

Implementación de una estrategia de aprovechamiento de residuos orgánicos en el casco urbano del municipio de la Plata – Huila

Camilo Andrés Vesga Benítez



Corporación Universitaria Autónoma del Cauca

Facultad de Ingeniería y Ciencias Naturales

Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria

Popayán – Cauca

2025

Implementación de una estrategia de aprovechamiento de residuos orgánicos en el casco urbano del municipio de la Plata – Huila

Camilo Andrés Vesga Benítez

Trabajo de Grado modalidad Pasantía para optar el título profesional de Ingeniero
Ambiental y Sanitario

Director:

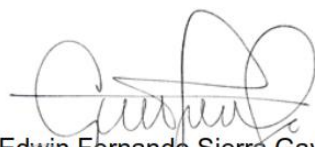
Ing. Edwin Fernando Sierra Gaviria



Corporación Universitaria Autónoma del Cauca
Facultad de Ingeniería y Ciencias Naturales
Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria
Popayán – Cauca
2025

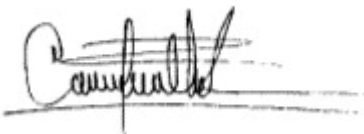
Nota de aceptación

El director y los jurados del trabajo de grado en modalidad pasantía titulado “*implementación de una estrategia de aprovechamiento de residuos orgánicos en el casco urbano del municipio de la Plata - Huila*” realizado por el estudiante Camilo Andrés Vesga Benítez. Una vez realizado el informe final y aprobado la sustentación, autorizan para que se realicen los trámites referentes para optar al título Profesional de Ingeniero Ambiental y Sanitario.



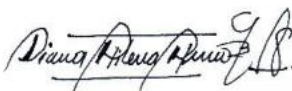
Edwin Fernando Sierra Gaviria
Docente Investigador
Facultad de Ingeniería y Ciencias Naturales

Director



Jurado 1

Carlos Felipe Uribe



Jurado 2

Diana Milena Muñoz Solarte

Popayán, 2025

Dedicatoria

Dedico el presente proyecto en primer lugar, a Dios y la Virgen porque me permitieron culminar una de mis metas más importantes en mi proyecto de vida, en segundo lugar, a mis padres y mi hermana que me han brindado su amor, comprensión, paciencia y apoyo incondicional , inculcándome valores y principios que me guiaron y estuvieron presentes en cada uno de los pasos que di para alcanzar mi título como INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO, en tercer lugar, a los tutores y compañeros que compartieron sus conocimientos y me guiaron durante diez semestres para que lograra con éxito ser profesional.

Finalmente, y no menos importante dedico este logro al medio ambiente, con el corazón lleno de alegría y la seguridad de que con mis conocimientos contribuiré a la conservación y recuperación del ambiente.

Este logro tan importante en mi vida es para ustedes.

Agradecimientos

Quisiera comenzar expresando mi más sincero agradecimiento a Dios, mi fe me permitió encontrar claridad en momentos de dificultades y dudas para seguir adelante y superar los desafíos que se presentaron durante mi formación académica. A mi familia, especialmente a mis padres y hermana, les agradezco profundamente su apoyo moral, psicológico y económico, consejos, valores y principios que me inculcaron, a esos regaños en momentos que me vieron la intención de desistir de mi formación como ingeniero, gracias por esas palabras de aliento que fueron la motivación para culminar con éxito este camino, Familia les doy infinitas gracias por ser ese pilar de amor, unión y fortaleza que siempre ha estado presente en cualquier etapa de mi vida, sin ese apoyo incondicional no hubiera podido lograr tan anhelado sueño.

Finalmente, agradezco a la universidad, tutores y compañeros por que se convirtieron en parte de mi vida durante toda mi formación gracias porque me acogieron y me brindaron la oportunidad de crecer como persona, amigo, profesional, por la paciencia y comprensión, me quedo con los mejores recuerdos de experiencias vividas; no hubiera recorrido este camino de no ser por la ayuda emocional e intelectual de todos ustedes.

Con este proyecto culmino la etapa de aprendizaje e inicio una nueva como INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO, en las manos de Dios, pongo mis conocimientos para ejercer mi profesión con orgullo, humildad y honradez, aportando lo mejor de mí para la preservación del ambiente, siendo consciente que protegerlo es responsabilidad de todos.

Tabla de Contenido

Resumen	13
Abstract.....	14
Introducción.....	15
Capítulo 1: Problema de Investigación.....	16
1.1. Planteamiento del Problema	16
1.2. Justificación	17
1.3. Objetivos.....	18
1.3.1 Objetivo General	18
1.3.2 Objetivos Específicos	18
Capítulo 2: Estado del Arte	19
2.1. Antecedentes.....	19
2.2. Bases Teóricas	20
2.2.1. Educación Ambiental	21
2.2.2. Residuos Sólidos	21
2.2.3. Cambio Climático y aprovechamiento de los Residuos Orgánicos.....	26
2.2.4. Clasificación en la Fuente	27
2.2.5. Recolección y Transporte	27
2.2.6. Tratamiento de Residuos Orgánicos.....	27
2.2.7. Compostaje	28
2.2.8. Valorización de Residuos Orgánicos.....	29
2.2.9. Disposición Final.....	29
2.2.10. Beneficios del Manejo Adecuado de Residuos Orgánicos.....	29
2.2.11. Desafíos en el Manejo de Residuos Orgánicos	30
2.2.12. Componentes de la Gestión Integral de Residuos Sólidos	30
2.2.13. Objetivos de la Gestión Integral de Residuos Sólidos.....	32
2.2.14. Beneficios de la Gestión Integral de Residuos Sólidos	33
2.2.15. Estrategias de mitigación.....	33
2.3. Marco Legal.....	34
Capítulo 3: Metodología.....	36
3.1. Fase I: Diagnóstico del manejo de residuos orgánicos en el casco urbano	36

