. Se dedicó un tiempo específico a cada sesión, adaptado a la disponibilidad y disposición de los participantes. Previo al inicio de cada entrevista, se proporcionó una explicación detallada del propósito de la investigación y se leyó el consentimiento informado de los participantes. Durante las entrevistas, se empleó una guía de preguntas cuidadosamente diseñada para abordar los objetivos específicos del estudio y recopilar la información relevante.

Además, se implementó la utilización de la Ficha de Lectura Documental (Formato III) para registrar los datos obtenidos de la revisión de una serie de documentos pertinentes que se listan a continuación:

Tesis: Plan de gestión integral de residuos sólidos del municipio de Facatativá departamento de Cundinamarca.

Alcaldía Municipal de Facatativá, Actualización del plan de gestión de integral de residuos sólidos. PGIRS 2023.

Artículo: Sostenibilidad en la gestión de residuos orgánicos municipales.

Página Web: Comisión para la gestión Ambiental, Guía para la gestión sustentable de residuos orgánicos municipales en América del Norte.

Artículo: Generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU): análisis de una década de gestión en países de Europa y América.

Reportaje: La codigestión en una planta de digestión anaeróbica de fracción orgánica de residuos municipales en el marco de la economía circular producción de biogás y factores económicos.

Por último, se llevó a cabo una observación estructurada de los diferentes aspectos relacionados con la gestión de residuos sólidos en el municipio de Facatativá. Durante este proceso, se asignó un periodo de tiempo específico para la observación, durante el cual se registraron las observaciones relevantes en el Documento de Observación Estructurada (Formato II). Se analizaron detalladamente las prácticas de manejo de residuos orgánicos y su influencia en aspectos como los costos de gestión, el empleo, la salud pública, la calidad de vida y el tejido social de la comunidad, bajo las variables previamente establecidas.

En resumen, se adoptaron medidas meticulosas para garantizar la validez y confiabilidad de los datos recolectados en este estudio. Se respetaron los principios éticos en la interacción con los participantes y se aseguró el cumplimiento de los objetivos de investigación. Estas metodologías contribuyeron a la obtención de información detallada y significativa sobre las consecuencias económicas y sociales del manejo de residuos orgánicos en el municipio de Facatativá.

### **3.6 Consideraciones éticas**

La principal consideración ética en el diseño del modelo de gestión de residuos orgánicos para el municipio de Facatativá, en colaboración con UNIMINUTO, fue el firme compromiso con la protección del medio ambiente.

Esta consideración abarca el manejo adecuado de residuos, la reutilización de materiales y la promoción de una cultura de cuidado ambiental. Estas acciones éticas reflejan la responsabilidad social de UNIMINUTO y subrayan su compromiso con la preservación del entorno natural para las generaciones futuras.

El consentimiento informado (Formato IV) se leyó a los participantes antes de iniciar cualquier entrevista, en el que se explicó el propósito y alcance de la investigación, así como los derechos del participante.

### **3.7 Validación de los instrumentos**

La validación se llevó a cabo a través de la técnica, juicio de experto, que para el desarrollo de este proyecto de grado contó con la colaboración del Dr. PhD Hugo Alejandro Muñoz Bonilla. Administrador de empresas, docente investigador, quien a su juicio estimó que los instrumentos propuestos contrastan con la investigación y la metodología cualitativa desde un enfoque analítico-crítico y desde su perspectiva resultan aceptables (Anexo I).

### **3.8 Registro y análisis de información**

En la fase de trabajo de campo de la investigación sobre la gestión de residuos sólidos en Facatativá, se realizaron diversas actividades orientadas a recopilar información cualitativa sobre el manejo de estos residuos en la localidad. A través de entrevistas, observaciones y encuestas, se obtuvo una visión completa de los diferentes aspectos relacionados con la generación, composición, origen, estacionalidad y características socioeconómicas de los residuos sólidos en el municipio.

### ***3.8.1 Registro de la información***

De acuerdo con los productos obtenidos de la aplicación de los instrumentos, se realiza la aplicación de los formatos II y III, para obtener información primaria y secundaria de acuerdo con lo observado e investigado.

Para el caso de las entrevistas realizadas de manera virtual se realiza la transcripción de las conversaciones y se archivan las respuestas para ser posteriormente analizadas.

### ***3.8.2 Análisis de la información***

A partir del paso anterior, se procede al análisis y síntesis de la información para cada una de las variables a través una revisión minuciosa de todas las respuestas obtenidas, identificando patrones, tendencias y áreas de interés. Se presta especial atención a los detalles relevantes que puedan surgir durante el análisis.

## **4. Resultados**

Por medio de la revisión documental, la observación estructurada, la entrevista a expertos en el tema y la entrevista semiestructurada a entidades municipales se desarrollaron y alcanzaron los objetivos específicos de esta investigación. La entrevista semiestructurada consistió en realizar un acercamiento y entrevista virtual con profesionales de dos entidades de gran interés en el municipio de Facatativá, específicamente con la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente “SDA” con funcionario Alexander Morales y con URBASER, el prestador con mayor porcentaje de acción en materia de aseo a nivel municipal con la Ingeniera Angélica Pasos, asistente de sostenibilidad. La SDA es la oficina encargada de velar por el manejo adecuado de los residuos sólidos en el municipio, y de implementar algunos de los programas del



Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos “PGIRS” en materia de aprovechamiento y URBASER es la empresa de servicios públicos domiciliarios con mayor porcentaje de atención en el municipio de Facatativá para el servicio de aseo, por medio de los cuales se revelan aspectos interesantes del diagnóstico en el manejo de residuos en el municipio de Facatativá.

(Ver Anexo II)

#### **4.1 Diagnóstico de la situación actual del manejo de los residuos orgánicos en el municipio de Facatativá**

El diagnóstico se compone de la medición de cinco variables como son la composición de los residuos orgánicos, la cantidad de residuos orgánicos generados, el origen de los residuos orgánicos, las actividades existentes de aprovechamiento y los costos económicos directos. A continuación, se detallan los resultados para cada una de ellas.

##### ***4.1.1 Composición de los residuos***

De acuerdo con la revisión documental realizada (Anexo IV) se encontró en el documento “Plan de gestión integral de residuos sólidos del municipio de Facatativá, departamento de Cundinamarca, elaborado por Calderón & Ospina, en el año 2016, la caracterización de residuos en tres sectores importantes del municipio como el sector residencial, comercial e institucional para los residuos orgánicos, aprovechables y otros, como se relaciona en la tabla 3.

### **Tabla 3**

*Caracterización de los residuos sólidos urbanos en Facatativá*

Tipo de residuo	Sector residencial		Sector comercial		Sector institucional	
	%	Peso (Kg)	%	Peso (Kg)	%	Peso (Kg)
<b>Orgánicos</b>	48,5	142,5	10,7	1,8	11,0	5,7
<b>Papel</b>	7,8	23,0 1	19,5 3	3,6	36,5	19,1
<b>Cartón</b>	7,0	20,5	12,3	2,3	11,5	6,0
<b>Plástico</b>	13,7	40	40,5	7,4	24,0	12,5
<b>Metales</b>	0,0	0,0	0,5	0,08	0,0	0,0
<b>Icopor</b>	5,0	14,5	0,5	0,08	1,0	0,5
<b>Sanitarios</b>	10,5	31,0	5,0	0,9	10,5	5,4
<b>Tetrapack</b>	1,0	4,5	1,5	0,2	0,0	0,0
<b>R. especiales</b>	0,0	0,0	0,5	0,08	0,0	0,0
<b>Textiles</b>	1,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Vidrio</b>	1,0	3,0	0,0	0,0	2,5	1,4
<b>Madera</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Peligrosos</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Escombros</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>TOTAL</b>	100,0	292,5	100,0	18,0	100,0	54,9

Fuente: (Calderón & Ospina, 2016)

De acuerdo con la anterior información, se evidencia que el sector residencial presenta el mayor porcentaje de residuos orgánicos, con un 48,5%, seguido del sector institucional con un 11% y por último el sector comercial con un 10,7%, lo que indica que los hogares Facatativeños, son los de mayor generación de residuos de esta clase.

#### ***4.1.2 Cantidad de residuos***

Los habitantes del municipio de Facatativá están generando aproximadamente 82 toneladas de residuos al día que van dirigidas al relleno sanitario nuevo Mondoñedo ubicado en el Municipio de Bojacá, Cundinamarca. De esta cantidad aproximadamente el 48,5% son residuos orgánicos de acuerdo con la última caracterización de residuos realizada por Calderón en 2016, ya que el municipio no ha adelantado ni registrado caracterizaciones de residuos más recientes. El porcentaje restante de residuos está compuesto por plásticos, papel, cartón y vidrio en su mayoría. Se identifican grandes generadores de residuos como el cantón militar, la escuela de carabineros, las tiendas de grandes superficies (Zapatoca, Mercacentro, Cencosud, Plazas de mercado) y los cultivos de los alrededores.

#### ***4.1.3 Origen de los residuos orgánicos***

De acuerdo con la revisión documental realizada por Calderón & Ospina, según su origen, los residuos sólidos pueden clasificarse en las siguientes categorías.

Residuos sólidos urbanos (RSU), los cuales están compuestos por residuos domésticos o residenciales, con alto contenidos de materia orgánica, debido a la dieta general de los facatativeños; los residuos comerciales, provenientes de establecimientos comerciales y mercantiles, como almacenes, hoteles, restaurantes, cafeterías, y mercados, en los cuales puede variar su composición de acuerdo con las características de cada negocio; los residuos sólidos institucionales, generados en instalaciones educativas, militares, penitenciarias, religiosas, y publicas como resultado de las actividades propias de estos entornos; los residuos sólidos industriales, que resultan de procesos industriales tales como la metalurgia, cosmética, petroquímica, floricultor, agroalimentaria, estos residuos son generalmente homogéneos en su

composición, según el tipo de establecimiento. Otros residuos que se generan en el municipio son residuos especiales (voluminosos), residuos de demolición y construcción (RCD), residuos peligrosos (patógenos, infecciosos, inflamables, tóxicos, entre otros)

#### ***4.1.4 Actividades existentes de aprovechamiento***

De acuerdo con la información aportada por los profesionales de cada una de las entidades en Facatativá no se cuenta con proyectos de aprovechamiento de residuos orgánicos específicamente, ya que las organizaciones de recicladores existentes y formalizadas se dedican a la recolección, acopio y venta de los materiales aprovechables de origen inorgánico como el plástico, papel, cartón, metal y vidrio. Se tienen 3 organizaciones de recuperadores formalizadas ante la municipalidad denominadas “Cooprecuperar Facatativá”, “Asotrebol” y “Árbol B” , que suman en total 198 recicladores, los cuales realizan recolección puerta a puerta distribuidos por zonas, en la misma frecuencia del vehículo recolector de las empresas de aseo en un horario previo que les permite recoger los residuos que han sido presentados de forma segregada por la comunidad y tratar de recuperar algunos materiales de las bolsas mezcladas. No obstante, en la actualización del PGIRS para el año 2019, se estableció el proyecto “Proyecto para la experiencia piloto de recolección, transporte y aprovechamiento de los residuos orgánicos provenientes de la plaza de mercado y residuos de corte de césped y poda de árboles” donde el municipio se comprometió a establecer, adquirir y adecuar el sitio para realizar esta actividad por medio de compostaje, sitio que fue adquirido, sin embargo, no se ha implementado dicho proyecto.

#### **4.1.5 Costos económicos directos**

En cuanto al costo económico del servicio público de aseo en el municipio, debido a la libre competencia, cada operador realiza el cobro a los usuarios a los que les presta el servicio. En el caso de URBASER, realizan el cobro mensual por barrido y limpieza, recolección, transporte, disposición final y aprovechamiento de residuos, dependiendo el estrato en el sector residencial, rondando entre los veintiún mil pesos mcte. (\$21.000) y setenta y cinco mil quinientos pesos mcte. (\$75.500); diferenciando también al sector comercial e industrial, que oscila entre sesenta y dos mil pesos mcte (\$62.000) y ochenta y nueve mil pesos mcte (\$89.000) aproximadamente. Es preciso señalar que el costo mensual asociado al aprovechamiento es tan solo de \$900 en promedio, sin variar entre los sectores, lo que se debe retornar a las cooperativas de recicladores debidamente formalizados según el reporte trimestral de aprovechamiento que realicen en la alcaldía municipal.

#### **4.2 Análisis de las implicaciones económicas y sociales de las prácticas actuales en el manejo de los residuos orgánicos en el municipio de Facatativá**

El desarrollo de este objetivo se logró mediante la observación estructurada (Anexo III) en diferentes puntos del municipio de Facatativá, así como también por medio del dialogo y visita a las instalaciones de los recicladores. A continuación, se desarrollan cada una de las variables evaluadas.

##### **4.2.1 Equidad social**

En el área urbana del municipio de Facatativá en condiciones generales se evidencia que cuenta con el servicio de recolección y transporte de residuos sólidos en todo el territorio, sin embargo, en varios sectores de la ciudad se encuentran puntos críticos debido a la deficiente

separación y presentación de los residuos por parte de los usuarios a la empresa de aseo, posiblemente por realizar la entrega en horarios no adecuados, lo que facilita la apertura de bolsas y riego de materiales en el suelo por parte de los habitantes de calle, caninos y/o recuperadores formales e informales en búsqueda de material aprovechable, ocasionando impacto visual, ambiental y sanitario para la salud de la comunidad en general y del medio ambiente. Se identifican puntos críticos en sectores del centro cerca de la plaza de mercado, en la carrera segunda con calle 13 esquina de los molinos, en la carrera 1 en la vía del ferrocarril, entre otros.

Así mismo, del conjunto residencial Omnicentro se evidenció la mezcla de los residuos sólidos domésticos arrojados por el shut de basuras de los edificios de apartamentos sin la separación debida en la fuente, donde el reciclador intenta recuperar parte de los residuos inorgánicos exponiendo su salud.

Por lo anterior, en diferentes escenarios se confirma que los recuperadores no cuentan con condiciones dignas laborales, un pago justo por sus servicios y mucho menos una remuneración mensual formal que les permita mejorar su calidad de vida, ni la de sus familias, siendo familias de bajos recursos las que se dedican a esta labor encontrando allí un pequeño ingreso para sobrevivir.

#### ***4.2.2 Participación comunitaria***

La participación comunitaria es ausente en materia de separación de residuos y cuidado del medio ambiente, dejándolo de lado siempre que no encuentre un beneficio económico puesto que priman los intereses particulares sobre los comunitarios; sumado a que se desconoce el impacto generado por sus propios residuos. Es común encontrar bolsas de residuos combinados

facilitando la contaminación cruzada por descomposición de orgánicos crudos o de residuos de alimentos cocidos, por lo que se evidencia que la comunidad desconoce la importancia de la separación o en su defecto la inconciencia ambiental supera los intereses comunitarios en esta materia.

#### ***4.2.3 Impacto en el turismo y el medio ambiente***

Dentro de las principales atracciones turísticas que tiene el municipio de Facatativá es el Parque Arqueológico Piedras del Tunjo, el cual se ha visto afectado por el mal manejo de los residuos en los alrededores, así como en otros lugares públicos como por ejemplo el parque Santander, el parque santa Rita, el parque principal y los terminales de transporte, se aprecia la acumulación de residuos, generando un impacto negativo en el turismo de la región. Estas condiciones contribuyen a la proliferación de vectores y malos olores, deteriorando la experiencia de los visitantes. El Parque arqueológico reconocido por su valor histórico y cultural, ha visto disminuida su capacidad de atraer turistas debido a la percepción de insalubridad y descuido ambiental, afectando tanto la reputación del lugar como el flujo económico que el turismo genera para la comunidad local.

#### ***4.2.4 Daños a la salud pública***

El mal manejo de los residuos orgánicos en el municipio de Facatativá representa un riesgo significativo para la salud pública. La acumulación inadecuada de estos desechos, especialmente en áreas urbanas y cercanas a zonas naturales, fomenta la proliferación de vectores como roedores, moscas y mosquitos, que pueden transmitir enfermedades infecciosas a la población. Entre las enfermedades más comunes asociadas a la descomposición de residuos orgánicos mal gestionados se encuentran la gastroenteritis, la fiebre tifoidea y diversas

infecciones dérmicas y respiratorias. Estos problemas de salud pública pueden ser especialmente graves en sectores vulnerables de la población, como niños, ancianos y personas con sistemas inmunológicos comprometidos.