3.1.1. Actividad 1: Revisión documental existente	36
3.1.2. Actividad 2: Caracterización de residuos sólidos orgánicos	37
3.1.3. Actividad 3: Recopilación de información del campo	39
3.2. Fase II: Diseño de una alternativa para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.....	41
3.2.1. Actividad 1: Recopilación documental mediante tecnologías de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.	41
3.2.2. Actividad 2: Definición de criterios técnico para la tecnología seleccionada....	45
3.2.3. Actividad 3: Formulación de la estrategia de implementación	46
3.2 Fase III: Evaluar el impacto generado por la implementación de la alternativa de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos	48
3.3.1 Actividad 1: Implementación de la estrategia de aprovechamiento	48
3.3.2 Actividad 2: Definición de criterios para la evaluación de la estrategia	48
3.3.3 Actividad 3: Evaluar de la estrategia	51
Capítulo 4: Resultados y Discusión.....	52
4.1. Fase I: Diagnóstico del manejo de los residuos orgánicos	52
4.1.1. Revisión documental existente	52
4.1.2 Caracterización de residuos sólidos orgánicos	56
4.1.3 Recolección de información de campo.....	62
4.1.4 Diseño metodológico y muestra aplicada.....	62
4.2. Fase II. Diseño de una alternativa para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.....	66
4.2.1. Recopilación Documental	66
4.2.2. Definición de criterios técnicos para la selección	77
4.2.3. Formulación de la estrategia de implementación	78
4.3. Fase III. Implementación de la estrategia de aprovechamiento.....	85
4.3.1 Definición de criterios y estrategias	86
4.3.2 Diagnóstico ambiental	87
4.3.3 Puntos de críticos y puntos de acopio.....	87
4.3.4 Mejora de la prestación del servicio de aseo	89
4.3.5 Aprovechamiento y tratamiento de residuos solidos.....	90

4.3.6 Estrategias de formación y educación	91
4.3.7 Evaluar el impacto	99
Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones.....	106
5.1 Conclusiones.....	106
5.2 Recomendaciones	106
Glosario	108
Referencias	111
Anexos	121

Lista de Tablas

Tabla 1. Clasificación de residuos sólidos según su origen.....	22
Tabla 2. Clasificación de los residuos solidos	24
Tabla 3. Separación de los Residuos Sólidos por Colores	25
Tabla 4. Marco Legal.....	35
Tabla 5. Modelo recopilación de información.....	37
Tabla 6. Ficha técnica de caracterización de residuos sólidos orgánicos	38
Tabla 7. Actividades realizadas durante la caracterización de residuos sólidos orgánicos .	38
Tabla 8. Criterios técnicos para la evaluación de tecnologías de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos	46
Tabla 9. Costos estimado para la obtención de una Tonelada de compos.....	49
Tabla 10. Tipos de documentos revisados y su contribución al diagnóstico.....	54
Tabla 11. Peso promedio de residuos orgánicos generados por tipo de fuente	59
Tabla 12. Ficha técnica de caracterización de residuos sólidos orgánicos residencial.....	59
Tabla 13 Ficha técnica de caracterización de residuos sólidos orgánicos comercial	60
Tabla 14. Ficha técnica de caracterización de residuos sólidos orgánicos educativa.....	60
Tabla 15. Actividades realizadas durante la caracterización de residuos sólidos orgánicos	61
Tabla 16. Criterios de inclusión y exclusión	66
Tabla 17. Características de los estudios incluidos	68
Tabla 18. Análisis De Eficiencia Económica - Tecnologías de compostaje	69
Tabla 19. Sistemas de Digestión Anaeróbica	70
Tabla 20. Comparación costos-benéfico	71
Tabla 21. Análisis de eficiencia ambiental - Reducción de las Emisiones de Gases Efecto Invernadero.....	72
Tabla 22. Beneficio de la recuperación de recursos y la economía circular.....	72
Tabla 23. Parámetros de optimización de procesos.....	73
Tabla 24. Rendimiento de tecnología integrada - Evaluación multicriterio	74
Tabla 25. Tecnologías de aprovechamiento de residuos orgánicos aplicadas en Colombia	75
Tabla 26. Comparación de tecnologías evaluadas	76
Tabla 27. Criterios técnicos definidos para la selección de tecnología	77
Tabla 28. Etapas operativas definidas para la implementación	78

Tabla 29. Presupuesto de implementación de Composteras EARTHGREEN SAC 4500 ..	80
Tabla 30. Socialización proyecto.....	83
Tabla 31. Etapas secuenciales (iniciando el 18 de septiembre del 2023 y culminado el 30 de marzo).....	83
Tabla 32. Indicadores operativos registrados durante la implementación.....	85
Tabla 33. Criterios de impacto.....	86
Tabla 34. Puntos críticos según las macrorutas	87
Tabla 35. Puntos de acopio según las macrorutas	88
Tabla 36. Cantidad de kilogramos de residuos orgánicos ingresados a las composteras técnicas/ inicio de cargue mes de octubre de 2023.....	90
Tabla 37. Capacitaciones Municipio de La Plata	96
Tabla 38. Evaluación de criterios de impacto.....	99
Tabla 39. Beneficios económicos estimados.....	103

Lista Figuras

Figura 1. Clasificación de los Residuos Sólidos según el peligro que representan.....	23
Figura 2. Sector de residuos sólidos y relación con el cambio climático.....	26
Figura 3. Etapas del proceso de gestión integral de residuos sólidos.....	31
Figura 4. Plan de manejo integral de residuos sólidos	32
Figura 5. Estrategias de Mitigación.....	34
Figura 6. Encuesta	40
Figura 7. Pasos para la selección de tecnologías	42
Figura 8. Compostera técnica I.E Técnico Agrícola	43
Figura 9. Compostera técnica I.E San Sebastián	44
Figura 10. Compostera técnica Villa Galán	45
Figura 11. Formulación de Estrategia de Implementación.....	47
Figura 12. Encuesta de Satisfacción del Servicio.....	50
Figura 13. Mapa de ubicación del esquema de recolección de residuos sólidos en la cabecera del municipio de la Plata Huila.....	57
Figura 14. Composición porcentual de los residuos recolectados.....	58
Figura 15. Importancia de los usuarios de la separación de residuos.....	63
Figura 16. ¿Qué tipo de residuos genera con más frecuencia?.....	64
Figura 17. Principales barreras identificadas para la separación de residuos.....	65
Figura 18. Ficha técnica compostera EARTHGREEN SAC 4500.....	80
Figura 19. Planilla de registro de material Orgánico ingresado a las composteras.	84
Figura 20. Registro fotográfico de puntos críticos	88
Figura 21. Capacitación Batallón Biter N.9	92
Figura 22. Capacitación Hoteles.....	93
Figura 23. Capacitación Programa Nutrihuellas ICBF.....	93
Figura 24 Capacitación Juntas de Acción Comunal.....	94
Figura 25. Capacitación I.E Misael Pastrana Borrero – Sede Cooperativo.....	95
Figura 26. Capacitación Galería Municipal.....	95
Figura 27. Folleto	97
Figura 28. Número de usuarios atendidos	98
Figura 29. Visitas Domiciliarias Zona Urbana Municipio de La Plata	99

Figura 30. Reducción estimada de residuos enviados al relleno Sanitario (%).....	101
Figura 31. Estimación mensual de reducción de emisiones (tCO ₂ eq).....	102
Figura 32. Entrevistas y trabajo en campo	121
Figura 33. Encuestas.....	123
Figura 34. Capacitaciones - Empresa de Servicios Públicos EMSERPLA.....	128
Figura 35. Capacitaciones - I.E Técnico Agrícola	128
Figura 36. Capacitaciones I.E San Sebastián	129

Resumen

La gestión de residuos orgánicos se presenta como un desafío crucial para la sostenibilidad ambiental, especialmente en áreas rurales y semiurbanas donde la falta de infraestructura y recursos limita un manejo adecuado de los desechos. En este contexto, el trabajo de grado se enfoca en La Plata, Huila, un municipio con un marcado potencial agrícola y una alta generación de residuos orgánicos, donde se busca abordar la problemática a través de un riguroso proceso de investigación y diagnóstico, que incluyó la revisión documental, la caracterización de residuos y la recopilación de datos de campo, estos pasos permitieron identificar las necesidades específicas y las oportunidades de mejora en el manejo de residuos orgánicos, contribuyendo así a un modelo de gestión ambientalmente sostenible.

Posteriormente, se diseñó una estrategia para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, la cual incluyó la selección de tecnologías, la definición de criterios técnicos y la participación comunitaria, la opción elegida fue el compostaje, ya que resulta fundamental para garantizar una gestión eficiente de los residuos y maximizar los beneficios ambientales y sociales, como la reducción de desechos enviados a los vertederos y la generación de compost para uso agrícola o comunitario, en la fase final del proyecto, se evaluó el impacto de la implementación de la estrategia mediante la reducción de material orgánico enviado al relleno sanitario Los Ángeles, ubicado en el municipio de Neiva Huila y el cumplimiento de normativas ambientales, los resultados permitieron confirmar la efectividad de las acciones realizadas, además, la participación de la comunidad y su satisfacción con el programa fueron aspectos clave para el éxito de la iniciativa y para el cumplimiento de los objetivos planteados.

Este trabajo es importante porque no solo mejora la gestión de residuos orgánicos en el municipio, sino que también aporta un enfoque técnico y sostenible que puede ser replicado en otras regiones, además, contribuir a mitigar el cambio climático, promoviendo la economía circular y fomentar una cultura ambiental responsable.

Palabras clave: residuos orgánicos, compostaje, gestión sostenible, impacto ambiental, aprovechamiento de residuos.

Abstract

Organic waste management presents a crucial challenge for environmental sustainability, especially in rural and semi-urban areas where a lack of infrastructure and resources limits proper waste management. In this context, this thesis focuses on La Plata, Huila, a municipality with significant agricultural potential and high organic waste generation. The project seeks to address the problem through a rigorous research and diagnostic process, which included document review, waste characterization, and field data collection. These steps allowed for the identification of specific needs and opportunities for improvement in organic waste management, thus contributing to an environmentally sustainable management model. Subsequently, a strategy for the utilization of organic solid waste was designed, which included the selection of technologies, the definition of technical criteria, and community participation.

Composting was chosen as an option, as it is essential to ensure efficient waste management and maximize environmental and social benefits, such as reducing waste sent to landfills and generating compost for agricultural or community use. In the final phase of the project, the impact of implementing the strategy was evaluated by reducing organic material sent to the Los Ángeles landfill, located in the municipality of Neiva, Huila, and ensuring compliance with environmental regulations. The results confirmed the effectiveness of the actions taken. Furthermore, community participation and satisfaction with the program were key factors in the success of the initiative and in achieving the stated objectives.

This work is important because it not only improves organic waste management in the municipality but also provides a technical and sustainable approach that can be replicated in other regions. It also contributes to mitigating climate change, promoting the circular economy, and fostering a responsible environmental culture.

Key words: organic waste, composting, sustainable management, environmental impact, waste utilization.

Introducción

En los últimos años, manejar adecuadamente los residuos orgánicos se ha vuelto una tarea cada vez más importante, sobre todo en lugares como el municipio de La Plata, Huila, allí, el aumento de la población y el crecimiento urbano han hecho que la cantidad de desechos generados sea mayor, lo que pone sobre la mesa la necesidad de encontrar soluciones sostenibles, apostarle al aprovechamiento de los residuos orgánicos no solo responde a un reto ambiental urgente, sino que también abre la puerta a mejorar el bienestar de quienes viven en la zona [1].