### **4.3 Formulación de estrategias sostenibles para la gestión de los residuos orgánicos en el municipio de Facatativá**

Se realizaron entrevistas estructuradas con tres profesionales especializados en la gestión, tratamiento y valorización de residuos, con amplia experiencia en el sector del servicio público de aseo a nivel Distrital. La entrevista se basó en las seis variables de interés como las tendencias en aprovechamiento, la normativa y legislación, la educación ambiental, los desafíos en la recolección selectiva, la gestión comunitaria y la ingeniería del tratamiento de residuos, con el fin de conocer desde el punto de vista técnico las novedades en materia de gestión de residuos orgánicos. (Anexo VI)

#### **4.3.1 Tendencias en aprovechamiento**

A partir de su conocimiento y experiencia, los profesionales convergieron en que las tendencias actuales de aprovechamiento y valorización de residuos orgánicos a nivel global se centran en dos vías tecnológicas principales, la conversión biológica a través de la digestión anaerobia y la conversión térmica a través de procesos como la incineración, gasificación y pirólisis. La digestión anaerobia es ampliamente reconocida por su eficiencia en la generación de biogás (metano e hidrógeno), contribuyendo significativamente a la producción de energía renovable y a la economía circular. La conversión térmica, particularmente la incineración, ha ganado tracción a nivel global debido a su capacidad para gestionar grandes volúmenes de residuos y convertirlos en electricidad y calor. Colectivamente, estas tecnologías son



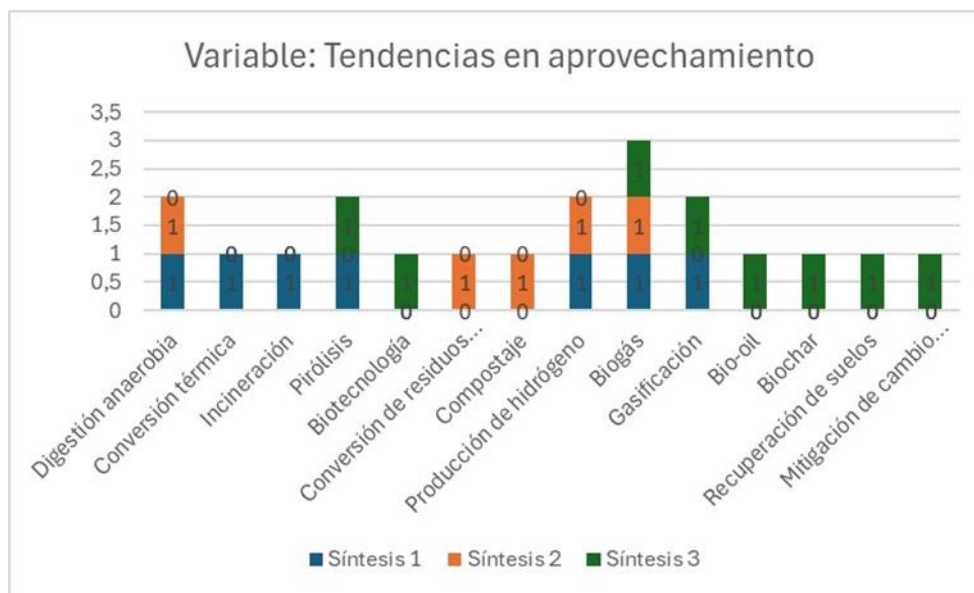
fundamentales para optimizar los procesos de gestión de residuos, maximizar la recuperación de energía y minimizar los impactos ambientales.

Asimismo, en Europa se evidencian grandes avances en la investigación para el tratamiento y valorización de residuos orgánicos de origen agroindustrial, agrícola y ganadero, para la producción de biocombustibles y abonos orgánicos a través de la biorrefinería y del compostaje, respectivamente. Estas tecnologías no solo buscan maximizar la eficiencia energética y económica, sino también mitigar los impactos ambientales negativos asociados con las emisiones de gases de efecto invernadero y la disposición final de residuos.

Otras tecnologías emergentes como la biotecnología y la pirólisis, aunque aún experimental y costosas, tienen un potencial considerable en el aprovechamiento de residuos orgánicos para la producción de energías renovables y subproductos de valor agregado, que van más allá de los biocombustibles, abarcando sectores como el envase, embalaje, química, farmacéutica, y cosmética. En la figura 1 se logra identificar que las tendencias de aprovechamiento de residuos orgánicos con mayor aplicabilidad son la digestión anaerobia, la pirolisis, producción de hidrogeno, producción de biogás y gasificación.

### **Figura 1**

*Diagrama de la síntesis de patrones de respuesta para la variable tendencias de aprovechamiento*



Fuente: Autor, 2024

#### 4.3.2 Normativas y legislación

En cuanto a normativa y legislación a nivel internacional los expertos mencionan que en la Unión Europea se evidencia un gran avance desde la clasificación e identificación no solo de residuos peligrosos, sino de todo tipo de residuos domésticos e industriales, conociendo en gran medida los datos de generación y gestión a partir de reportes estadísticos en páginas de información pública. Adicionalmente, desde años atrás ya han regulado las actividades de tratamiento de residuos, tales como, la incineración, el compostaje y otros tipos de tratamiento, con la meta de reducir en gran medida la cantidad de residuos llevados al vertedero. Una de las normas más recientes es la Directiva 2008/98/CE, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas, mencionando el término “biorresiduos”. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible “ODS” a nivel mundial pueden jugar un papel importante para la determinación de planes y programas de desarrollo de los entes territoriales, donde la gestión de residuos entra en

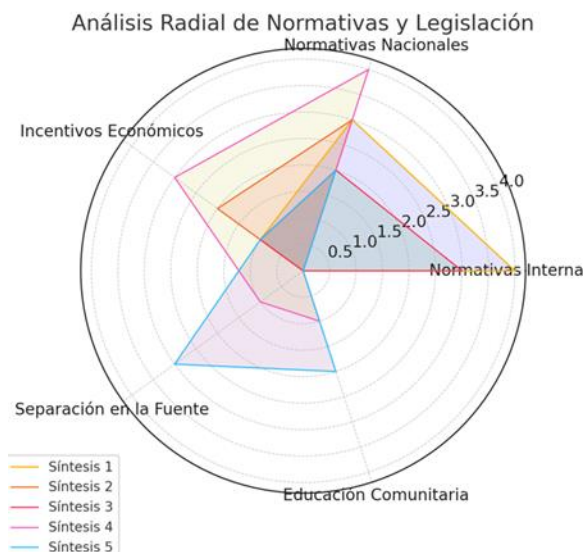
el Objetivo 12 “Producción y consumo responsable”, que va enfocado tanto a la reducción en la generación de residuos, como en el tratamiento, reciclaje y/o valorización de los residuos generados.

En Colombia, si bien se ha realizado la identificación, cuantificación y control en la gestión de los residuos peligrosos, no se realiza en la misma medida para los otros tipos de residuos orgánicos e inorgánicos que permitan la toma de decisiones en este ámbito. A nivel nacional, la evolución de la normatividad se puede catalogar en normatividad ambiental y normatividad de servicio, listando así las de mayor interés como: el Decreto Ley 2811 de 1974; Decreto 1024 de 1983; Ley 142 de 1994; Decreto 605 de 1996; Decreto 1713 de 2002, el cual incluyó el concepto de residuo aprovechable y no aprovechable, y la posibilidad de tratamiento y valorización, y estableció normas orientadas a reglamentar el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos ordinarios, en materias referentes a sus componentes, niveles, clases, modalidades, calidad, y al régimen de las personas prestadoras del servicio y de los usuarios; el cual fue modificado por el Decreto 1505 del 4 de junio de 2003, en relación con los PGIRS; la Resolución 1045 de 2003, por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los PGIRS, y se toman otras determinaciones; el Decreto 2981 de 2013, que deroga el decreto 1713 de 2012 y se enfoca en la prestación del servicio de aseo; el Decreto 2412 de 2018 con un incentivo al aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos; el Decreto 802 de 2022, por el cual se sustituye el capítulo 7, al título 2, de la parte 3, del libro 2, del Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, Decreto 1077 del 26 de mayo de 2015, que reglamenta parcialmente el artículo 88 de la Ley 1753 de 2015, en lo referente al incentivo al aprovechamiento de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones; la Guía Técnica

Colombiana “GTC 24 del 20 mayo de 2009 – ICONTEC” para la separación en la fuente y la Guía nacional para la adecuada separación en la fuente 2022 del DNP. Por último, pero no de menor interés esta la Resolución CRA 853 de 2018, que es el marco tarifario para la prestación del servicio público de aseo, el cual no incluye implícitamente el costo por tratamiento y/o valorización, sin embargo, los expertos tienen conocimiento de que existe el desarrollo de unos estudios para analizar la actividad de aprovechamiento, con la posibilidad de un nuevo marco tarifario que incluya este costo dentro de la tarifa pagada por el usuario final.

**Figura 2**

*Aplicación de normatividad existente relacionada con la gestión de residuos*



Fuente: Autor, 2024

Los principales desafíos en la implementación y cumplimiento de las normativas ambientales relacionadas con la gestión de residuos en el país revelan que es la falta de incentivos económicos adecuados para los gestores de residuos. El modelo actual incentiva la disposición final de residuos en vertederos, desincentivando la valorización y el

aprovechamiento, especialmente en el caso de los residuos orgánicos. Adicionalmente, la implementación de esta normatividad debe ir acompañada de alta capacitación y concientización a la ciudadanía y una buena infraestructura logística que permita llevar al éxito la aplicación de estas.

Por lo anterior, la legislación ambiental y de servicios públicos puede desempeñar un papel fundamental en la promoción de prácticas de economía circular y el desarrollo de tecnologías limpias en la gestión de residuos, siempre y cuando se respalde del compromiso político y administrativo, y además se aumente la efectividad de las normativas. Así mismo, es crucial que la legislación ofrezca incentivos económicos claros como la reducción de impuestos y apoyo financiero, para que las pequeñas y medianas empresas puedan adoptar prácticas sostenibles, y crear entornos competitivos donde la economía circular no solo sea viable sino también rentable, promocionando los subproductos derivados de estas nuevas prácticas de tratamiento y valorización de residuos.

#### ***4.3.3 Educación ambiental***

Respecto a las actividades de educación ambiental en el municipio, se identificó que los prestadores de servicio público de aseo y la alcaldía realizan capacitaciones de separación en la fuente en las instituciones educativas a través de la implementación de los Proyectos Ambientales Escolares “PRAE” y de los programas de PGIRS, sin embargo, no se evidencia que se realicen acercamientos puerta a puerta en los sectores residenciales con frecuencia y cotidianidad, lo cual no impacta directamente en la presentación de los residuos sólidos por parte de las viviendas ni del sector comercial.

La educación ambiental se presenta como un pilar fundamental en la formación de una ciudadanía consciente y comprometida con la gestión sostenible de los recursos y la reducción en la generación de residuos, fomentando prácticas como la separación correcta en la fuente y la valorización de los residuos. La educación ambiental como eje transversal debe fomentarse tanto en el sector productivo como en el hogar, culturizando a la comunidad y creando hábitos sostenibles desde la infancia, a partir de la adquisición responsable de productos hasta la debida separación en la fuente, especialmente de los residuos orgánicos que representan más del 50% en la dieta de los colombianos, facilitando incluso la recuperación de los residuos inorgánicos aprovechables.

En la actualidad, las estrategias pedagógicas para promover la educación ambiental en diferentes contextos desde el ámbito escolar hasta la capacitación laboral y comunitaria deben ser variadas y adaptadas a las características culturales y sociales del entorno en que se implementan. En el ámbito escolar como un espacio clave para iniciar la educación ambiental, la gamificación o enseñanza a través del juego, es una estrategia efectiva que puede hacer que los conceptos de gestión de residuos sean más accesibles y atractivos para los niños y jóvenes, facilitando la transferencia de estos a sus hogares, reeducando en cierta medida a los mayores.

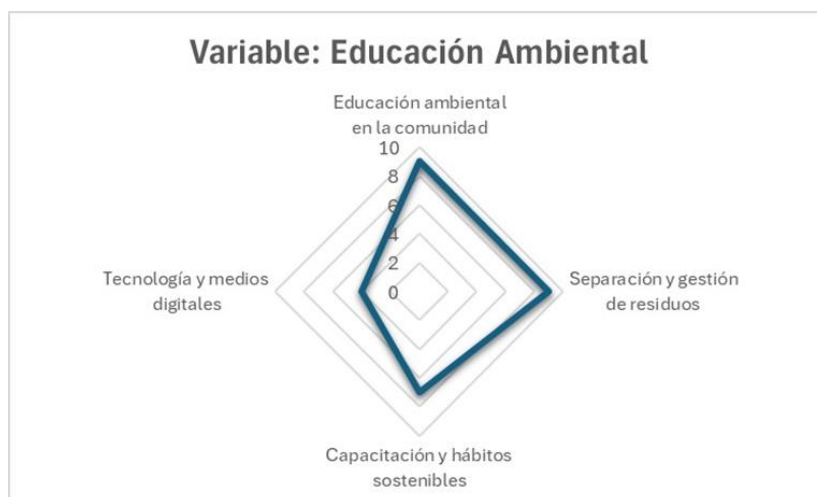
Una segunda estrategia mencionada es la implementación de incentivos y premios como motor de cambio, por buenas prácticas ambientales, los cuales pueden variar desde recompensas tangibles, bonos para transporte público o entradas a eventos, hasta reconocimientos sociales que aprovechan la naturaleza competitiva de los individuos; este enfoque tiene en cuenta las particularidades culturales y es visto como más efectivo que la simple imposición de sanciones.

Una tercera estrategia innovadora es la educación “casa a casa”, la cual busca involucrar a toda la comunidad en la gestión de residuos mediante un enfoque personalizado y constante. Esta estrategia puede incluir seguimiento y evaluación, así como sanciones educativas para quienes no adopten las medidas solicitadas, complementando así los incentivos y fomentando una comunidad activa y responsable.

Las tecnologías de la información y la comunicación son eficaces ya que permiten llegar a un mayor porcentaje de la ciudadanía tales como la televisión, radio y las redes sociales, dado que por estas se pueden enviar mensajes de educación ambiental, reconocimiento a los usuarios con prácticas sostenibles y proyectos que adelante la misma comunidad en relación con esta temática. En la figura 3 se evidencia que las variables de mayor interés para lograr una gestión integral de residuos orgánicos radican en la educación ambiental a la comunidad para que se generen hábitos sostenibles en la separación y gestión de residuos.

### Figura 3

*Variables de mayor interés en la educación ambiental para la gestión de residuos orgánicos*





Fuente: Autor, 2024

#### ***4.3.4 Desafíos en la recolección selectiva***

En la cotidianidad del sector residencial, se evidencia que hay comunidades que se preocupan por realizar la separación en la fuente como por ejemplo el barrio villa Sajonia y comunidades del área rural, sin embargo, el mayor porcentaje de la comunidad no segrega los residuos en la fuente y los presenta de forma combinada al recolector, complicando el aprovechamiento tanto de residuos orgánicos e inorgánicos por contaminación cruzada de estos materiales. En definitiva, la comunidad de Facatativá adolece de cultura ambiental y en el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos.

El diseño e implementación de sistemas de recolección selectiva de residuos enfrentan varios desafíos técnicos y logísticos interrelacionados. La correcta separación en la fuente es un prerequisite esencial, pero su éxito depende de una infraestructura adecuada que permita la clasificación y transporte de los residuos sin que estos se mezclen. Además, es crucial que el proceso cuente con el apoyo financiero necesario para ser sostenible a largo plazo, especialmente en áreas con recursos limitados.

Para superar estos desafíos, es fundamental fomentar una cultura ciudadana que comprenda y valore la importancia de la separación de residuos, lo que podría lograrse mediante programas educativos, la visibilidad de los beneficios ambientales, el monitoreo y corrección. Además, las empresas prestadoras de servicios deben estar preparadas para enfrentar los costos adicionales de la recolección selectiva, asegurando que estos no perjudiquen la viabilidad del servicio ni desmotiven a los usuarios.



En resumen, el éxito de los sistemas de recolección selectiva de residuos requiere un enfoque integrado que combine infraestructura, educación, sostenibilidad financiera y participación comunitaria, asegurando que todos los actores involucrados colaboren para lograr un manejo de residuos eficiente y efectivo.

Otro de los desafíos es la falta de infraestructura adecuada para la recolección y tratamiento de residuos orgánicos genera importantes impactos económicos y ambientales. Económicamente, se pierden oportunidades valiosas al no aprovechar los residuos orgánicos para la generación de subproductos como biogás y compost, lo que podría traducirse en ingresos y empleos. Ambientalmente, la carencia de infraestructura adecuada aumenta la dependencia de los rellenos sanitarios, contribuyendo a la emisión de gases de efecto invernadero, la contaminación del suelo y el agua, y la pérdida de biodiversidad.

Las tecnologías emergentes, como la automatización y la telemetría, tienen un potencial significativo para mejorar la eficiencia y efectividad de los sistemas de recolección selectiva de residuos. Estas herramientas permiten un control más riguroso y en tiempo real de los procesos, optimizando la logística de recolección, reduciendo costos y aumentando la eficiencia operativa. Además, pueden jugar un papel crucial en la concientización y participación de la comunidad, al permitir un monitoreo constante que motiva un comportamiento adecuado en la separación de residuos. La implementación de estas tecnologías puede incluir el uso de aplicaciones que recolectan y analizan datos para mejorar la sensibilización, el diseño de rutas de recolección más eficientes, y la automatización de puntos verdes que aseguran una recolección oportuna basada en la demanda. Estas innovaciones no solo mejoran la gestión de residuos, sino que también permiten un ahorro significativo de recursos y una mejor adaptación a las necesidades

específicas de cada comunidad, haciendo del sistema de recolección selectiva un proceso más sostenible y eficiente.