Dentro de este tipo de residuos se encuentran restos de comida, hojas, ramas y otros materiales que fácilmente podrían degradarse de forma natural, sin embargo, en muchos casos, terminan en los rellenos sanitarios, donde contribuyen a la emisión de gases como el metano, que afectan directamente al clima, darles un mejor uso, como convertirlos en compost o biogás, ayudaría a reducir este impacto y a recuperar nutrientes útiles para el medio ambiente [2]. La propuesta de poner en marcha un plan de aprovechamiento de residuos orgánicos en el casco urbano de La Plata busca precisamente construir un sistema más completo, en el que la comunidad, el gobierno local y las empresas trabajen de la mano, para que funcione, es clave promover la educación ambiental, organizar la recolección selectiva, establecer espacios donde se pueda hacer compost y alentar hábitos sostenibles en cada hogar [1], la participación de la gente es fundamental, no solo para separar bien los residuos desde el principio, sino también para fortalecer el compromiso colectivo con el cuidado del entorno.

Además, esta estrategia puede generar beneficios económicos, al crear empleos en el sector de la gestión de residuos y promover la economía circular, al convertir los residuos en productos útiles, como el compost, se puede reducir la dependencia de insumos químicos para la agricultura urbana, fomentando así prácticas agrícolas más sostenibles y saludables. La implementación de esta estrategia en La Plata no solo busca resolver un problema local, sino que también se alinea con los objetivos de desarrollo sostenible establecidos por la ONU [3], que promueven la gestión sostenible de los recursos y la reducción de residuos.

Capítulo 1: Problema de Investigación

1.1. Planteamiento del Problema

La gestión de residuos sólidos en América Latina se enfrenta a desafíos significativos, siendo la disposición inadecuada de estos residuos un problema común en muchas localidades, en particular, el municipio de La Plata, Huila, no escapa a esta realidad, donde la mayoría de los residuos se depositan en rellenos sanitarios o, en el peor de los casos, en botaderos a cielo abierto, según estimaciones de las Naciones Unidas [4], cada año se generan alrededor de 11,2 millones de toneladas de residuos sólidos en la región, de los cuales aproximadamente el 5% corresponde a residuos orgánicos, este último grupo incluye un alarmante 17% de desechos alimentarios [5], cuya descomposición no solo contribuye al aumento de los gases de efecto invernadero, sino que también desencadena una serie de problemas ambientales y de salud pública.

Los residuos orgánicos, al descomponerse, liberan metano, un potente gas de efecto invernadero que tiene un impacto mucho mayor en el calentamiento global que el dióxido de carbono, además, el proceso de descomposición de la materia orgánica genera malos olores, lo que puede provocar molestias a los residentes cercanos, estos desechos también crean un ambiente propicio para la proliferación de vectores de enfermedades, como mosquitos, moscas y roedores [6]. Si bien estos organismos contribuyen a la descomposición, su presencia representa un riesgo significativo para la salud pública, ya que pueden aumentar la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores [7]. En el municipio de La Plata (Huila), la gestión de residuos sólidos presenta deficiencias que se evidencian en su disposición inadecuada en quebradas, lotes baldíos y espacios públicos. Esto conlleva contaminación de fuentes hídricas, deterioro del paisaje urbano y riesgos para la salud de la población [8], por ejemplo, muchos residuos terminan en quebradas, lo que no solo contamina las fuentes hídricas, sino que también genera problemas aguas abajo, afectando la calidad del agua y la biodiversidad acuática, además, los residuos acumulados en avenidas generan no solo malos olores, sino también un impacto visual negativo que afecta la percepción de la comunidad sobre su entorno, los lotes baldíos y otros espacios públicos se han convertido en puntos críticos de acumulación de basura, deteriorando aún más la estética urbana y del paisaje natural del municipio [9].

Por tanto, se vuelve imperativo implementar una estrategia efectiva para el manejo y aprovechamiento de los residuos orgánicos en el casco urbano de La Plata, esta estrategia debe contemplar la recolección selectiva de los residuos, el establecimiento de infraestructuras adecuadas para el tratamiento de estos desechos, así como programas de educación y sensibilización ambiental dirigidos a la comunidad, fomentando la participación activa de los ciudadanos en la gestión de residuos, esto puede ser clave para cambiar la percepción y las prácticas actuales [10], promoviendo una cultura de sostenibilidad y cuidado ambiental, al igual que el cumplimiento de Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) del municipio de La Plata.

1.2. Justificación

La valorización de residuos orgánicos constituye una estrategia sostenible orientada a optimizar la gestión de desechos en contextos urbanos, en el caso del municipio de La Plata, Huila, se han identificado desafíos significativos en el manejo de residuos sólidos, razón por la cual la implementación de un plan integral para el aprovechamiento de residuos orgánicos se presenta como una alternativa eficaz para mitigar dichos problemas.

Este enfoque contempla la recolección diferenciada y la adecuada segregación en la fuente de materiales biodegradables, tales como restos alimenticios, residuos de jardinería y otros elementos orgánicos, posteriormente, estos residuos son susceptibles de ser procesados mediante tecnologías como el compostaje o la digestión anaeróbica, permitiendo no solo una reducción en el volumen de desechos dispuestos en rellenos sanitarios, sino también la generación de subproductos útiles, tales como abonos orgánicos o biogás, en línea con los principios de economía circular y sostenibilidad ambiental [11]. El compostaje es un proceso natural en el que los microorganismos descomponen los residuos orgánicos en un material rico en nutrientes llamado compost, puede ser realizado a pequeña o gran escala, dependiendo de las necesidades y recursos disponibles en el municipio, el compost resultante se puede utilizar como fertilizante natural para mejorar la calidad del suelo y promover la agricultura sostenible [12]. La digestión anaeróbica es otro método utilizado para aprovechar los residuos orgánicos, en este proceso, los microorganismos descomponen los residuos en ausencia de oxígeno, produciendo biogás y un subproducto llamado digestato, el biogás se puede utilizar como fuente de energía renovable para generar electricidad o calor, mientras que el digestato se puede utilizar como fertilizante [13].

La implementación de una estrategia de aprovechamiento de residuos orgánicos en el casco urbano del municipio de La Plata, Huila, puede tener varios beneficios, en primer lugar, reduciría la cantidad de residuos enviados a los rellenos sanitarios, lo que prolongaría su vida útil y reduciría los costos asociados con su operación y mantenimiento, además, el aprovechamiento de residuos orgánicos ayudaría a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la descomposición anaeróbica de los residuos en los rellenos sanitarios, la implementación de una estrategia de aprovechamiento de residuos orgánicos podría generar oportunidades económicas y sociales para la comunidad local. Por ejemplo, la producción y venta de compost o biogás podrían generar ingresos adicionales para los agricultores locales o las cooperativas agrícolas, la participación activa de la comunidad en la separación y recolección selectiva de residuos orgánicos fomentaría la conciencia ambiental y promovería prácticas sostenibles entre los residentes del municipio [14].

1.3. Objetivos

1.3.1 *Objetivo General*

Implementar una estrategia de aprovechamiento de residuos orgánicos en el casco urbano del municipio de la Plata- Huila.

1.3.2 *Objetivos Específicos*

- Realizar un diagnóstico al manejo de residuos orgánicos en el casco urbano del municipio de La Plata.
- Diseñar una alternativa para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en el casco urbano del municipio de la Plata- Huila.
- Evaluar el impacto generado por la implementación de la alternativa de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.

Capítulo 2: Estado del Arte

2.1. Antecedentes

Durante los últimos diez años, la gestión de residuos orgánicos ha adquirido una creciente importancia a nivel internacional, impulsada por la necesidad de promover prácticas sostenibles ante el avance del cambio climático [6]. En 2014, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estableció el Programa de Acción Global para la Reducción de Pérdidas y Desperdicio de Alimentos, cuyo propósito ha sido fomentar políticas públicas orientadas a la recuperación y valorización de residuos orgánicos en distintas regiones del mundo [15].

Posteriormente, con la adopción de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 12, se reforzó el compromiso global hacia patrones de producción y consumo responsables [16], en respuesta, diversos países comenzaron a estructurar estrategias avanzadas de gestión de residuos, entre ellos, naciones como Suecia y Alemania, que han implementado modelos eficientes de separación en la fuente y aprovechamiento orgánico mediante procesos de compostaje y generación de biogás [17].

Un hito adicional se produjo en 2019 con el fortalecimiento del Acuerdo de París, el cual subrayó la necesidad de disminuir el volumen de residuos destinados a rellenos sanitarios [18], como resultado, se ha promovido la adopción de tecnologías sostenibles, como la digestión anaerobia, permitiendo no solo una gestión más eficiente de los residuos biodegradables, sino también la generación de energía renovable, contribuyendo a la reducción del uso de combustibles fósiles.

En América Latina, países como Brasil y Chile han liderado iniciativas para el manejo de residuos orgánicos [19]. En 2016, Brasil promulgó la Política Nacional de Residuos Sólidos, que incluye la promoción del compostaje y la valorización energética de los residuos orgánicos, en Chile [20], el Plan Nacional de Residuos Orgánicos (2018) busca implementar sistemas de compostaje a gran escala, con el objetivo de recuperar al menos el 30% de los residuos orgánicos generados en el país.

En Colombia, la preocupación por el manejo de residuos orgánicos ha aumentado considerablemente en los últimos años, la Ley 1774 de 2016, que establece disposiciones sobre el

manejo de residuos [21], incluye un enfoque en la reducción, reutilización y reciclaje, promoviendo la implementación de estrategias de aprovechamiento de residuos orgánicos. En 2018, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible lanzó la Guía para la gestión de residuos orgánicos, la cual proporciona herramientas y estrategias para el manejo adecuado de estos residuos a nivel nacional [22].

En el municipio de La Plata (Huila), se enmarca en una dinámica departamental en la que municipios como Pitalito lideran proyectos integrales de compostaje comunitario y economía circular. En Pitalito, se entregaron kits de compostaje y capacitación a familias rurales que lograron aprovechar más de 1150 kg/mes de residuos orgánicos para producir abono doméstico, reduciendo significativamente la disposición de desechos en rellenos sanitarios y mitigando su impacto sobre el río Magdalena [23].

A su vez, el programa Huila Recicla, replicado en La Plata y en otros municipios, ha fomentado la separación en la fuente, la recuperación de residuos orgánicos y el desarrollo de modelos de negocios verdes. Mas de 18500 familias ya participan del proyecto, que transforma residuos orgánicos en compost y promueve practicas sostenibles alineadas con los principios de economía circular y desarrollo local ambientalmente responsable [24].

En 2021, el gobierno colombiano lanzó el Plan Nacional de Gestión de Residuos, que incluye la meta de implementar sistemas de recolección selectiva de residuos orgánicos en todas las ciudades principales del país para 2025 [25], este plan también contempla la inclusión de la comunidad en el proceso. de gestión de residuos, promoviendo la educación ambiental y la participación ciudadana.

2.2. Bases Teóricas

El deterioro del medio ambiente es una problemática cada vez más crítica, impulsada principalmente por los residuos sólidos (RS) generados como resultado de las actividades humanas, a pesar de que diversas investigaciones han abordado este tema y propuesto múltiples alternativas, aún no se ha alcanzado una solución definitiva, sin embargo, estos estudios ofrecen herramientas valiosas para avanzar hacia un modelo de desarrollo sostenible [26].

Una gestión inadecuada de los recursos naturales está provocando daños significativos, algunos de los cuales podrían ser irreversibles y difíciles de cuantificar, estas malas prácticas,

muchas veces derivadas de hábitos cotidianos irresponsables, han deteriorado de forma considerable la calidad de vida humana y han intensificado los problemas ambientales [27].

Frente a este panorama, en las últimas décadas se ha promovido con mayor intensidad la cultura del reciclaje. En este contexto, el proyecto busca involucrar activamente a la comunidad en la concientización ambiental, fomentando prácticas responsables y otorgando al manejo de los residuos sólidos la relevancia que exige la situación ambiental actual.