#### Figura 4

*Desafíos en la recolección selectiva de residuos orgánicos*



Fuente: Autor, 2024

En la figura 4 se evidencia que el mayor desafío para la recolección selectiva es contar con un sistema logístico robusto, así como la infraestructura y la sostenibilidad financiera, que va de la mano con los hábitos de la comunidad donde se quiere implementar.

#### 4.3.5 Gestión comunitaria

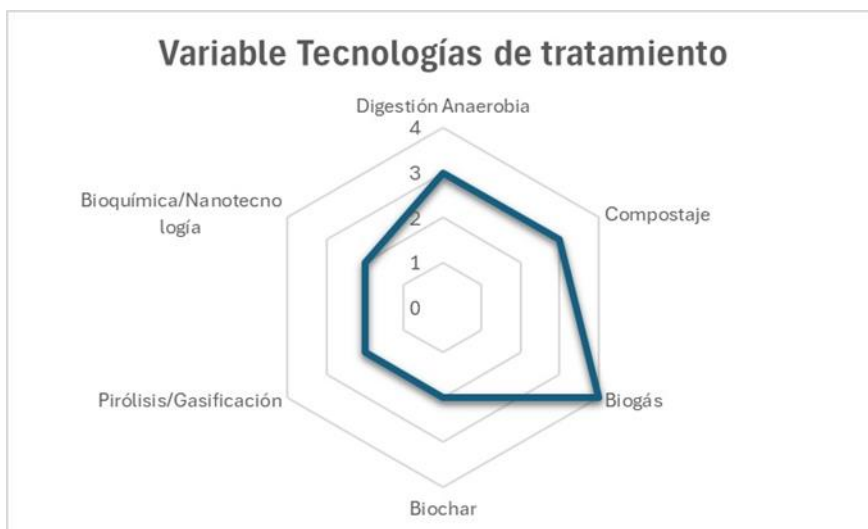
La participación comunitaria juega un papel crucial en el éxito de los programas de gestión de residuos a nivel local y regional. Tanto en el diseño como en la implementación y monitoreo de estas iniciativas, la comunidad debe estar activamente involucrada. Esta participación asegura no solo la correcta separación y disposición de residuos, sino también la sostenibilidad a largo plazo de las prácticas implementadas.

La inclusión de todos los actores locales, desde pequeños comerciantes hasta residentes, asegura que la gestión de residuos sea un esfuerzo colectivo. Además, la participación comunitaria puede ser una herramienta poderosa para generar proyectos sociales que también aporten beneficios tangibles a la comunidad. De esta manera, la gestión de residuos se convierte en un proceso integral que fortalece el tejido comunitario en su totalidad.

Las iniciativas de gestión comunitaria de residuos tienen un potencial significativo para promover la inclusión social y generar ingresos para grupos vulnerables, al tiempo que producen beneficios socioambientales. La inclusión de grupos vulnerables en estos programas se traduce en la generación de empleo y en la mejora de la calidad de vida de las comunidades, actuando como herramientas de empoderamiento social y económico para grupos que tradicionalmente han estado al margen de los beneficios del desarrollo. En la figura 5, se evidencia que la participación comunitaria es fundamental desde los diferentes puntos de vista, tanto desde la valorización de residuos, la inclusión social hasta los beneficios socioambientales.

### **Figura 5**

*Importancia de la gestión comunitaria en un modelo de gestión integral de residuos orgánicos*



Fuente: Autor, 2024

#### **4.3.6 Tecnologías de tratamiento**

En las tecnologías de tratamiento de residuos se mencionan la digestión anaerobia, el compostaje, la producción de biogás, la digestión en estado sólido y la producción de biochar. La digestión anaerobia se destaca por su capacidad para descomponer la materia orgánica en ausencia de oxígeno, produciendo biogás y digestato, los cuales tienen un valor económico y ambiental significativo. El compostaje, por su parte, transforma los residuos orgánicos en compost mediante un proceso aeróbico, lo que resulta en un material rico en nutrientes útil para la mejora del suelo.

Por su parte, aunque la pirólisis, el plasma y la gasificación aún están en desarrollo y requieren una inversión significativa, su potencial para generar subproductos valiosos, como gases sintéticos y biocombustibles, las posiciona como opciones futuras prometedoras. Además, la producción de biochar ofrece una solución innovadora para la captura de carbono y la mejora de la calidad del suelo, contribuyendo a una economía más circular.

La integración de estas tecnologías en la gestión de residuos permite la generación de energía renovable, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la creación de productos valiosos a partir de residuos, apoyando un desarrollo sostenible y resiliente.

Para implementar alguna de las tecnologías de tratamiento es fundamental considerar una combinación de factores geográficos, económicos, normativos y ambientales para garantizar la eficacia y sostenibilidad del proceso. Las tecnologías convencionales como la incineración, el compostaje y la digestión anaerobia ofrecen un balance conocido entre costo y eficacia, siendo relativamente accesibles en términos de infraestructura y operabilidad. No obstante, presentan limitaciones significativas, como la emisión de contaminantes, la complejidad en el manejo de subproductos, y los impactos negativos en comunidades cercanas. En comparación, las tecnologías innovadoras, como la bioquímica y la nanotecnología, prometen una mayor eficiencia y la generación de productos con alto valor añadido, lo que podría incrementar su rentabilidad en el largo plazo. Sin embargo, estos enfoques requieren una inversión inicial considerable en infraestructura y estudios aplicados, lo que limita su implementación a gran escala en el corto plazo. En conclusión, la elección entre tecnologías convencionales e innovadoras debe considerar no solo la viabilidad económica y la eficacia del tratamiento, sino también las potenciales aplicaciones industriales de los subproductos y los impactos socioambientales a largo plazo.

La digestión anaerobia, el compostaje y la pirolisis, capturan y utilizan el metano producido durante la descomposición de residuos orgánicos, evitando su liberación a la atmósfera y reduciendo significativamente la huella de carbono. Además, al convertir los residuos orgánicos en fuentes de energía renovable, estas tecnologías disminuyen la dependencia

de combustibles fósiles y contribuyen a la diversificación de la matriz energética, lo cual es fundamental para una transición energética sostenible.

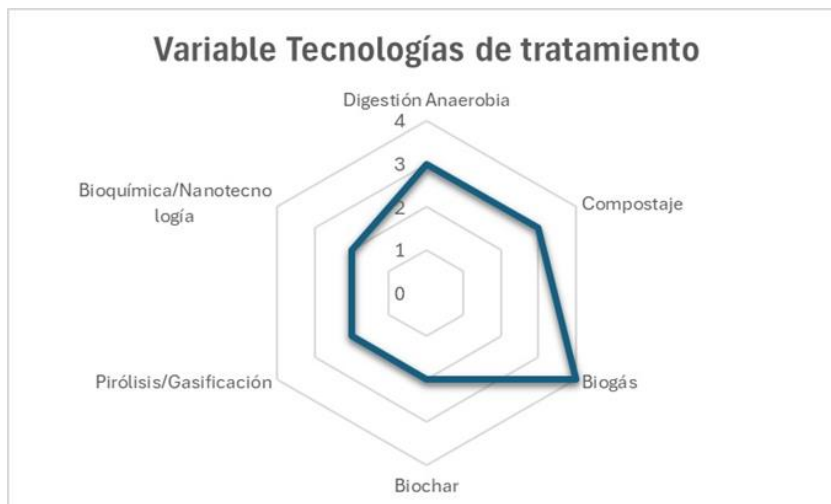
La integración de estas tecnologías en la gestión de residuos no solo maximiza el aprovechamiento de recursos, sino que también impulsa la economía circular al cerrar el ciclo de materiales y energía. La producción de biogás y la generación de energía a partir de residuos orgánicos crean un flujo continuo de recursos renovables, reduciendo la necesidad de extracción de nuevos materiales y fomentando la sostenibilidad a largo plazo.

La implementación de una planta de tratamiento de residuos orgánicos en un contexto municipal o regional generará un impacto significativo tanto en la industria local como en la generación de empleo. En la fase de construcción, se crearán empleos directos relacionados con la infraestructura necesaria para el almacenamiento, tratamiento, y manejo de residuos. Durante la operación continua, se requerirá personal adicional para el mantenimiento y control del proceso, con la posibilidad de generar empleos especializados dependiendo del grado de automatización y la complejidad de las operaciones.

El impacto indirecto en la economía local será notable, dinamizando el comercio y otros servicios locales debido al efecto multiplicador de la nueva infraestructura. Este dinamismo económico beneficiará a negocios periféricos y contribuirá a una mayor circulación de recursos financieros en la comunidad. En la Figura 6 resalta la tecnología de producción de biogás como una de las mejores alternativas de tratamiento de residuos orgánicos, seguido del compostaje y la digestión anaerobia, siendo procesos que no requieren altas inversiones y pueden ser sostenibles en el tiempo.

**Figura 6**

*Importancia de la gestión comunitaria en un modelo de gestión integral de residuos orgánicos*



Fuente: Autor, 2024

#### **4.4 Modelo de gestión de residuos orgánicos sostenible en el municipio de Facatativá.**

El modelo de gestión se diseña con base en la información recolectada a partir de cada uno de los instrumentos diseñados para la investigación y para dar respuesta a la necesidad encontrada para el Municipio de Facatativá. El modelo de gestión integral de residuos orgánicos está conformado por un mapa de procesos, que se desglosa en cinco programas que detallan las actividades a realizar dentro de un determinado plazo de tiempo. Los programas son econormas sostenibles, educación ambiental y conexiones sostenibles, recolección selectiva y transporte de orgánicos, planta de tratamiento de residuos orgánicos y comercialización y venta de subproductos.

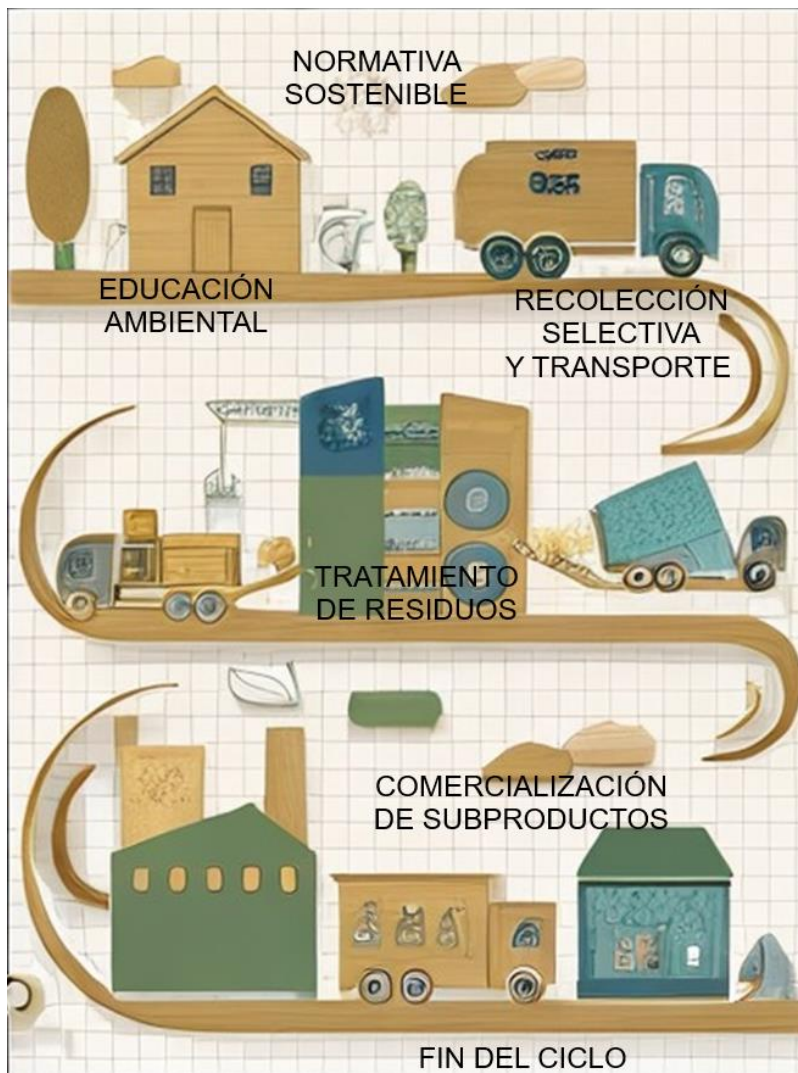
Cada uno de estos programas establece actividades específicas para asegurar una gestión eficiente, abarcando tanto la concientización ciudadana como la infraestructura necesaria para el tratamiento y valorización de residuos. El enfoque integral de este modelo busca no solo reducir el impacto ambiental de los residuos orgánicos, sino también generar valor económico y social mediante la creación de empleos y la promoción de prácticas sostenibles en el municipio. La viabilidad del modelo depende de la participación de la comunidad, el respaldo institucional y el monitoreo continuo de los resultados, garantizando así su sostenibilidad a largo plazo.

A continuación, en la figura 7 se presenta el mapa de procesos del modelo de gestión.

**Figura 7**



*Mapa de procesos del modelo de gestión integral de residuos orgánicos*



Fuente: Autor, 2024

**4.4.1 Programa 1. Eco normas sostenibles**

En la tabla 4 se desarrolla este programa, el cual se enfoca en revisar la normatividad existente y proyectada por las autoridades competentes en materia de residuos sólidos urbanos y orgánicos, para proponer nuevas medidas más eficientes y efectivas para la mejora en la valorización de residuos orgánicos a nivel municipal, regional, departamental o a nivel país.

**Tabla 4**

*Programa 1. Eco normas sostenibles*

<b>Título</b>	<b>Eco normas Sostenibles</b>		
<b>Objetivo</b>	Formular y presentar un proyecto de acuerdo con el Concejo Municipal de Facatativá con el fin de incentivar la expedición de normativa enfocada en la gestión de residuos orgánicos.		
<b>Finalidad</b>	Motivar la expedición de normatividad aplicable al municipio de Facatativá que incentive, coordine y controle las actividades de tratamiento y valorización de residuos orgánicos por parte de la ciudadanía en general		
	<b>Actividades</b>		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisar la actualización normativa referente a las actividades de aprovechamiento, tratamiento y valorización de residuos orgánicos aplicables al Municipio de Facatativá.</li> <li>2. Revisar el cumplimiento de las obligaciones establecidas en los diferentes instrumentos de planeación como el Plan de Gestión de Residuos Sólidos “PGIRS” y sus actualizaciones, el Plan de Ordenamiento territorial y el Plan de Desarrollo Municipal de la Administración vigente.</li> <li>3. Revisar el marco tarifario vigente relacionado con la prestación del servicio Público de aseo en los componentes de aprovechamiento y tratamiento de residuos.</li> <li>4. Diseñar la propuesta de nueva normatividad que involucre acciones por parte del gobierno municipal y de la ciudadanía en general para promover proyectos de aprovechamiento de residuos orgánicos y la economía circular.</li> <li>5. Realizar mesas de trabajo con los concejales municipales para presentar la propuesta de proyecto de acuerdo y obtener su aprobación.</li> <li>6. Realizar mesas de trabajo con el alcalde y su equipo de trabajo para socializar la propuesta de acuerdo municipal y solicitar su apoyo.</li> </ol>		
	<b>Metas</b>		
	<b>Corto Plazo (0 a 1 años)</b>	<b>Mediano plazo (2 a 3 años)</b>	<b>Largo Plazo (4 años)</b>
	Revisar la normatividad vigente	Diseñar propuesta de acuerdo municipal	Lograr la expedición del acuerdo municipal.
	Revisar cumplimiento de PGIRS, POT, PDM	Realizar mesas de trabajo con el concejo municipal	Verificar su aplicación en territorio.
	Revisar Marco tarifario	Realizar mesas de trabajo con el alcalde	

Fuente: Autor, 2024

#### 4.4.2 Programa 2. Eco Alianzas: Educación y conexiones sostenibles

Este programa en la tabla 5, busca promover estrategias pedagógicas para la concientización de la comunidad en general de Facatativá sobre la importancia en la separación en la fuente y las posibilidades de contribuir a un mejor cuidado del medio ambiente a través de la gestión integral de los residuos orgánicos, que a su vez permitan generar proyectos sostenibles con la participación de diversos actores.