2.2.1. Educación Ambiental

Según la UNESCO-PNUMA conciben la educación ambiental como un proceso formativo integral que tiene como objetivo desarrollar en las personas valores, conocimientos, habilidades y actitudes que les permitan comprender y valorar la relación entre los seres humanos, su cultura y el entorno natural [28].

Abordar el cuidado ambiental con seriedad es fundamental para revertir los patrones de comportamiento que han causado daños al planeta, si estos hábitos perjudiciales persisten en el tiempo, se compromete la calidad de vida y se acelera el deterioro de los ecosistemas, por ello, es indispensable fomentar la reflexión individual y colectiva en torno a los valores, actitudes y transformaciones culturales necesarias para enfrentar los desafíos ambientales [29].

Más allá de una educación convencional centrada en la transmisión de contenidos, la educación ambiental busca generar conciencia crítica y promover un cambio de comportamiento, este enfoque propone una conexión directa entre las personas y su entorno, promoviendo la conservación de los recursos como base para garantizar el bienestar de las generaciones presentes y futuras [30].

2.2.2. Residuos Sólidos

Los residuos sólidos comprenden todos aquellos materiales generados por las actividades cotidianas de los seres humanos y de algunos animales. Estos elementos suelen considerarse desechos sin valor o utilidad. Para su adecuada gestión, es necesario tener en cuenta propiedades físicas como el peso, volumen y densidad, además de clasificar su nivel de peligrosidad (peligrosos, inertes o no peligrosos), ya que esta categorización determina el tipo de tratamiento y disposición requeridos [31].

Desde una perspectiva general, los residuos sólidos se dividen en dos grandes categorías:

- **No aprovechables:** Son aquellos residuos que no pueden ser reutilizados ni reincorporados en procesos productivos, carecen de valor comercial y su gestión implica costos asociados a su tratamiento y disposición final [32].
- **Aprovechables:** Corresponden a materiales que, aunque ya no son útiles para quien los genera, pueden integrarse a nuevos procesos productivos, representando una oportunidad para la economía circular y la reducción del impacto ambiental [32].

2.2.2.1. Clasificación de Residuos Sólidos. Los residuos sólidos pueden clasificarse de múltiples formas, y esta variedad responde tanto a sus características como a su origen. Una correcta separación y clasificación de estos residuos resulta esencial para una gestión adecuada [33].

Una de las formas más comunes de clasificar los residuos es según su procedencia. A continuación, se presentan algunas de las fuentes generadoras más frecuentes:

Tabla 1

Clasificación de residuos sólidos según su origen

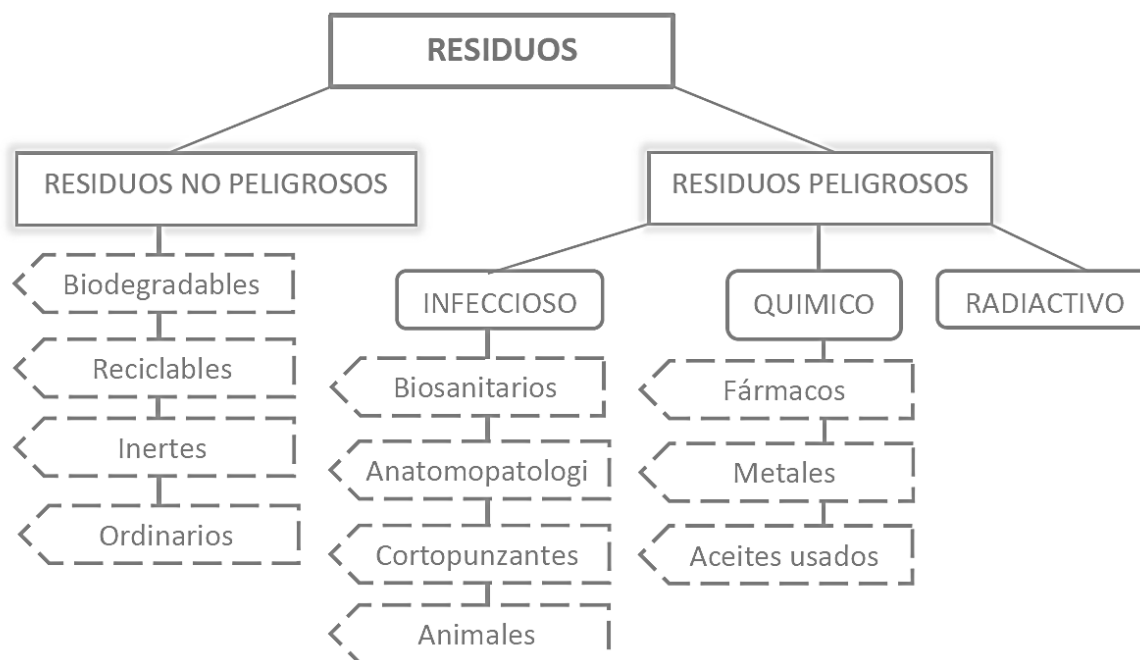
Uso	Descripción
Comercial	Residuos generados en actividades desarrolladas dentro de establecimientos comerciales.
Domestico	Desechos originados en los hogares, debido a las actividades cotidianas.
Institucional	Proviene de instalaciones educativas u otras instituciones similares.
Industrial	Generados en procesos productivos propios del sector industrial.
Construcción	Derivados de obras nuevas, remodelaciones o mantenimiento de infraestructura vial.
Agrícola	Procedentes de actividades agropecuarias, como cosechas o poda de árboles.