**Tabla 5**

*Programa 2. Eco Alianzas: Educación y conexiones sostenibles*

<b>Título</b>	<b>Eco Alianzas: Educación y Conexiones Sostenibles</b>
<b>Objetivo</b>	Promover la concientización y sensibilización de la comunidad de Facatativá sobre la gestión de residuos orgánicos y la sostenibilidad ambiental, a través de alianzas verdes.
<b>Finalidad</b>	Fomentar una cultura ambiental responsable en Facatativá, logrando que la comunidad adopte prácticas sostenibles en la gestión de residuos orgánicos, con la participación de organizaciones ambientales.
<b>Actividades</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecer estrategias pedagógicas y comunidad objetivo para la realización de campañas de concientización y sensibilización en el manejo de los residuos orgánicos.</li> <li>2. Realizar acercamiento con la comunidad objetivo (Juntas de acción comunal, entidades públicas y privadas, instituciones educativas, grandes generadores, etc.)</li> <li>3. Realizar alianzas con las organizaciones interesadas (Recicladores, empresas de servicio público de aseo, alcaldía municipal, gestores de residuos orgánicos existentes, entre otros) que puedan apoyar y potenciar las actividades de educación ambiental.</li> <li>4. Diseñar la logística para la ejecución de las campañas de sensibilización (recurso humano, materiales de formación, tecnologías de la información, divulgación, preparación de incentivos) y presupuesto para su ejecución.</li> <li>5. Definir y realizar las campañas de educación ambiental a través de las redes sociales.</li> <li>6. Realizar las campañas de sensibilización y concientización con las comunidades objetivo.</li> <li>7. Entrega de incentivos para la separación en la fuente y la presentación de los residuos. (Canecas, bolsas, stickers, puntos, entre otros)</li> </ol>	

8. Verificar el impacto y la efectividad de las sensibilizaciones a partir de monitoreo de los residuos entregados y presentados.
9. Presentar los resultados del avance o mejora, a través de redes sociales a toda la comunidad.

**Metas**

<b>Corto Plazo (0 a 1 años)</b>	<b>Mediano plazo (2 a 3 años)</b>	<b>Largo Plazo (4 años)</b>
Establecer estrategias de concientización y sensibilización Realizar acercamiento con la comunidad objetivo Realizar Alianzas verdes Diseñar la logística y definir presupuesto. Promoción de las campañas	Realizar las campañas de sensibilización Entrega de incentivos	Verificar el impacto y el avance Presentar los resultados

Fuente: Autor, 2024

#### **4.4.3 Programa 3. Recolección selectiva y transporte de orgánicos**

A través de este programa en la tabla 6, se proponen estrategias de recolección selectiva y transporte de residuos orgánicos de manera que se logren diferenciar de los residuos inorgánicos para poder llevarlos a un sistema de tratamiento y valorización ubicado dentro del área rural del municipio de Facatativá.

**Tabla 6**

*Programa 3. Recolección Selectiva y Transporte de Orgánicos*

<b>Título</b>	<b>Recolección Selectiva y transporte</b>
<b>Objetivo</b>	Diseñar las estrategias de recolección selectiva y transporte de los residuos orgánicos a nivel de Facatativá. Promover la recolección selectiva y transporte de los residuos orgánicos en Facatativá con el fin de aumentar la tasa de su
<b>Finalidad</b>	tratamiento y valorización, así como minimizar los residuos enviados a vertedero.

**Actividades**

1. Proponer la ubicación de contenedores de gran capacidad con apertura controlada para el acopio único de residuos orgánicos en puntos estratégicos del municipio (Conjuntos cerrados, grandes generadores, JAL, entre otros)
2. Establecer contacto con grandes generadores de orgánicos para coordinar la entrega y recolección de los residuos a los vehículos recolectores.
3. Establecer la ubicación estratégica de estaciones de transferencia en el área del municipio con el fin de recolectar mayores volúmenes de residuos orgánicos y facilitar macro rutas de recolección y transporte hasta la planta de tratamiento.
4. Establecer micro rutas de recolección puerta a puerta en zonas donde sea necesario con el fin de verificar la calidad de los residuos presentados por los usuarios.
5. Definir la capacidad y características de los vehículos de recolección, de tracción humana o mecánica, con el fin de que sea sustentable.
6. Establecer acciones para realizar el pesaje de los residuos orgánicos presentados correctamente por los usuarios de tal forma que les permita acumular puntos como incentivo para algún beneficio posterior.
7. Establecer alianzas con los recicladores para que realicen recolección selectiva de residuos orgánicos en sectores específicos, generando un beneficio económico por su labor.
8. Definir el presupuesto para la ejecución del programa.
9. Ejecutar la recolección selectiva

### Metas

#### Mediano Plazo (2 años)

Definir capacidad y ubicación de contenedores de gran capacidad y estaciones de transferencia en el perímetro del municipio  
Diseñar las macro rutas de recolección  
Diseñar las micro rutas de recolección puerta a puerta  
Definir características de vehículos para el transporte de los residuos orgánicos  
Definir acciones para el pesaje e incentivo de los usuarios por realizar la separación y entrega de los orgánicos  
Definir presupuesto para la ejecución del programa.

#### Largo plazo (3 años en adelante)

Establecer alianzas  
Ejecutar la recolección selectiva.



#### 4.4.4 Programa 4. Sistema de tratamiento de residuos orgánicos

En la tabla 7, este programa propone el tratamiento de los residuos orgánicos por medio de compostaje con el fin de controlar su degradación por medio de actividades operacionales en un predio definido, evaluado y adaptado para mitigar el impacto por olores y vectores a la comunidad aledaña al mismo. Así mismo se diseñará el sistema de acuerdo con las cantidades de residuos recibidas al día, a partir del control de variables como Temperatura, pH, Humedad y Aireación, para obtener un subproducto de calidad e interés para los potenciales clientes.

**Tabla 7**

*Programa 4. Sistema de tratamiento de residuos orgánicos*

<b>Titulo</b>	<b>Planta de tratamiento de residuos orgánicos por compostaje</b>
<b>Objetivo</b>	Proponer un sistema de tratamiento de residuos orgánicos para una fracción de los residuos orgánicos generados y entregados por los Facatativeños.
<b>Finalidad</b>	Iniciar un alternativa de tratamiento de residuos orgánicos generados en los hogares, colegios e instituciones del municipio de Facatativá diferente al enterramiento en relleno sanitario, promoviendo así su valorización.

#### **Actividades**

1. Solicitar a la alcaldía el préstamo del predio destinado para la planta de orgánicos, en cumplimiento del PGIRS.
2. Evaluar las condiciones de infraestructura del predio, y realizar las adecuaciones necesarias para evitar el impacto a los recursos naturales del territorio.
3. Definir la cantidad de residuos a tratar y las unidades operacionales de tratamiento según las características de los residuos recibidos. (prelistamiento, acondicionamiento de materiales, mezclas, etc)
4. Se diseña el sistema de tratamiento por compostaje definiendo la operación (manual, mecánico o automatizado) según las condiciones del territorio, y las áreas del proceso requeridas (recepción, alistamiento, proceso biológico, otros insumos)
5. Se miden y evalúan las variables de control del proceso (Humedad, aireación, volteo, pH, temperatura) y la calidad del subproducto.
6. Se evalúan las adiciones necesarias de otros materiales (estructurantes y/o complementos nutricionales) para cumplir con la normatividad para un producto de calidad, y/o requerimientos del cliente final.

7. Se diseña el área para el alistamiento del producto final y de entrega al área de comercialización.

**Metas**

<b>Corto Plazo (1 años)</b>	<b>Mediano Plazo (2 años)</b>	<b>Largo plazo (3 años en adelante)</b>
Solicitar al municipio el préstamo del predio destinado para esta actividad Evaluar condiciones del predio y realizar adecuaciones necesarias Caracterización de residuos	Definir cantidad de residuos a tratar y unidades operacionales de la planta Diseñar planta de tratamiento de orgánicos Definir materiales complementos	Inicio de operación de la planta Medición y control de variables de proceso, y de calidad del producto Diseño del área de alistamiento y entrega del producto final.

Fuente: Autor, 2024.

**4.4.5 Programa 5. Comercialización de subproductos.**

En la tabla 8, este programa se pretende buscar el mercado objetivo dentro de los pequeños agricultores de la región y actores ambientales, con el fin de comercializar un producto sostenible que beneficie la producción limpia, el mejoramiento de suelos y la economía circular contribuyendo a los objetivos de desarrollo sostenible.

**Tabla 8**

*Programa 5. Comercialización de subproductos.*

<b>Título</b>	<b>Estrategias de comercialización de subproductos</b>
<b>Objetivo</b>	Lograr posicionar en el mercado los subproductos de la planta de tratamiento de residuos orgánicos
<b>Finalidad</b>	Comercializar los subproductos para cerrar el ciclo de economía circular obteniendo ganancias por las actividades desarrolladas durante todo el modelo de gestión
	<b>Actividades</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar un estudio de mercado por medio de acercamiento con los clientes potenciales</li> <li>2. Generar una estrategia de precio, distribución y promoción</li> <li>3. Generar diferentes tipos de productos de acuerdo con la necesidad del consumidor.</li> </ol>

4. Escuchar y atender las necesidades de los clientes a través de la calidad y presentación del producto
5. Realizar la logística de distribución de los productos.
6. Verificar la satisfacción de los clientes respecto al rendimiento de los productos.

#### **Metas**

##### **Mediano Plazo (3 años)**

Realizar estudio de mercado  
Generar estrategias  
Generar los tipos de productos  
Escuchar las necesidades de los clientes

##### **Largo plazo (4 años en adelante)**

Realizar la logística de distribución y promoción  
Verificar la satisfacción de los clientes.

---

Fuente: Autor, 2024.

### **5. Conclusiones**

Con base a los resultados obtenidos del proceso investigativo llevado a cabo en la presente tesis, se resaltan las siguientes conclusiones.

- La situación actual de los residuos orgánicos en el municipio de Facatativá revela una gestión ineficiente en cuanto a la separación y aprovechamiento de estos desechos. A pesar de que el 48,5% de los residuos generados provienen de fuentes orgánicas, especialmente del sector residencial, todo se lleva a disposición final en el Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo, el cual está próximo a saturarse, lo que subraya la urgencia de implementar programas robustos de separación en la fuente y aprovechamiento de residuos. A pesar de los esfuerzos en educación ambiental, los resultados obtenidos hasta la fecha no son significativos en términos de reducción y valorización de residuos.
- Dentro de las implicaciones económicas de las prácticas actuales en el manejo de los residuos orgánicos en el municipio de Facatativá se observa que, desde el punto de vista económico, la disposición de residuos en relleno sanitario es el método más económico para la ciudadanía en tiempo real, sin embargo, el costo por pasivo ambiental se va



acumulando en el tiempo, resultando ser mucho más costoso a largo plazo. Ahora bien, puede parecer más costoso pagar por un tratamiento de residuos en la actualidad, sin embargo, a largo plazo esto puede ir reduciendo su costo, puesto que el costo de inversión se cubre en las primeras etapas, posteriormente solo corresponderá al costo de operación, y más adelante los residuos se convertirán en un subproducto de valor añadido potencializando el ingreso económico por esta labor.

- Por otra parte, la tarifa actual monetiza el aprovechamiento de residuos inorgánicos con un costo mínimo que no refleja el valor potencial de los materiales reciclables, desincentivando la correcta separación y reciclaje, afectando a los recicladores, quienes no reciben una remuneración adecuada ni condiciones laborales dignas, donde la equidad es limitada, ya que persisten desigualdades en la calidad del servicio de aseo y en las condiciones laborales de los recicladores formales e informales. Además, la falta de participación comunitaria en la separación de residuos y el desconocimiento del impacto ambiental de estas prácticas generan un entorno de ineficiencia y perjuicio para la salud pública, con puntos críticos de acumulación de residuos en diversas zonas urbanas.
- Dentro de las estrategias identificadas en el presente estudio, se relacionan en diferentes variables y campos de acción desde la autoridad competente para la regulación y manejo de la ciudadanía a partir de la expedición de normatividad, la educación ambiental y la concientización ciudadana, las alianzas ambientales y sostenibles para el desarrollo e implementación de proyectos ambientales y sociales que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida, así como el desarrollo de estrategias técnicas para el tratamiento y

valorización de los residuos orgánicos que puedan generar subproductos de valor añadido que se pueda comercializar.

Finalmente, para dar respuesta al objetivo general se concluye que la implementación del modelo de gestión de residuos orgánicos para el municipio de Facatativá responde a la necesidad de desarrollar una estrategia integral y sostenible basada en la realidad local, con el fin de mejorar la gestión de residuos y fomentar una economía circular. El modelo se estructura en cinco programas que abarcan desde la creación de normativas locales (Eco normas Sostenibles) y la educación ambiental (Eco Alianzas), hasta la recolección selectiva, el tratamiento de residuos y la comercialización de subproductos.

## **6. Discusiones y recomendaciones**

Es importante que Facatativá, Cundinamarca e incluso Colombia inicie la migración del modelo de gestión de residuos sólidos urbanos hacia estrategias sostenibles enfocándose en proyectos de inversión para implementar tecnologías avanzadas que ya están mostrando un impacto positivo a nivel global, como la digestión anaerobia, la conversión térmica por gasificación y pirólisis, entre otras.

A nivel mundial, los países de la Unión Europea como Alemania, Francia, e incluso España están adelantando investigaciones importantes para la generación de biogás y energía a partir de los biorresiduos no solamente provenientes de los hogares (como mayor generador) sino de las grandes industrias agroalimentarias que cada vez retoman más fuerza en la transformación de productos agrícolas y generando grandes cantidades de residuos que no solo generan una amenaza para el medio ambiente sino que representan una importante fuente de energía para el planeta.

Colombia, Cundinamarca y Facatativá deben alinearse con tendencias internacionales en valorización de residuos, que promueven la conversión de residuos orgánicos en biocombustibles, biogás y abonos, potenciando la economía circular y la producción de energía renovable. Al adoptar tecnologías emergentes como la digestión anaerobia, se podrían mitigar impactos ambientales, generar recursos energéticos y crear nuevas oportunidades económicas. Para que estas estrategias sean exitosas, es fundamental asegurar la participación de las organizaciones de recicladores locales, fortalecer la educación ambiental en la comunidad y fomentar alianzas público-privadas que permitan la financiación y ejecución de estos proyectos innovadores.

Este proyecto genera un impacto positivo para las entidades públicas del municipio y para la comunidad, dado que no se tienen planteadas acciones encaminadas a la gestión integral de residuos orgánicos para todo el municipio, y puede ser la base para la implementación de un gran proyecto de tratamiento y valorización de orgánicos. Adicionalmente, abre campo para que profesionales del sector lo lleven a una ingeniería de detalle que permita gestionar recursos físicos, económicos y dar cumplimiento a los compromisos del municipio y de la región en materia del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

## 7. Referencias

- Alcaldía de Facatativá. (2020). *Facatativá correcta, un propósito común 2.020-2.024*.
- Alcaldía de Facatativá 2019. (s. f.). *Actualización del plan de gestión de integral de residuos sólidos. PGIRS*.
- Banco Mundial. (2018, agosto 30). *Informe del Banco Mundial*. Comunicado de prensa.  
<https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>
- Calderón, L., & Ospina, C. (2016). *Plan de gestión integral de residuos sólidos del municipio de Facatativá, departamento de Cundinamarca*. 71-72. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil)
- Campoamor, C. (2023). *El Poder de la Materia Orgánica en la Agricultura*. Labiser Laboratorios. <https://labiser.es/materia-organica-en-agricultura/>
- Castañeda, S., & Rodríguez, J. (2017). Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia. *Universidad y Salud*, 19(1), 116.  
<https://doi.org/10.22267/rus.171901.75>
- Departamento Nacional de Planeación. (2016). Consejo Nacional de Política Económica y Social CONPES. 11.
- El Tiempo. (2017). *Sabana Centro, la mas atractiva para invertir*.
- El-Fadel, M., & Massoud, M. (2000). Emissions from Landfills: A Methodology Comparative Assessment. *Environmental Technology*, 21(9), 965-978.  
<https://doi.org/10.1080/09593332108618041>
- Eurostat Atatistics Explained*. (2023, agosto 10). Glosario: equivalente de dióxido de carbono.

Hettiarachchi, H., Meegoda, J. N., & Ryu, S. (2018). Organic waste buyback as a viable method to enhance sustainable municipal solid waste management in developing countries.

*International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(11).

<https://doi.org/10.3390/ijerph15112483>

Kaza, S. ; Y. L. C. . ; B.-T. P. ; V. W. F. (2018). *Publicación: Qué desperdicio 2.0: una instantánea global de la gestión de residuos sólidos hasta 2050.*

Kharola, S., Ram, M., Goyal, N., Mangla, S. K., Nautiyal, O. P., Rawat, A., Kazancoglu, Y., & Pant, D. (2022). Barriers to organic waste management in a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 362. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132282>

Kumar, S., Smith, S. R., Fowler, G., Velis, C., Kumar, S. J., Arya, S., Rena, Kumar, R., & Cheeseman, C. (2017). Challenges and opportunities associated with waste management in India. En *Royal Society Open Science* (Vol. 4, Número 3). Royal Society.  
<https://doi.org/10.1098/rsos.160764>

López M, H. O. M. J. S. M. (2018). Sostenibilidad en la gestión de residuos orgánicos municipales. 8.

Molla, A. H., Manik, N. M., Haque, M. M., Haque, M. A., & Oliver, M. M. H. (2023). Solid-state bioconversion of organic wastes into compost as bio-organic fertilizer by screened fungal isolates and its performance in agronomic usage. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 25(3), 1732-1745. <https://doi.org/10.1007/s10163-023-01648-1>

Montes, C. (2018). *Estudio de los residuos sólidos en Colombia.*

Sampieri, R. H., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación, Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta* (McGraw-Hill Interamericana, Ed.; Vol. 1).

Schröder, C., Hafner, F., Larsen, O. C., & Krause, A. (2021). Urban organic waste for urban farming: Growing lettuce using vermicompost and thermophilic compost. *Agronomy, 11*(6).  
<https://doi.org/10.3390/agronomy11061175>

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2023). *Informe Nacional de Disposición Final de Residuos Sólidos 2021*.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2021). *Informe nacional de disposición final de residuos sólidos*.

## 8. Formatos de instrumentos diseñados y validados

### Formato I. Entrevista semi - estructurada a entidades municipales

<p style="text-align: center;"><b>PROPÓSITO</b></p> <p>El propósito de esta entrevista semiestructurada es recabar datos detallados sobre la gestión de los residuos orgánicos en Facatativá. Se busca comprender la composición, cantidad y origen de estos residuos, así como los costos económicos directos asociados y las actividades existentes de aprovechamiento.</p>	<p style="text-align: center;"><b>INTRODUCCIÓN</b></p> <p>Agradecemos su participación en esta entrevista semiestructurada grabada, la cual forma parte de un proyecto de investigación académica llevado a cabo por <b>DORIS STELLA ORJUELA CASTILLO</b> en colaboración con <b>UNIMINUTO</b>. El propósito de esta entrevista es recopilar información relevante sobre el manejo de los residuos sólidos en el Municipio de Facatativá, con el objetivo de contribuir al diseño de estrategias sostenibles de gestión.</p>
<p style="text-align: center;"><b>CONSENTIMIENTO INFORMADO</b></p> <p>Por medio de su participación en esta entrevista, usted acepta que la información proporcionada será utilizada exclusivamente para fines académicos, incluyendo la transcripción y análisis de datos. Su identidad será tratada de manera confidencial y se garantizará el anonimato en la presentación de los resultados.</p>	<p style="text-align: center;"><b>INFORMACIÓN DEL PROYECTO</b></p> <p><b>TESIS:</b> Diseño de un modelo de gestión de residuos orgánicos sostenible en el municipio de Facatativá.  <b>UNIVERSIDAD:</b> CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS  <b>PROGRAMA:</b> Maestría en gerencia de la innovación en proyectos  <b>SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:</b> Gestión de la innovación para el desarrollo sostenible y la consolidación empresarial.</p>
<p style="text-align: center;"><b>VARIABLES</b></p> <p>Composición de los residuos orgánicos.</p> <p>Cantidad de residuos orgánicos generados.</p> <p>Origen de los residuos orgánicos.</p> <p>Actividades existentes de aprovechamiento.</p> <p>Costos económicos directos.</p>	<p style="text-align: center;"><b>ALCANCE</b></p> <p>La entrevista busca obtener una visión integral de la gestión de residuos orgánicos en el municipio, se aplicó a los actores municipales involucrados en la gestión de residuos orgánicos en Facatativá, abarca la composición, cantidad y origen de estos residuos, así como los costos económicos directos y las actividades existentes de aprovechamiento.</p>
<p><b>TABLA DE REGISTRO</b></p>	



<b>NOMBRES Y APELLIDOS DEL ENTREVISTADO</b> Alexander Morales Angélica Pasos	<b>CARGO EN LA ENTIDAD O EMPRESA</b> Profesional Universitario Asistente de Sostenibilidad
<b>ENTIDAD</b> Secretaria de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente – Alcaldía de Facatativá URBASER – Empresa de servicio público de aseo – Sede Facatativá	<b>FECHA VISITA</b> 13/08/2024  23/08/2024

### CUESTIONARIO DE PREGUNTAS

#### Composición de los Residuos Orgánicos:

¿Cuáles son los principales componentes de los residuos orgánicos que se generan en Facatativá?

¿Se practica algún tipo de caracterización de los residuos orgánicos generados?

#### Cantidad de Residuos Orgánicos Generados:

¿Cuál es la cantidad estimada de residuos orgánicos generados diariamente en el municipio de Facatativá?

¿Cuál es el sector que más genera residuos orgánicos en el municipio? (Doméstico, Industrial, Comercial, agrícola, de servicios o Educación)

#### Origen de los Residuos Orgánicos:

¿De qué áreas urbanas del municipio se registra la mayor cantidad de residuos orgánicos?

¿Cuáles son los grandes generadores de residuos orgánicos identificados en el municipio?

¿Se tiene conocimiento si se está realizando en la actualidad separación en la fuente de residuos orgánicos?

¿En caso afirmativo se tienen identificados estos usuarios?

#### Actividades Existentes de Aprovechamiento:

¿Qué porcentaje de residuos orgánicos se están aprovechando?

¿Qué proyectos, programas o iniciativas existen actualmente en Facatativá para el aprovechamiento de residuos orgánicos?

¿Cuál es el nivel de participación comunitaria en estas actividades de aprovechamiento de residuos orgánicos?

¿Qué organizaciones hay identificadas en el municipio de Facatativá que realicen aprovechamiento de residuos orgánicos?

#### Costos Económicos Directos:

¿Cuáles es el valor pagado por el usuario por la recolección, transporte y disposición final de los residuos orgánicos para el municipio de Facatativá?

¿Qué costo se asocia con la recolección de residuos en puntos críticos para la empresa de servicios públicos ESP?

¿Qué actividad se desarrolla con el valor cobrado en la factura del servicio asociado al aprovechamiento?

<b>Firma del Entrevistado/a:</b> Alexander Morales Angélica Pasos	<b>Firma del Entrevistador:</b>  Doris Stella Orjuela Castillo
---	--

[Nota: Este documento es confidencial y su contenido es propiedad exclusiva del proyecto de investigación mencionado anteriormente. Cualquier reproducción o divulgación sin autorización está prohibida.]



## Formato II. Observación estructurada

### PROPÓSITO

El objetivo de este instrumento de observación es evidenciar el estado actual y el impacto de las prácticas de gestión de residuos orgánicos en Facatativá, enfocándose en la equidad social, la participación comunitaria, el impacto en el turismo y el medio ambiente, y los daños a la salud pública. Esta observación permitirá identificar áreas de mejora y desarrollar estrategias efectivas para mitigar los efectos negativos y promover un manejo sostenible de los residuos orgánicos en el municipio.

### INTRODUCCIÓN

Nos adentraremos en el mundo de la observación estructurada con el objetivo de explorar las consecuencias económicas y sociales derivadas de dicha gestión. Los residuos orgánicos no solo representan un desafío ambiental, sino que también tienen un impacto significativo en la economía local y en el bienestar social de los habitantes. A través de una observación estructurada, nos proponemos analizar detalladamente cómo las prácticas de manejo de residuos orgánicos influyen en aspectos como los costos de gestión, el empleo, la salud pública, la calidad de vida y el tejido social de una comunidad.

## INFORMACIÓN DEL PROYECTO

**TESIS:** Diseño de un modelo de gestión de residuos orgánicos sostenible en el municipio de Facatativá.

**UNIVERSIDAD:** CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS

**PROGRAMA:** Maestría en gerencia de la innovación en proyectos

**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Gestión de la innovación para el desarrollo sostenible y la consolidación empresarial.

### VARIABLES

Equidad social

Participación comunitaria

Impacto en el turismo y el medio ambiente

Daños a la salud pública

### ALCANCE

El alcance de este instrumento se aplicó en sectores específicos del municipio, como sector residencial, de servicios, comercio, educación y zonas de interés ambiental.



<b>TABLA DE REGISTRO</b>	
<b>MUNICIPIO</b>	<b>No. REGISTROS FOTOGRÁFICOS</b>
<b>COMUNIDAD O LUGAR DE VISITA:</b>	<b>FECHA VISITA:</b>

**REGISTRO FOTOGRÁFICO**

<b>NOTAS:</b>

### Formato III. Ficha de lectura documental

FICHA DE LECTURA	
Nombre de la Base de Datos Consultada:	
Palabras claves o ecuación de búsqueda utilizada para la búsqueda del artículo:	
Título del artículo, libro o estudios anteriores encontrado y revisado:	
Autores del Artículo:	
URL o enlace del Artículo:	
Fecha de Publicación del artículo: entre los años 2015 y 2024.	
Resumen de variables y temas de interés:	
Composición de los residuos orgánicos, Cantidad de residuos orgánicos generados, Origen de los residuos orgánicos	
Observaciones personales del estudiante:	
Referencia del artículo (norma APA)	

#### Formato IV. Formato de consentimiento

### PROYECTO: DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS SOSTENIBLE EN EL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ.

Mi nombre es **Doris Stella Orjuela Castillo** (investigador principal), en el proyecto: “**DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS SOSTENIBLE EN EL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ**”. adscrito a la Corporación Universitaria Minuto de Dios UNIMINUTO Bogotá. Este es un trabajo de construcción colectiva el cual tiene como objetivo: Diseñar un modelo de gestión de residuos orgánicos sostenible en el municipio de Facatativá.

Si usted desea participar voluntariamente en esta investigación, lo que se espera es que comparta su vivencia personal, su percepción, opinión y conocimiento sobre: **LA GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS SOSTENIBLE EN EL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ**. Se le pedirá que manifieste sus puntos de vista de manera verbal o escrita. Usted puede rehusarse a contestar cualquier pregunta o terminar su participación en este estudio en cualquier momento.

Todos los datos recolectados serán anonimizados, por lo que no existe ningún riesgo para usted o su información al participar en este estudio. Los resultados serán discutidos en un documento académico. Si le interesa obtener una copia de la transcripción de este encuentro puede ponerse en contacto y se le hará llegar.

Si tiene alguna pregunta o comentario acerca de esta investigación, se puede comunicar al teléfono 3114417987, o al e-mail [dorjuelacas@uniminuto.edu.co](mailto:dorjuelacas@uniminuto.edu.co)

Consentimiento: He leído y entiendo la información que se me ha suministrado anteriormente. El/la investigador/a me ha respondido todas las preguntas a satisfacción y me ha dado una copia de este formato. Estoy de acuerdo en hacer parte de esta investigación y autorizo que la información suministrada sea grabada.

Firma participante \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Firma Investigador/a \_\_\_\_\_

## Formato V. Entrevista estructurada ingenieros especializados en manejo de residuos

PROPÓSITO	INTRODUCCIÓN
<p>El propósito de esta entrevista estructurada es obtener información detallada y especializada de profesionales en ingeniería ambiental y sanitaria con maestría en Gestión de Residuos Orgánicos, con el fin de profundizar en aspectos clave relacionados con la gestión de residuos sólidos en el municipio de Facatativá. Se busca analizar, desde una perspectiva técnica y académica, diversos aspectos, las tecnologías de tratamiento disponibles, las normativas y legislaciones pertinentes, entre otros, para contribuir al diseño e implementación de estrategias efectivas de gestión de residuos orgánicos en la localidad.</p>	<p>La siguiente entrevista estructurada se enmarca en el contexto de un estudio sobre la gestión de residuos sólidos en el municipio de Facatativá, dirigida a profesionales altamente especializados en ingeniería ambiental y sanitaria con experiencia en Gestión de Residuos Orgánicos. Este encuentro busca explorar perspectivas técnicas y académicas fundamentales para comprender mejor los desafíos y oportunidades relacionados con la gestión de residuos orgánicos en la región, con el objetivo de contribuir al diseño e implementación de estrategias efectivas y sostenibles en este ámbito.</p>
CONSENTIMIENTO INFORMADO	INFORMACIÓN DEL PROYECTO
<p>Por medio de su participación en este instrumento, usted acepta que la información proporcionada será utilizada exclusivamente para fines académicos, incluyendo la transcripción y análisis de datos. Su identidad será tratada de manera confidencial y se garantizará el anonimato en la presentación de los resultados.</p>	<p><b>TESIS:</b> Diseño de un modelo de gestión de residuos orgánicos sostenible en el municipio de Facatativá.  <b>UNIVERSIDAD:</b> CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS  <b>PROGRAMA:</b> Maestría en gerencia de la innovación en proyectos  <b>SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:</b> Gestión de la innovación para el desarrollo sostenible y la consolidación empresarial.</p>
VARIABLES	ALCANCE
<p>Tendencias en aprovechamiento.</p> <p>Normativas y legislación.</p> <p>Educación ambiental.</p> <p>Desafíos en la recolección selectiva.</p> <p>Gestión comunitaria.</p> <p>Tecnologías de tratamiento</p>	<p>El alcance de esta entrevista estructurada es obtener información detallada y especializada sobre la gestión de residuos orgánicos en el municipio de Facatativá, desde la perspectiva de profesionales en ingeniería ambiental y sanitaria con experiencia en el campo. Se pretende profundizar en aspectos técnicos, normativos y prácticos relacionados con la gestión de estos residuos, con el fin de identificar desafíos, buenas prácticas y oportunidades de mejora en el manejo de estos. Los datos recopilados servirán como base para el análisis y la formulación de recomendaciones destinadas a fortalecer las políticas y acciones en materia de gestión de residuos orgánicos en el contexto municipal.</p>

<b>TABLA DE REGISTRO</b>	
<b>NOMBRE DEL PROFESIONAL</b>	<b>NIVEL EDUCATIVO</b>
<b>ENTIDAD</b>	<b>FECHA ENTREVISTA</b>

## **PREGUNTAS ENTREVISTA ESTRUCTURADA**

### **1. Tendencias en aprovechamiento:**

1-1 ¿Cuáles son las tendencias actuales en la valorización energética de residuos orgánicos para optimizar procesos y maximizar la eficiencia, contribuyendo a reducir los impactos ambientales negativos?

1-2 ¿Qué avances se están observando en el aprovechamiento de residuos orgánicos (agrícolas/ganaderos) para la producción de biogás, biocombustibles, y/o biomateriales y cómo pueden estas tendencias contribuir a la sostenibilidad ambiental y económica?

1-3 ¿Cuál es el potencial de las tecnologías emergentes, como la biotecnología y la pirólisis, en el aprovechamiento de residuos orgánicos para la generación de energía renovable y la producción de subproductos de valor agregado?

### **2. Normativas y legislación:**

2-1 ¿Cuál es el marco normativo internacional y nacional en materia de gestión de residuos sólidos y residuos orgánicos y cómo se regula su aplicación a los generadores y para los diferentes tipos de residuos?

2-2 ¿Cuáles son los principales desafíos en la implementación y cumplimiento de las normativas ambientales relacionadas con la gestión de residuos en su país y cómo pueden superarse estos obstáculos?

2-3 ¿Qué papel desempeñan los acuerdos internacionales y las convenciones ambientales en la armonización de normativas y en la promoción de estándares de gestión de residuos sólidos y orgánicos a nivel nacional?

2-4 ¿Cómo puede la legislación ambiental incentivar la adopción de prácticas de economía circular y el desarrollo de tecnologías limpias en la gestión de residuos para reducir su impacto ambiental en el contexto específico del país?

### **3. Educación ambiental:**

3-1 ¿Cuál es la importancia de la educación ambiental en la formación de una ciudadanía consciente y comprometida con la gestión sostenible de los recursos y la reducción de la generación de residuos?

3-2 ¿Qué estrategias pedagógicas son más efectivas para promover la educación ambiental en diferentes contextos, desde el ámbito escolar hasta la capacitación laboral y comunitaria?

3-3 ¿Cómo pueden las iniciativas de educación ambiental incorporar el enfoque de aprendizaje basado en proyectos para involucrar activamente a los estudiantes en la identificación y solución de problemas ambientales locales relacionados con la gestión de residuos?

3-4 ¿Qué papel juegan las tecnologías de la información y la comunicación en la difusión de conocimientos sobre gestión de residuos y en la sensibilización de la población sobre la importancia de adoptar prácticas sostenibles?

### **4. Desafíos en la recolección selectiva:**

4-1 ¿Cuáles son los principales desafíos técnicos y logísticos en el diseño e implementación de sistemas de recolección selectiva de residuos y cómo pueden superarse estos desafíos?

4-2 ¿Qué estrategias pueden emplearse para fomentar la participación y el compromiso de la comunidad en programas de separación en la fuente y presentación diferenciada de residuos?

4-3 ¿Cuáles son los impactos económicos y ambientales de la falta de infraestructura adecuada para la recolección y tratamiento de residuos orgánicos y qué soluciones pueden implementarse para mejorar esta situación?

4-4 ¿Cómo pueden las tecnologías emergentes, como la automatización y la telemetría, mejorar la eficiencia y la efectividad de los sistemas de recolección selectiva de residuos?

### **5. Gestión comunitaria:**

5-1 ¿Cuál sería el papel de la participación comunitaria en el diseño, implementación y monitoreo de programas de gestión de residuos a nivel local y regional?

5-2 ¿Cómo pueden las iniciativas de gestión comunitaria de residuos promover la inclusión social e ingresos económicos de grupos vulnerables, así como la generación de beneficios socioambientales?