Nota. Elaboración propia según Resolución 0754 [34]

Otra categoría importante para la clasificación de residuos es la relacionada con el nivel de peligrosidad, esta clasificación distingue entre residuos no peligrosos y residuos peligrosos, según el riesgo que representen para la salud humana y el entorno [33], y se categorizan como:

Figura 1

Clasificación de los Residuos Sólidos según el peligro que representan



Nota. Elaboración Propia Según Resolución 0754 [34]

2.5.1 Residuos No Peligrosos.

Este tipo de residuos puede generarse en cualquier entorno o actividad, y no implican un riesgo directo para las personas ni para el medio ambiente [35], se subdividen en:

1. **Biodegradables:** Son aquellos compuestos orgánicos o químicos que pueden descomponerse de forma natural, en esta categoría se incluyen restos vegetales, residuos de alimentos no contaminados, papeles no reciclables, detergentes biodegradables, entre otros [36].
2. **Reciclables:** Residuos que, aunque no se descomponen con facilidad, pueden reincorporarse a procesos productivos como materia prima, incluyen ciertos tipos de papel y plástico, metales, vidrio, textiles y dispositivos en desuso [36].
3. **Inertes:** Materiales cuya descomposición o transformación resulta extremadamente lenta o nula, entre estos se encuentran productos como el icopor, papeles especiales como el carbón y ciertos plásticos [36].

4. **Ordinarios:** Son generados durante el desarrollo habitual de actividades en espacios como oficinas, áreas comunes, cafeterías, salas de espera, entre otros sitios institucionales [36].

2.2.2.1.1. Residuos Peligrosos. Corresponden a aquellos residuos que, por su composición o características, representan un riesgo potencial. Pueden ser inflamables, explosivos, reactivos, tóxicos, corrosivos, radiactivos, volátiles o poseer agentes biológicos infecciosos. Su manejo requiere medidas especiales para evitar afectaciones a la salud o al entorno.

De acuerdo con la Guía Técnica Colombiana GTC 24 del año 2009, los residuos sólidos pueden clasificarse también atendiendo a su composición física, origen y forma de manejo [37]:

Tabla 2

Clasificación de los residuos solidos

Criterio	Tipos de residuos
Por composición física	Restos alimenticios y de jardinería, papel, plásticos, textiles, madera, metales, vidrio, cerámica, cenizas, escombros, huesos y otros residuos.
Por procedencia	Residenciales, industriales, institucionales, hospitalarios y de limpieza urbana.
Por el manejo	Comunes, especiales, reciclables y peligrosos.

Nota. Elaboración propia

2.2.2.2. Caracterización de los Residuos Sólidos. Implica la obtención de información cualitativa y cuantitativa sobre sus propiedades y composición física en un periodo de tiempo determinado, esta actividad tiene como propósito identificar las características específicas de los residuos para facilitar su gestión adecuada y cumplir con objetivos ambientales y de aprovechamiento [38].

Algunos ejemplos de residuos caracterizados son:

- 1. Aluminio:** El reciclaje de aluminio permite ahorrar hasta un 90 % de la energía que se necesitaría para producirlo directamente a partir de la bauxita, su materia prima natural, actualmente, el porcentaje de recuperación de este material se encuentra entre el 28 % y el 38 % [39].
- 2. Papel:** Recuperar una tonelada de papel evita la tala de varios árboles de tamaño mediano, el proceso de reciclaje incluye la trituración del papel usado, su mezcla con

agua, la depuración, el blanqueo, la formación de nuevas hojas mediante rodillos, el secado y finalmente el corte, la tasa de recuperación del papel alcanza aproximadamente un 54 % [39].

3. **Vidrio:** Para reciclar el vidrio es necesario retirar impurezas como tapas metálicas y otros materiales extraños, una vez purificado, el vidrio se funde y se vierte en moldes donde, mediante aire comprimido o presión, adquiere nuevas formas, en ciertos países, también se emplea como agregado en mezclas de asfalto, concreto y otros materiales de construcción, su tasa de recuperación ronda el 20 % [39].
4. **Restos de comida:** Los residuos orgánicos de cocina y de jardinería, como hojas y césped, son cada vez más tratados mediante procesos de compostaje, esta técnica convierte los desechos en humus, un fertilizante natural que enriquece el suelo, el porcentaje de recuperación asociado a estos residuos es aproximadamente del 42 % [39].

2.2.2.3. Separación de los Residuos Sólidos por Colores. Con el objetivo de facilitar el proceso de separación en la fuente y promover una cultura sólida de reciclaje en el país, el Ministerio de Ambiente expidió la Resolución 2184 de 2019 [40], vigente desde 2021, esta normativa establece un sistema de codificación por colores para las bolsas, canecas y contenedores de residuos, basado en tres colores principales:

Tabla 3

Separación de los Residuos Sólidos por Colores

	Blanco: Para depositar materiales aprovechables que puedan ser reciclados.
	Negro: Destinado a residuos no aprovechables.
	Verde: Para residuos orgánicos aprovechables, como restos de comida y residuos de jardinería.

Nota. Elaboración Propia Según Resolución 2184 de 2019 [40]

La implementación de esta medida busca simplificar la clasificación de los residuos, facilitar su aprovechamiento y generar un impacto positivo en el medio ambiente, fomentando una mayor participación ciudadana en los procesos de reciclaje.

2.2.3. Cambio Climático y aprovechamiento de los Residuos Orgánicos

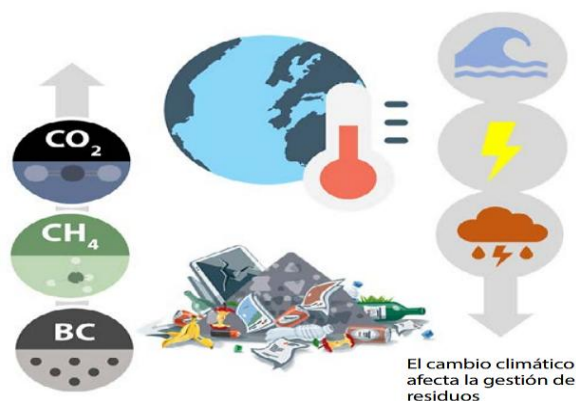
El cambio climático es un fenómeno global que se ve afectado significativamente por la gestión de residuos, especialmente los residuos orgánicos, la separación de estos residuos en vertederos genera emisiones de gases de efecto invernadero [41], siendo el metano uno de los más perjudiciales, este gas tiene un potencial de calentamiento global mucho mayor que el dióxido de carbono en el corto plazo.