5-3 ¿Cuáles son las mejores prácticas para establecer mecanismos de diálogo y colaboración entre autoridades locales, organizaciones de la sociedad civil y ciudadanos en la planificación y ejecución de proyectos de gestión de residuos?

---



5-4 ¿Qué estrategias pueden implementarse para fortalecer la capacidad de autogestión de las comunidades en la gestión de residuos y promover la responsabilidad compartida en el cuidado del medio ambiente?

## **6. Tecnologías de tratamiento:**

6-1 ¿Cuáles son las tecnologías más eficientes y sostenibles para el tratamiento de residuos orgánicos?

6-2 ¿Qué criterios se deben considerar al seleccionar tecnologías de tratamiento de residuos? (por ejemplo, condiciones locales, eficacia del tratamiento, la viabilidad económica, condiciones socioambientales)

6-3 ¿Cuáles son los beneficios y limitaciones de las tecnologías de tratamiento convencionales, como la incineración, el compostaje y la digestión anaerobia, en comparación con enfoques más innovadores, como la bioquímica y la nanotecnología?

6-4 ¿Cómo pueden las tecnologías de tratamiento avanzado, como la recuperación de energía y la producción de biogás, contribuir a la mitigación del cambio climático y la transición hacia una economía circular?

6-5 Considerando la implementación de una planta de tratamiento de residuos orgánicos municipal/regional, ¿cuál se estima que será el impacto directo e indirecto en la industria local y en la generación de empleo tanto en la fase de construcción como en la operación continua de la planta?

6-6 ¿Qué tipos de productos derivados del compostaje y la digestión anaerobia se pueden comercializar con éxito en el mercado local o regional, y cuáles son las estrategias para promover su aceptación y adopción por parte de los consumidores y las industrias?

---

**Firma del Entrevistado/a:**

**Firma del Entrevistador:**

---

[Nota: Este documento es confidencial y su contenido es propiedad exclusiva del proyecto de investigación mencionado anteriormente. Cualquier reproducción o divulgación sin autorización está prohibida.]

---



## Formato VI. Documentos para validar los instrumentos de medición a través de juicio de expertos

### CARTA DE PRESENTACIÓN

Doctor: .....

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la UNIVERSIDAD MINUTO DE DIOS de la Maestría en Gerencia de Proyectos de Innovación de la UCV, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación.

El título de la Investigación es: **Diseño de un modelo de gestión de residuos orgánicos sostenible en el municipio de Facatativá** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted a fin de validar el instrumento que utilizaré.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Tabla con definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

---

Firma  
Apellidos y nombre:

## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES Para el instrumento: Formato I Entrevista semi - estructurada entidades municipales

<i>Variable</i>	<i>Dimensión</i>	<i>Definición Conceptual</i>
<b><i>Composición de los Residuos Orgánicos</i></b>	Tipos de Residuos Orgánicos	Análisis de los diferentes tipos de residuos orgánicos generados (alimentos, jardinería, etc.).
	Clasificación y Separación de Residuos	Evaluación de los métodos y procesos para clasificar y separar los residuos orgánicos según su tipo y origen.
<b><i>Cantidad de Residuos Orgánicos Generados</i></b>	Volumen de Residuos Generados	Medición del peso o volumen total de residuos orgánicos generados en un periodo determinado.
	Tendencia en la Generación de Residuos	Análisis de los cambios en la cantidad de residuos orgánicos generados a lo largo del tiempo y factores que influyen en ello.
<b><i>Origen de los Residuos Orgánicos</i></b>	Fuentes de Generación de Residuos	Identificación de las principales áreas o actividades que generan residuos orgánicos.
	Distribución de los Residuos por Fuente	Evaluación de la proporción de residuos orgánicos generados por cada fuente identificada.
<b><i>Actividades Existentes de Aprovechamiento</i></b>	Nivel y Porcentaje de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos	Medición del porcentaje de residuos orgánicos que son aprovechados mediante proyectos y programas actuales.
	Participación Comunitaria y Organizaciones Involucradas	Análisis del grado de involucramiento de la comunidad y las organizaciones locales en el aprovechamiento de residuos orgánicos.
<b><i>Costos Económicos Directos</i></b>	Componentes de los Costos Adicionales	Identificación y análisis de los diferentes costos adicionales relacionados con la gestión de residuos orgánicos (personal, equipos, etc.).
	Magnitud y Tendencia de los Costos	Evaluación de la cantidad total de los costos y cómo han cambiado a lo largo del tiempo.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: Formato I Entrevista semi - estructurada entidades municipales**

N°	Variable	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
			Si	No	Si	No	Si	No	
1	Composición de los Residuos Orgánicos	Dimensión 1: Tipos de Residuos Orgánicos							
		Dimensión 2: Clasificación y Separación de Residuos							
2	Cantidad de residuos orgánicos generados.	Dimensión 1: Volumen de Residuos Generados							
		Dimensión 2: Tendencia en la Generación de Residuos							
3	Origen de los residuos orgánicos.	Dimensión 1: Fuentes de Generación de Residuos							
		Dimensión 2: Distribución de los Residuos por Fuente							
4	Actividades existentes de aprovechamiento	Dimensión 1: Nivel y Porcentaje de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos							
		Dimensión 2: Participación Comunitaria y Organizaciones Involucradas							
5	Costos económicos directos.	Dimensión 1: Componentes de los Costos Adicionales							
		Dimensión 2: Magnitud y Tendencia de los Costos							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable [  ]        Aplicable después de corregir [  ]        No aplicable [  ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: ..... C.C:.....

Especialidad del validador:.....

.....de.....del 2024

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

-----  
Firma del Experto Informante.

## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES Para el instrumento: Formato V Entrevista estructurada ingenieros especializados en manejo de residuos

<i>Variable</i>	<i>Dimensión</i>	<i>Definición Conceptual</i>
<i>Tendencias en aprovechamiento</i>	Avances Tecnológicos en el Aprovechamiento de Residuos Orgánicos	Análisis de las tecnologías emergentes como la biotecnología y pirólisis en la valorización energética y producción de biogás, biocombustibles y biomateriales.
	Eficiencia y Sostenibilidad en la Valorización Energética	Evaluación de las tendencias actuales en la optimización de procesos para maximizar la eficiencia y reducir impactos ambientales negativos.
<i>Normativas y legislación</i>	Marco Normativo y su Aplicación	Evaluación del marco normativo internacional y nacional para la gestión de residuos sólidos y orgánicos y su aplicación a generadores y tipos de residuos.
	Desafíos y Oportunidades en la Implementación Normativa	Análisis de los desafíos en la implementación y cumplimiento de normativas ambientales y cómo superarlos para promover la economía circular y tecnologías limpias.
<i>Educación ambiental</i>	Estrategias Pedagógicas y su Impacto	Análisis de estrategias pedagógicas efectivas para promover la educación ambiental en diversos contextos y su impacto en la gestión sostenible de recursos.
	Uso de Tecnologías de Información en la Educación Ambiental	Evaluación del papel de las TIC en la difusión de conocimientos sobre gestión de residuos y sensibilización de la población.
<i>Desafíos en la recolección selectiva</i>	Aspectos Técnicos y Logísticos de la Recolección Selectiva	Evaluación de los principales desafíos técnicos y logísticos en la implementación de sistemas de recolección selectiva de residuos y cómo superarlos.
	Participación Comunitaria y Eficiencia en Recolección Selectiva	Análisis de estrategias para fomentar la participación comunitaria en la separación en la fuente y el impacto de la falta de infraestructura adecuada.
<i>Gestión comunitaria</i>	Participación y Colaboración en la Gestión de Residuos	Evaluación del papel de la participación comunitaria en el diseño, implementación y monitoreo de programas de gestión de residuos a nivel local y regional.
	Inclusión Social y Beneficios Socioambientales	Análisis de cómo las iniciativas de gestión comunitaria de residuos pueden promover la inclusión social, beneficios socioambientales e ingresos económicos.
<i>Tecnologías de tratamiento</i>	Eficiencia y Sostenibilidad de Tecnologías de Tratamiento	Evaluación de las tecnologías más eficientes y sostenibles para el tratamiento de residuos orgánicos, considerando su impacto ambiental y económico.
	Innovación y Comparación de Tecnologías de Tratamiento	Análisis de los beneficios y limitaciones de tecnologías convencionales e innovadoras en el tratamiento de residuos y su contribución a la economía circular.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: Formato V Entrevista estructurada ingenieros especializados en manejo de residuos**

N°	Variable	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
			Si	No	Si	No	Si	No	
1	Tendencias en aprovechamiento	Dimensión 1: Avances Tecnológicos en el Aprovechamiento de Residuos Orgánicos							
		Dimensión 2: Eficiencia y Sostenibilidad en la Valorización Energética							
2	Normativas y legislación	Dimensión 1: Marco Normativo y su Aplicación							
		Dimensión 2: Desafíos y Oportunidades en la Implementación Normativa							
3	Educación ambiental	Dimensión 1: Estrategias Pedagógicas y su Impacto							
		Dimensión 2: Uso de Tecnologías de Información en la Educación Ambiental							
4	Desafíos en la recolección selectiva	Dimensión 1: Aspectos Técnicos y Logísticos de la Recolección Selectiva							
		Dimensión 2: Participación Comunitaria y Eficiencia en Recolección Selectiva							
5	Gestión comunitaria	Dimensión 1: Participación y Colaboración en la Gestión de Residuos							
		Dimensión 2: Inclusión Social y Beneficios Socioambientales							
6	Tecnologías de tratamiento	Dimensión 1: Eficiencia y Sostenibilidad de Tecnologías de Tratamiento							
		Dimensión 2: Innovación y Comparación de Tecnologías de Tratamiento							

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** \_\_\_\_\_

**Opinión de aplicabilidad:**    **Aplicable** [  ]        **Aplicable después de corregir** [  ]        **No aplicable** [  ]

**Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:** .....        **C.C:**.....

**Especialidad del validador:**.....

<sup>1</sup>**Pertinencia:**El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

.....de.....del 2024

-----  
**Firma del Experto Informante.**



## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES Para el instrumento: Formato II Observación estructurada

<i>Variable</i>	<i>Dimensión</i>	<i>Definición Conceptual</i>
<i>Equidad Social</i>	Acceso Equitativo a Servicios de Gestión de Residuos	Evaluación de la igualdad de acceso de la población a servicios de gestión de residuos orgánicos, considerando factores socioeconómicos y geográficos.
	Impacto Diferencial en Grupos Vulnerables	Análisis de cómo la gestión de residuos orgánicos puede afectar de manera desproporcionada a grupos vulnerables, como poblaciones de bajos ingresos o minorías.
<i>Participación Comunitaria</i>	Involucramiento Activo de la Comunidad	Evaluación del grado de participación y compromiso de la comunidad en la gestión y solución de problemas relacionados con los residuos orgánicos en su entorno.
	Capacidad de Autogestión y Empoderamiento	Análisis de cómo la participación comunitaria en la gestión de residuos puede fortalecer la capacidad de autogestión y empoderamiento de la comunidad local.
<i>Impacto en el Turismo y el Medio Ambiente</i>	Valoración de Recursos Naturales y Atractivos Turísticos	Evaluación del impacto de la gestión de residuos orgánicos en la conservación de recursos naturales y la atracción turística de una zona determinada.
	Mitigación de Impactos Ambientales en Zonas Turísticas	Análisis de estrategias y medidas para minimizar el impacto negativo de los residuos orgánicos en el entorno natural y la experiencia turística de la zona.
<i>Daños a la Salud Pública</i>	Riesgos Sanitarios y Epidemiológicos	Evaluación de los posibles riesgos para la salud pública asociados con la gestión inadecuada de los residuos orgánicos, incluyendo aspectos epidemiológicos y sanitarios.
	Impacto en la Calidad del Aire y del Agua	Análisis del efecto de la acumulación y descomposición de residuos orgánicos en la calidad del aire y del agua, así como sus implicaciones para la salud pública.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: Formato II Observación estructurada**

N°	Variable	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
			Si	No	Si	No	Si	No	
1	Equidad Social	Dimensión 1: Acceso Equitativo a Servicios de Gestión de Residuos.							
		Dimensión 2: Impacto Diferencial en Grupos Vulnerables.							
2	Participación Comunitaria	Dimensión 1: Involucramiento Activo de la Comunidad.							
		Dimensión 2: Capacidad de Autogestión y Empoderamiento.							
3	Impacto en el Turismo y el Medio Ambiente	Dimensión 1: Valoración de Recursos Naturales y Atractivos Turísticos.							
		Dimensión 2: Mitigación de Impactos Ambientales en Zonas Turísticas.							
4	Daños a la Salud Pública	Dimensión 1: Riesgos Sanitarios y Epidemiológicos.							
		Dimensión 2: Impacto en la Calidad del Aire y del Agua.							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:      Aplicable [  ]      Aplicable después de corregir [  ]      No aplicable [  ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: ..... C.C:.....

Especialidad del validador:.....

.....de.....del 2024

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo  
**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

-----  
**Firma del Experto Informante.**



## 9. Anexos

### Anexo I. Documentos de validación de instrumentos de investigación diligenciados

#### CARTA DE PRESENTACIÓN

Doctor: Hugo Alejandro Muñoz Bonilla

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la UNIVERSIDAD MINUTO DE DIOS de la Maestría en Gerencia de Proyectos de Innovación de la UCV, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación.

El título de la Investigación es: **Diseño de un modelo de gestión de residuos orgánicos sostenible en el municipio de Facatativá** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted a fin de validar el instrumento que utilizaré.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Tabla con definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Firma

Doris Stella Orjuela Castillo



## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES Para el instrumento: Anexo I Entrevista semi - estructurada entidades municipales

<i>Variable</i>	<i>Dimensión</i>	<i>Definición Conceptual</i>
<b><i>Composición de los Residuos Orgánicos</i></b>	Tipos de Residuos Orgánicos	Análisis de los diferentes tipos de residuos orgánicos generados (alimentos, jardinería, etc.).
	Clasificación y Separación de Residuos	Evaluación de los métodos y procesos para clasificar y separar los residuos orgánicos según su tipo y origen.
<b><i>Cantidad de Residuos Orgánicos Generados</i></b>	Volumen de Residuos Generados	Medición del peso o volumen total de residuos orgánicos generados en un periodo determinado.
	Tendencia en la Generación de Residuos	Análisis de los cambios en la cantidad de residuos orgánicos generados a lo largo del tiempo y factores que influyen en ello.
<b><i>Origen de los Residuos Orgánicos</i></b>	Fuentes de Generación de Residuos	Identificación de las principales áreas o actividades que generan residuos orgánicos.
	Distribución de los Residuos por Fuente	Evaluación de la proporción de residuos orgánicos generados por cada fuente identificada.
<b><i>Actividades Existentes de Aprovechamiento</i></b>	Nivel y Porcentaje de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos	Medición del porcentaje de residuos orgánicos que son aprovechados mediante proyectos y programas actuales.
	Participación Comunitaria y Organizaciones Involucradas	Análisis del grado de involucramiento de la comunidad y las organizaciones locales en el aprovechamiento de residuos orgánicos.
<b><i>Costos Económicos Directos</i></b>	Componentes de los Costos Adicionales	Identificación y análisis de los diferentes costos adicionales relacionados con la gestión de residuos orgánicos (personal, equipos, etc.).
	Magnitud y Tendencia de los Costos	Evaluación de la cantidad total de los costos y cómo han cambiado a lo largo del tiempo.



## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES Para el instrumento: Anexo V Entrevista estructurada ingenieros especializados en manejo de residuos

<i>Variable</i>	<i>Dimensión</i>	<i>Definición Conceptual</i>
<i>Tendencias en aprovechamiento</i>	Avances Tecnológicos en el Aprovechamiento de Residuos Orgánicos	Análisis de las tecnologías emergentes como la biotecnología y pirólisis en la valorización energética y producción de biogás, biocombustibles y biomateriales.
	Eficiencia y Sostenibilidad en la Valorización Energética	Evaluación de las tendencias actuales en la optimización de procesos para maximizar la eficiencia y reducir impactos ambientales negativos.
<i>Normativas y legislación</i>	Marco Normativo y su Aplicación	Evaluación del marco normativo internacional y nacional para la gestión de residuos sólidos y orgánicos y su aplicación a generadores y tipos de residuos.
	Desafíos y Oportunidades en la Implementación Normativa	Análisis de los desafíos en la implementación y cumplimiento de normativas ambientales y cómo superarlos para promover la economía circular y tecnologías limpias.
<i>Educación ambiental</i>	Estrategias Pedagógicas y su Impacto	Análisis de estrategias pedagógicas efectivas para promover la educación ambiental en diversos contextos y su impacto en la gestión sostenible de recursos.
	Uso de Tecnologías de Información en la Educación Ambiental	Evaluación del papel de las TIC en la difusión de conocimientos sobre gestión de residuos y sensibilización de la población.
<i>Desafíos en la recolección selectiva</i>	Aspectos Técnicos y Logísticos de la Recolección Selectiva	Evaluación de los principales desafíos técnicos y logísticos en la implementación de sistemas de recolección selectiva de residuos y cómo superarlos.
	Participación Comunitaria y Eficiencia en Recolección Selectiva	Análisis de estrategias para fomentar la participación comunitaria en la separación en la fuente y el impacto de la falta de infraestructura adecuada.
<i>Gestión comunitaria</i>	Participación y Colaboración en la Gestión de Residuos	Evaluación del papel de la participación comunitaria en el diseño, implementación y monitoreo de programas de gestión de residuos a nivel local y regional.
	Inclusión Social y Beneficios Socioambientales	Análisis de cómo las iniciativas de gestión comunitaria de residuos pueden promover la inclusión social, beneficios socioambientales e ingresos económicos.
<i>Tecnologías de tratamiento</i>	Eficiencia y Sostenibilidad de Tecnologías de Tratamiento	Evaluación de las tecnologías más eficientes y sostenibles para el tratamiento de residuos orgánicos, considerando su impacto ambiental y económico.
	Innovación y Comparación de Tecnologías de Tratamiento	Análisis de los beneficios y limitaciones de tecnologías convencionales e innovadoras en el tratamiento de residuos y su contribución a la economía circular.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: Anexo V Entrevista estructurada ingenieros especializados en manejo de residuos**

N°	Variable	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
			Si	No	Si	No	Si	No	
1	Tendencias en aprovechamiento	Dimensión 1: Avances Tecnológicos en el Aprovechamiento de Residuos Orgánicos							Las respuestas se contrastan con los marcos legales y normativos.
		Dimensión 2: Eficiencia y Sostenibilidad en la Valorización Energética							
2	Normativas y legislación	Dimensión 1: Marco Normativo y su Aplicación							
		Dimensión 2: Desafíos y Oportunidades en la Implementación Normativa							
3	Educación ambiental	Dimensión 1: Estrategias Pedagógicas y su Impacto							
		Dimensión 2: Uso de Tecnologías de Información en la Educación Ambiental							
4	Desafíos en la recolección selectiva	Dimensión 1: Aspectos Técnicos y Logísticos de la Recolección Selectiva							
		Dimensión 2: Participación Comunitaria y Eficiencia en Recolección Selectiva							
5	Gestión comunitaria	Dimensión 1: Participación y Colaboración en la Gestión de Residuos							
		Dimensión 2: Inclusión Social y Beneficios Socioambientales							
6	Tecnologías de tratamiento	Dimensión 1: Eficiencia y Sostenibilidad de Tecnologías de Tratamiento							
		Dimensión 2: Innovación y Comparación de Tecnologías de Tratamiento							

**Observaciones (precisar si hay suficiencia): El instrumento hace parte de una investigación cualitativa, por lo cual considero que hay suficiencia.**

**Opinión de aplicabilidad:**    **Aplicable [ x ]**            **Aplicable después de corregir [ ]**            **No aplicable [ ]**

**Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Phd. Hugo Alejandro Muñoz Bonilla.**            **C.C: ...16755075.....**

**Especialidad del validador: Administrador de empresas, docente investigador.....**

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

.....2...de...Julio.....del 2024

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

-----  
**Firma del Experto Informante.**

## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES Para el instrumento: Anexo II Observación estructurada

<i>Variable</i>	<i>Dimensión</i>	<i>Definición Conceptual</i>
<i>Equidad Social</i>	Acceso Equitativo a Servicios de Gestión de Residuos	Evaluación de la igualdad de acceso de la población a servicios de gestión de residuos orgánicos, considerando factores socioeconómicos y geográficos.
	Impacto Diferencial en Grupos Vulnerables	Análisis de cómo la gestión de residuos orgánicos puede afectar de manera desproporcionada a grupos vulnerables, como poblaciones de bajos ingresos o minorías.
<i>Participación Comunitaria</i>	Involucramiento Activo de la Comunidad	Evaluación del grado de participación y compromiso de la comunidad en la gestión y solución de problemas relacionados con los residuos orgánicos en su entorno.
	Capacidad de Autogestión y Empoderamiento	Análisis de cómo la participación comunitaria en la gestión de residuos puede fortalecer la capacidad de autogestión y empoderamiento de la comunidad local.
<i>Impacto en el Turismo y el Medio Ambiente</i>	Valoración de Recursos Naturales y Atractivos Turísticos	Evaluación del impacto de la gestión de residuos orgánicos en la conservación de recursos naturales y la atracción turística de una zona determinada.
	Mitigación de Impactos Ambientales en Zonas Turísticas	Análisis de estrategias y medidas para minimizar el impacto negativo de los residuos orgánicos en el entorno natural y la experiencia turística de la zona.
<i>Daños a la Salud Pública</i>	Riesgos Sanitarios y Epidemiológicos	Evaluación de los posibles riesgos para la salud pública asociados con la gestión inadecuada de los residuos orgánicos, incluyendo aspectos epidemiológicos y sanitarios.
	Impacto en la Calidad del Aire y del Agua	Análisis del efecto de la acumulación y descomposición de residuos orgánicos en la calidad del aire y del agua, así como sus implicaciones para la salud pública.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: Anexo II Observación estructurada**

N°	Variable	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
			Si	No	Si	No	Si	No	
1	Equidad Social	Dimensión 1: Acceso Equitativo a Servicios de Gestión de Residuos.	x		x		x		Conservar el análisis crítico de las imágenes
		Dimensión 2: Impacto Diferencial en Grupos Vulnerables.	x		x		x		
2	Participación Comunitaria	Dimensión 1: Involucramiento Activo de la Comunidad.	x		x		x		
		Dimensión 2: Capacidad de Autogestión y Empoderamiento.	x		x		x		
3	Impacto en el Turismo y el Medio Ambiente	Dimensión 1: Valoración de Recursos Naturales y Atractivos Turísticos.	x		x		x		
		Dimensión 2: Mitigación de Impactos Ambientales en Zonas Turísticas.	x		x		x		
4	Daños a la Salud Pública	Dimensión 1: Riesgos Sanitarios y Epidemiológicos.	x		x		x		
		Dimensión 2: Impacto en la Calidad del Aire y del Agua.	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): **El instrumento hace parte de una investigación cualitativa, por lo cual considero que hay suficiencia.**

Opinión de aplicabilidad:      Aplicable [ x ]      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. **Dr/ Mg: Phd. Hugo Alejandro Muñoz Bonilla.**      C.C: ...16755075.....

Especialidad del validador: **Administrador de empresas, docente investigador.....**

.....2...de...7.....del 2024

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo  
**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

-----  
**Firma del Experto Informante.**



## Anexo II Entrevista semi - estructurada entidades municipales diligenciada

### PROPÓSITO

El propósito de esta entrevista semiestructurada es recabar datos detallados sobre la gestión de los residuos orgánicos en Facatativá. Se busca comprender la composición, cantidad y origen de estos residuos, así como los costos económicos directos asociados y las actividades existentes de aprovechamiento.

### INTRODUCCIÓN

Agradecemos su participación en esta entrevista semiestructurada grabada, la cual forma parte de un proyecto de investigación académica llevado a cabo por **DORIS STELLA ORJUELA CASTILLO** en colaboración con **UNIMINUTO**. El propósito de esta entrevista es recopilar información relevante sobre el manejo de los residuos sólidos en el Municipio de Facatativá, con el objetivo de contribuir al diseño de estrategias sostenibles de gestión.

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Por medio de su participación en esta entrevista, usted acepta que la información proporcionada será utilizada exclusivamente para fines académicos, incluyendo la transcripción y análisis de datos. Su identidad será tratada de manera confidencial y se garantizará el anonimato en la presentación de los resultados.

### INFORMACIÓN DEL PROYECTO

**TESIS:** Diseño de un modelo de gestión de residuos orgánicos sostenible en el municipio de Facatativá.  
**UNIVERSIDAD:** CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS  
**PROGRAMA:** Maestría en gerencia de la innovación en proyectos  
**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Gestión de la innovación para el desarrollo sostenible y la consolidación empresarial.

### VARIABLES

Composición de los residuos orgánicos.  
 Cantidad de residuos orgánicos generados.  
 Origen de los residuos orgánicos.  
 Actividades existentes de aprovechamiento.  
 Costos económicos directos.

### ALCANCE

La entrevista busca obtener una visión integral de la gestión de residuos orgánicos en el municipio, se aplicó a los actores municipales involucrados en la gestión de residuos orgánicos en Facatativá, abarca la composición, cantidad y origen de estos residuos, así como los costos económicos directos y las actividades existentes de aprovechamiento.

**TABLA DE REGISTRO**

<b>NOMBRES Y APELLIDOS DEL ENTREVISTADO</b>	<b>CARGO EN LA ENTIDAD O EMPRESA</b>
Alexander Morales Angélica Pasos	Profesional Universitario Asistente de Sostenibilidad
<b>ENTIDAD</b>	<b>FECHA VISITA</b>
Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente – Alcaldía de Facatativá	13/08/2024
URBASER – Empresa de servicio público de aseo – Sede Facatativá	23/08/2024

**Link de la grabación de la entrevista:**

[Aplicación Anexo I - Secretaria desarrollo agropecuario y ambiental-20240813\\_144032-Grabación de la reunión.mp4](#)  
[aplicación Instrumento I - entidades gubernamentales URBASER-20240823\\_073015-Grabación de la reunión.mp4](#)

**CUESTIONARIO DE PREGUNTAS**

**Composición de los Residuos Orgánicos:**

¿Cuáles son los principales componentes de los residuos orgánicos que se generan en Facatativá?

¿Se practica algún tipo de caracterización de los residuos orgánicos generados?

**Cantidad de Residuos Orgánicos Generados:**

¿Cuál es la cantidad estimada de residuos orgánicos generados diariamente en el municipio de Facatativá?

¿Cuál es el sector que más genera residuos orgánicos en el municipio? (Doméstico, Industrial, Comercial, agrícola, de servicios o Educación)

**Origen de los Residuos Orgánicos:**

¿De qué áreas urbanas del municipio se registra la mayor cantidad de residuos orgánicos?

¿Cuáles son los grandes generadores de residuos orgánicos identificados en el municipio?

¿Se tiene conocimiento si se está realizando en la actualidad separación en la fuente de residuos orgánicos?

¿En caso afirmativo se tienen identificados estos usuarios?

**Actividades Existentes de Aprovechamiento:**

¿Qué porcentaje de residuos orgánicos se están aprovechando?

¿Qué proyectos, programas o iniciativas existen actualmente en Facatativá para el aprovechamiento de residuos orgánicos?

¿Cuál es el nivel de participación comunitaria en estas actividades de aprovechamiento de residuos orgánicos?

¿Qué organizaciones hay identificadas en el municipio de Facatativá que realicen aprovechamiento de residuos orgánicos?

**Costos Económicos Directos:**

¿Cuáles es el valor pagado por el usuario por la recolección, transporte y disposición final de los residuos orgánicos para el municipio de Facatativá?

¿Qué costo se asocia con la recolección de residuos en puntos críticos para la empresa de servicios públicos ESP?

¿Qué actividad se desarrolla con el valor cobrado en la factura del servicio asociado al aprovechamiento?

**Firma del Entrevistado/a:**

Alexander Morales  
Angélica Pasos

**Firma del Entrevistador:**

Doris Stella Orjuela Castillo

[Nota: Este documento es confidencial y su contenido es propiedad exclusiva del proyecto de investigación mencionado anteriormente. Cualquier reproducción o divulgación sin autorización está prohibida.]



### Anexo III Observación estructurada

PROPÓSITO	INTRODUCCIÓN
<p>El objetivo de este instrumento de observación es evidenciar el estado actual y el impacto de las prácticas de gestión de residuos orgánicos en Facatativá, enfocándose en la equidad social, la participación comunitaria, el impacto en el turismo y el medio ambiente, y los daños a la salud pública. Esta observación permitirá identificar áreas de mejora y desarrollar estrategias efectivas para mitigar los efectos negativos y promover un manejo sostenible de los residuos orgánicos en el municipio.</p>	<p>Nos adentraremos en el mundo de la observación estructurada con el objetivo de explorar las consecuencias económicas y sociales derivadas de dicha gestión. Los residuos orgánicos no solo representan un desafío ambiental, sino que también tienen un impacto significativo en la economía local y en el bienestar social de los habitantes. A través de una observación estructurada, nos proponemos analizar detalladamente cómo las prácticas de manejo de residuos orgánicos influyen en aspectos como los costos de gestión, el empleo, la salud pública, la calidad de vida y el tejido social de una comunidad.</p>

### INFORMACIÓN DEL PROYECTO

**TESIS:** Diseño de un modelo de gestión de residuos orgánicos sostenible en el municipio de Facatativá.  
**UNIVERSIDAD:** CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS  
**PROGRAMA:** Maestría en gerencia de la innovación en proyectos  
**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Gestión de la innovación para el desarrollo sostenible y la consolidación empresarial.

VARIABLES	ALCANCE
<p>Equidad social</p> <p>Participación comunitaria</p> <p>Impacto en el turismo y el medio ambiente</p> <p>Daños a la salud pública</p>	<p>El alcance de este instrumento se aplicó en sectores específicos del municipio, como sector residencial, de servicios, comercio, educación y zonas de interés ambiental.</p>

<b>TABLA DE REGISTRO</b>	
<b>MUNICIPIO</b> Facatativá	<b>No. REGISTROS FOTOGRÁFICOS</b> 6
<b>COMUNIDAD O LUGAR DE VISITA:</b> Compostera Biológicos de Occidente Vda. La tribuna	<b>FECHA VISITA:</b> 26/08/2024

### REGISTRO FOTOGRÁFICO



Compostera Biológicos de Occidente Vda. La tribuna



Área de vermicultura



Abono orgánico producto del compostaje de la equinaza



Abono orgánico producto de la vermicultura



Concentrado para vacunos producto de la palma de aceite






Visita a planta de compostaje y vermicultura

<b>NOTAS:</b>
Compostera privada ubicada en la vereda de La Tribuna en el Municipio de Facatativá
Reciben los residuos orgánicos domésticos de la Escuela de Carabineros de Facatativá
Usan fibra de Palma de aceite, para complementar un concentrado para animales vacunos.
Usan el estiércol de caballo “Equinaza” para producir abono orgánico

<b>TABLA DE REGISTRO</b>	
<b>MUNICIPIO</b> Facatativá	<b>No. REGISTROS FOTOGRÁFICOS</b> 3
<b>COMUNIDAD O LUGAR DE VISITA:</b> Área Urbana y puntos críticos	<b>FECHA VISITA:</b> 24/08/2024

### REGISTRO FOTOGRÁFICO

		
Afectaciones a las fuentes hídricas por residuos sólidos Contenedor de residuos domésticos barrio Omnicentro	Punto crítico Cra. 5 Cll 11 Punto crítico Plaza de mercado	Punto crítico Cra. 2 Cll 14 Punto crítico Vía férrea
<b>NOTAS:</b>		
Se evidencian impactos negativos por disposición inadecuada de residuos por la ciudadanía		
Impacto visual, olores, vectores, residuos mezclados sin separación en la fuente		



<b>TABLA DE REGISTRO</b>	
<b>MUNICIPIO</b> Facatativá	<b>No. REGISTROS FOTOGRÁFICOS</b> 3
<b>COMUNIDAD O LUGAR DE VISITA:</b> CoopRecuperar Facatativá	<b>FECHA VISITA:</b> 25/08/2024

### REGISTRO FOTOGRÁFICO



Centro de acopio y venta de materiales inorgánicos



Recuperadores de materiales inorgánicos aprovechables zona residencial



Separación de residuos aprovechables por recicladores

**NOTAS:**

Se evidencia inequidad social para los recuperadores, condiciones de trabajo no dignas

Representación de organizaciones de recuperadores existentes

**Firma del Observador:**

**Nombres:**

[Nota: Este documento es confidencial y su contenido es propiedad exclusiva del proyecto de investigación mencionado anteriormente. Cualquier reproducción o divulgación sin autorización está prohibida.]

## Anexo IV Fichas de lectura documental diligenciadas

FICHA DE LECTURA
Nombre de la Base de Datos Consultada:  No aplica
Palabras claves o ecuación de búsqueda utilizada para la búsqueda del artículo: Residuos sólidos
Título del artículo, libro o estudios anteriores encontrado y revisado: Actualización del plan de gestión integral de residuos sólidos - PGIRS
Autores del Artículo: Alcaldía de Facatativá. Facatativá, Cundinamarca.
URL o enlace del Artículo: <a href="https://www.facatativa-cundinamarca.gov.co/planes/actualizacion-del-plan-de-gestion-integral-de-residuos">https://www.facatativa-cundinamarca.gov.co/planes/actualizacion-del-plan-de-gestion-integral-de-residuos</a>
Fecha de Publicación del artículo: entre los años 2015 y 2024. 2019/12/23
Resumen de variables y temas de interés:  Plan de gestión de residuos sólidos, servicio público de aseo, recolección, transporte y transferencia, barrido y limpieza.
Observaciones personales del estudiante: El PGIR´s fue creado en el año 2015 y cada administración ha realizado sus actualizaciones, en la de 2023 se tuvo en cuenta algunos aspectos del tratamiento de residuos orgánicos, pero aún no se ha puesto en marcha.
Referencia del artículo (norma APA) Alcaldía de Facatativá 2019, n.d.

<b>FICHA DE LECTURA</b>
Nombre de la Base de Datos Consultada: No aplica
Palabras claves o ecuación de búsqueda utilizada para la búsqueda del artículo: No aplica
Título del artículo, libro o estudios anteriores encontrado y revisado: Informe nacional de disposición final de residuos sólidos
Autores del Artículo: Informe nacional de disposición final de residuos sólidos
URL o enlace del Artículo: <a href="https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/Informe-Nacional-de-Disposicion-Final-de-Residuos-Solidos-2022.pdf">https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/Informe-Nacional-de-Disposicion-Final-de-Residuos-Solidos-2022.pdf</a>
Fecha de Publicación del artículo: entre los años 2015 y 2024. 27/12/2023
Resumen de variables y temas de interés:  Disposición final, política pública, estado de disposición final de residuos, numero de toneladas dispuestas, sistemas de disposición final, vida útil del relleno sanitario.
Observaciones personales del estudiante: La mayor disposición de residuos se lleva a cabo en el relleno sanitario, Bogotá es la ciudad con más generación, existen 262 rellenos sanitarios en Colombia, de los cuales el 50% cuentan con menos de 7 años de vida útil.
Referencia del artículo (norma APA) Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2023

### FICHA DE LECTURA

Nombre de la Base de Datos Consultada:
Palabras claves o ecuación de búsqueda utilizada para la búsqueda del artículo: Residuos and orgánicos
Título del artículo, libro o estudios anteriores encontrado y revisado: Plan de gestión integral de residuos sólidos del municipio de Facativá, departamento de Cundinamarca
Autores del Artículo: Leonardo Calderón Gomez, Oscar Hernando Calderón Ospina
URL o enlace del Artículo: <a href="file:///C:/Users/doris/OneDrive/Documentos/UNIMINUTO%202023/MAESTRIA/ANTECEDENTES/Plan%20de%20gesti%C3%B3n%20integral%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20del%20municipio%20de%20Fac.pdf">file:///C:/Users/doris/OneDrive/Documentos/UNIMINUTO%202023/MAESTRIA/ANTECEDENTES/Plan%20de%20gesti%C3%B3n%20integral%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20del%20municipio%20de%20Fac.pdf</a>
Fecha de Publicación del artículo: entre los años 2015 y 2024. 2016
Resumen de variables y temas de interés: Clasificación de los residuos orgánicos, cantidad de residuos orgánicos
Observaciones personales del estudiante: La mayor disposición de residuos se lleva a cabo en el relleno sanitario, el aprovechamiento de residuos orgánicos no es adecuado.
Referencia del artículo (norma APA) (Calderon & Calderon, 2016)

<b>FICHA DE LECTURA</b>	
Nombre de la Base de Datos Consultada: SCOPUS 2-s2.0-85151295418	
Palabras claves o ecuación de búsqueda utilizada para la búsqueda del artículo: Residuos and orgánicos	
Título del artículo, libro o estudios anteriores encontrado y revisado: Bioconversión en estado sólidos de los residuos orgánicos en compost como fertilizante biorgánico mediante aislamientos fúngicos seleccionados y su desempeño en uso agronómico	
Autores del Artículo: Informe nacional de disposición final de residuos sólidos	
URL o enlace del Artículo: <a href="https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/Informe-Nacional-de-Disposicion-Final-de-Residuos-Solidos-2022.pdf">https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/Informe-Nacional-de-Disposicion-Final-de-Residuos-Solidos-2022.pdf</a>	
Fecha de Publicación del artículo: entre los años 2015 y 2024. 27/12/2023	
Resumen de variables y temas de interés: Disposición final, política pública, estado de disposición final de residuos, numero de toneladas dispuestas, sistemas de disposición final, vida útil del relleno sanitario.	
Observaciones personales del estudiante: La mayor disposición de residuos se lleva a cabo en el relleno sanitario, Bogotá es la ciudad con más generación, existen 262 rellenos sanitarios en Colombia, de los cuales el 50% cuentan con menos de 7 años de vida útil.	
Referencia del artículo (norma APA) (Molla et al., 2023)	



## Anexo V Consentimiento informado firmado

### PROYECTO: DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS SOSTENIBLE EN EL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ.

Mi nombre es **Doris Stella Orjuela Castillo** (investigador principal), en el proyecto: “**DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS SOSTENIBLE EN EL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ**”. adscrito a la Corporación Universitaria Minuto de Dios UNIMINUTO Bogotá. Este es un trabajo de construcción colectiva el cual tiene como objetivo: Diseñar un modelo de gestión de residuos orgánicos sostenible en el municipio de Facatativá.

Si usted desea participar voluntariamente en esta investigación, lo que se espera es que comparta su vivencia personal, su percepción, opinión y conocimiento sobre: **LA GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS SOSTENIBLE EN EL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ**. Se le pedirá que manifieste sus puntos de vista de manera verbal o escrita. Usted puede rehusarse a contestar cualquier pregunta o terminar su participación en este estudio en cualquier momento.

Todos los datos recolectados serán anonimizados, por lo que no existe ningún riesgo para usted o su información al participar en este estudio. Los resultados serán discutidos en un documento académico. Si le interesa obtener una copia de la transcripción de este encuentro puede ponerse en contacto y se le hará llegar.

Si tiene alguna pregunta o comentario acerca de esta investigación, se puede comunicar al teléfono 3114417987, o al e-mail [dorjuelacas@uniminuto.edu.co](mailto:dorjuelacas@uniminuto.edu.co)

Consentimiento: He leído y entiendo la información que se me ha suministrado anteriormente. El/la investigador/a me ha respondido todas las preguntas a satisfacción y me ha dado una copia de este formato. Estoy de acuerdo en hacer parte de esta investigación y autorizo que la información suministrada sea grabada.

Firma participante Laura Melissa Ballesteros 

Fecha 05 de julio de 2024

Firma Investigador/a 

## Consentimiento informado firmado

### PROYECTO: DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS SOSTENIBLE EN EL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ.

Mi nombre es **Doris Stella Orjuela Castillo** (investigador principal), en el proyecto: “**DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS SOSTENIBLE EN EL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ**”. adscrito a la Corporación Universitaria Minuto de Dios UNIMINUTO Bogotá. Este es un trabajo de construcción colectiva el cual tiene como objetivo: Diseñar un modelo de gestión de residuos orgánicos sostenible en el municipio de Facatativá.

Si usted desea participar voluntariamente en esta investigación, lo que se espera es que comparta su vivencia personal, su percepción, opinión y conocimiento sobre: **LA GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS SOSTENIBLE EN EL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ**. Se le pedirá que manifieste sus puntos de vista de manera verbal o escrita. Usted puede rehusarse a contestar cualquier pregunta o terminar su participación en este estudio en cualquier momento.

Todos los datos recolectados serán anonimizados, por lo que no existe ningún riesgo para usted o su información al participar en este estudio. Los resultados serán discutidos en un documento académico. Si le interesa obtener una copia de la transcripción de este encuentro puede ponerse en contacto y se le hará llegar.

Si tiene alguna pregunta o comentario acerca de esta investigación, se puede comunicar al teléfono 3114417987, o al e-mail [dorjuelacas@uniminuto.edu.co](mailto:dorjuelacas@uniminuto.edu.co)

Consentimiento: He leído y entiendo la información que se me ha suministrado anteriormente. El/la investigador/a me ha respondido todas las preguntas a satisfacción y me ha dado una copia de este formato. Estoy de acuerdo en hacer parte de esta investigación y autorizo que la información suministrada sea grabada.

Firma participante Christiam Modesto Diaz González 

Fecha 10 de julio de 2024

Firma Investigador/a 

## Anexo VI Entrevista estructurada ingenieros especializados en manejo de residuos diligenciada

PROPÓSITO	INTRODUCCIÓN
<p>El propósito de esta entrevista estructurada es obtener información detallada y especializada de profesionales en ingeniería ambiental y sanitaria con maestría en Gestión de Residuos Orgánicos, con el fin de profundizar en aspectos clave relacionados con la gestión de residuos sólidos en el municipio de Facatativá. Se busca analizar, desde una perspectiva técnica y académica, diversos aspectos, las tecnologías de tratamiento disponibles, las normativas y legislaciones pertinentes, entre otros, para contribuir al diseño e implementación de estrategias efectivas de gestión de residuos orgánicos en la localidad.</p>	<p>La siguiente entrevista estructurada se enmarca en el contexto de un estudio sobre la gestión de residuos sólidos en el municipio de Facatativá, dirigida a profesionales altamente especializados en ingeniería ambiental y sanitaria con experiencia en Gestión de Residuos Orgánicos. Este encuentro busca explorar perspectivas técnicas y académicas fundamentales para comprender mejor los desafíos y oportunidades relacionados con la gestión de residuos orgánicos en la región, con el objetivo de contribuir al diseño e implementación de estrategias efectivas y sostenibles en este ámbito.</p>
CONSENTIMIENTO INFORMADO	INFORMACIÓN DEL PROYECTO
<p>Por medio de su participación en este instrumento, usted acepta que la información proporcionada será utilizada exclusivamente para fines académicos, incluyendo la transcripción y análisis de datos. Su identidad será tratada de manera confidencial y se garantizará el anonimato en la presentación de los resultados.</p>	<p><b>TESIS:</b> Diseño de un modelo de gestión de residuos orgánicos sostenible en el municipio de Facatativá.  <b>UNIVERSIDAD:</b> CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS  <b>PROGRAMA:</b> Maestría en gerencia de la innovación en proyectos  <b>SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:</b> Gestión de la innovación para el desarrollo sostenible y la consolidación empresarial.</p>
VARIABLES	ALCANCE
<p>Tendencias en aprovechamiento.</p> <p>Normativas y legislación.</p> <p>Educación ambiental.</p> <p>Desafíos en la recolección selectiva.</p> <p>Gestión comunitaria.</p> <p>Tecnologías de tratamiento</p>	<p>El alcance de esta entrevista estructurada es obtener información detallada y especializada sobre la gestión de residuos orgánicos en el municipio de Facatativá, desde la perspectiva de profesionales en ingeniería ambiental y sanitaria con experiencia en el campo. Se pretende profundizar en aspectos técnicos, normativos y prácticos relacionados con la gestión de estos residuos, con el fin de identificar desafíos, buenas prácticas y oportunidades de mejora en el manejo de estos. Los datos recopilados servirán como base para el análisis y la formulación de recomendaciones destinadas a fortalecer las políticas y acciones en materia de gestión de residuos orgánicos en el contexto municipal.</p>

## TABLA DE REGISTRO

<b>NOMBRE DEL PROFESIONAL</b> Christiam Modesto Díaz González Laura Marcela Lara Laura Melissa Ballesteros	<b>NIVEL EDUCATIVO</b> Máster en Gestión, Tratamiento y Valorización de residuos orgánicos Ingenieros Ambientales y Sanitarios.
<b>ENTIDAD</b> Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos de Bogotá – Alcaldía Mayor de Bogotá	<b>FECHA ENTREVISTA</b> 5, 10 y 12 de julio de 2024

## PREGUNTAS ENTREVISTA ESTRUCTURADA

### 1. Tendencias en aprovechamiento:

1-1 ¿Cuáles son las tendencias actuales en la valorización energética de residuos orgánicos para optimizar procesos y maximizar la eficiencia, contribuyendo a reducir los impactos ambientales negativos?

1-2 ¿Qué avances se están observando en el aprovechamiento de residuos orgánicos (agrícolas/ganaderos) para la producción de biogás, biocombustibles, y/o biomateriales y cómo pueden estas tendencias contribuir a la sostenibilidad ambiental y económica?

1-3 ¿Cuál es el potencial de las tecnologías emergentes, como la biotecnología y la pirólisis, en el aprovechamiento de residuos orgánicos para la generación de energía renovable y la producción de subproductos de valor agregado?

### 2. Normativas y legislación:

2-1 ¿Cuál es el marco normativo internacional y nacional en materia de gestión de residuos sólidos y residuos orgánicos y cómo se regula su aplicación a los generadores y para los diferentes tipos de residuos?

2-2 ¿Cuáles son los principales desafíos en la implementación y cumplimiento de las normativas ambientales relacionadas con la gestión de residuos en su país y cómo pueden superarse estos obstáculos?

2-3 ¿Qué papel desempeñan los acuerdos internacionales y las convenciones ambientales en la armonización de normativas y en la promoción de estándares de gestión de residuos sólidos y orgánicos a nivel nacional?

2-4 ¿Cómo puede la legislación ambiental incentivar la adopción de prácticas de economía circular y el desarrollo de tecnologías limpias en la gestión de residuos para reducir su impacto ambiental en el contexto específico del país?

### **3. Educación ambiental:**

3-1 ¿Cuál es la importancia de la educación ambiental en la formación de una ciudadanía consciente y comprometida con la gestión sostenible de los recursos y la reducción de la generación de residuos?

3-2 ¿Qué estrategias pedagógicas son más efectivas para promover la educación ambiental en diferentes contextos, desde el ámbito escolar hasta la capacitación laboral y comunitaria?

3-3 ¿Cómo pueden las iniciativas de educación ambiental incorporar el enfoque de aprendizaje basado en proyectos para involucrar activamente a los estudiantes en la identificación y solución de problemas ambientales locales relacionados con la gestión de residuos?

3-4 ¿Qué papel juegan las tecnologías de la información y la comunicación en la difusión de conocimientos sobre gestión de residuos y en la sensibilización de la población sobre la importancia de adoptar prácticas sostenibles?

### **4. Desafíos en la recolección selectiva:**

4-1 ¿Cuáles son los principales desafíos técnicos y logísticos en el diseño e implementación de sistemas de recolección selectiva de residuos y cómo pueden superarse estos desafíos?

4-2 ¿Qué estrategias pueden emplearse para fomentar la participación y el compromiso de la comunidad en programas de separación en la fuente y presentación diferenciada de residuos?

4-3 ¿Cuáles son los impactos económicos y ambientales de la falta de infraestructura adecuada para la recolección y tratamiento de residuos orgánicos y qué soluciones pueden implementarse para mejorar esta situación?

4-4 ¿Cómo pueden las tecnologías emergentes, como la automatización y la telemetría, mejorar la eficiencia y la efectividad de los sistemas de recolección selectiva de residuos?

### **5. Gestión comunitaria:**

5-1 ¿Cuál sería el papel de la participación comunitaria en el diseño, implementación y monitoreo de programas de gestión de residuos a nivel local y regional?

5-2 ¿Cómo pueden las iniciativas de gestión comunitaria de residuos promover la inclusión social e ingresos económicos de grupos vulnerables, así como la generación de beneficios socioambientales?

---

5-3 ¿Cuáles son las mejores prácticas para establecer mecanismos de diálogo y colaboración entre autoridades locales, organizaciones de la sociedad civil y ciudadanos en la planificación y ejecución de proyectos de gestión de residuos?

5-4 ¿Qué estrategias pueden implementarse para fortalecer la capacidad de autogestión de las comunidades en la gestión de residuos y promover la responsabilidad compartida en el cuidado del medio ambiente?

## 6. Tecnologías de tratamiento:

6-1 ¿Cuáles son las tecnologías más eficientes y sostenibles para el tratamiento de residuos orgánicos?

6-2 ¿Qué criterios se deben considerar al seleccionar tecnologías de tratamiento de residuos? (por ejemplo, condiciones locales, eficacia del tratamiento, la viabilidad económica, condiciones socioambientales)

6-3 ¿Cuáles son los beneficios y limitaciones de las tecnologías de tratamiento convencionales, como la incineración, el compostaje y la digestión anaerobia, en comparación con enfoques más innovadores, como la bioquímica y la nanotecnología?

6-4 ¿Cómo pueden las tecnologías de tratamiento avanzado, como la recuperación de energía y la producción de biogás, contribuir a la mitigación del cambio climático y la transición hacia una economía circular?

6-5 Considerando la implementación de una planta de tratamiento de residuos orgánicos municipal/regional, ¿cuál se estima que será el impacto directo e indirecto en la industria local y en la generación de empleo tanto en la fase de construcción como en la operación continua de la planta?

6-6 ¿Qué tipos de productos derivados del compostaje y la digestión anaerobia se pueden comercializar con éxito en el mercado local o regional, y cuáles son las estrategias para promover su aceptación y adopción por parte de los consumidores y las industrias?

---

**Firma del Entrevistado/a:**

Christiam Modesto Díaz González  
Laura Marcela Lara  
Laura Melissa Ballesteros

**Firma del Entrevistador:**

---

[Nota: Este documento es confidencial y su contenido es propiedad exclusiva del proyecto de investigación mencionado anteriormente. Cualquier reproducción o divulgación sin autorización está prohibida.]

---