El sector de residuos sólidos es una fuente importante de emisiones, y el metano y el carbono negro son particularmente relevantes en este contexto, cuando los residuos orgánicos se desechan junto con otros tipos de basura, se evita su descomposición natural, lo que contribuye a la acumulación de gases nocivos en el ambiente [42].

Aprovechamiento de Residuos Orgánicos. El reciclaje de residuos orgánicos es una estrategia clave para mitigar el cambio climático, al reciclar estos materiales, se pueden reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y, por ende, contribuir a la lucha contra el cambio climático [43].

Figura 2

Sector de residuos sólidos y relación con el cambio climático



Nota. Tomado de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos [41, p. 12]

Además, el aprovechamiento de estos residuos puede transformar lo que antes era un problema ambiental en un recurso valioso, como el compostaje, que mejora la calidad del suelo y reduce la necesidad de fertilizantes químicos [44].

Conforme la crisis climática se agudiza, es urgente actuar en todos los frentes, incluyendo la reducción de residuos y la mejora de su gestión [43], implementar técnicas adecuadas para el manejo de residuos orgánicos no solo ayuda a disminuir las emisiones, sino que también promueve un ciclo de vida más sostenible para los recursos naturales.

2.2.4. Clasificación en la Fuente

La segregación de residuos en el lugar de origen constituye una etapa esencial dentro del proceso de gestión integral, particularmente en lo que respecta a los residuos orgánicos, esta práctica consiste en identificar y separar adecuadamente los desechos biodegradables desde el momento mismo de su generación, lo cual resulta fundamental para optimizar los procesos posteriores de valorización, como el compostaje o la digestión anaerobia [45]. La ausencia de una clasificación adecuada puede derivar en la contaminación cruzada con residuos no orgánicos, comprometiendo la eficiencia del tratamiento y reduciendo significativamente la calidad del producto final obtenido.

2.2.5. Recolección y Transporte

Una vez clasificados, los residuos orgánicos deben ser recolectados y transportados adecuadamente. Existen varias modalidades de recolección:

1. **Puerta a puerta**, donde los residuos se recogen directamente desde los hogares o comercios.
2. **Puntos limpios o ecológicos**, donde los ciudadanos llevan los residuos a centros de acopio. El transporte de los residuos debe realizarse en condiciones adecuadas para evitar olores, descomposición rápida y contaminación [20].

2.2.6. Tratamiento de Residuos Orgánicos

El manejo técnico de los residuos orgánicos contempla una variedad de tecnologías orientadas a minimizar su volumen y transformar estos materiales en insumos aprovechables

dentro de un enfoque de economía circular. El propósito fundamental de estas tecnologías es maximizar el aprovechamiento de los residuos biodegradables, disminuyendo su impacto ambiental y generando productos útiles [46].

2.2.7. *Compostaje*

Esta técnica consiste en un proceso biológico de descomposición controlada que se desarrolla en condiciones aeróbicas, es decir, con presencia de oxígeno. En dicho proceso, comunidades microbianas actúan sobre la materia orgánica, desintegrándola progresivamente hasta obtener un producto final estabilizado conocido como compost. Este material, de alto valor agronómico, se emplea comúnmente como enmienda orgánica, contribuyendo a la mejora de la estructura, fertilidad y capacidad de retención de agua en los suelos utilizados en actividades agrícolas y paisajísticas [46].

2.2.7.1. Tipos de compostaje.

1. **Doméstico:** Realizado en pequeña escala en hogares o jardines.
2. **Industrial:** Llevado a cabo en grandes instalaciones que procesan grandes volúmenes de residuos.
 - **Digestión anaerobia:** Es un proceso biológico en ausencia de oxígeno que descompone la materia orgánica para producir **biogás** (principalmente metano y dióxido de carbono) y un subproducto conocido como digestato, que puede utilizarse como fertilizante. El biogás puede utilizarse como fuente de energía renovable, lo que lo convierte en una tecnología de doble beneficio: gestión de residuos y producción de energía.
 - **Vermicompostaje:** Este método aprovecha la capacidad de las lombrices para descomponer la materia orgánica. Las lombrices ingieren la materia orgánica y la transforman en humus, un abono de alta calidad que mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo.
 - **Fermentación anaeróbica (Bokashi):** Técnica de origen japonés que emplea consorcios microbianos para fermentar los residuos en un entorno sin oxígeno. Su rápida dinámica permite obtener un abono con alta concentración de nutrientes en

un tiempo mucho menor al compostaje tradicional, adaptándose incluso a espacios limitados [20].

2.2.8. Valorización de Residuos Orgánicos

La finalidad primordial de la gestión de residuos orgánicos radica en su valorización, es decir, en la transformación de estos desechos en insumos o subproductos que aporten valor tanto económico como ambiental [47]. Para ello, se emplean diversas estrategias de valorización:

1. Compost: El compost es un fertilizante orgánico que mejora la estructura y fertilidad del suelo, su uso reduce la dependencia de fertilizantes químicos, contribuyendo a la sostenibilidad de la agricultura [48].

2. Biogás: La digestión anaerobia de la materia orgánica genera una mezcla gaseosa principalmente compuesta por metano y dióxido de carbono, la cual puede aprovecharse para producir energía eléctrica o térmica, al utilizarse como biocombustible renovable, contribuye a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y respalda las estrategias de mitigación del cambio climático [49].

3. Biorremediación: Algunos residuos orgánicos pueden utilizarse para restaurar suelos degradados o contaminados, a través de procesos naturales que regeneran el ecosistema [50].

2.2.9. Disposición Final

En algunos casos, una pequeña fracción de los residuos orgánicos no puede aprovecharse y necesita ser dispuesta de manera segura. La **disposición final** en vertederos debe evitarse lo más posible, ya que los residuos orgánicos en vertederos generan **metano**, un gas de efecto invernadero con un impacto climático 25 veces mayor que el dióxido de carbono [51].

Sin embargo, si se realiza la disposición en vertederos, es crucial que estos estén equipados con sistemas de captura de metano para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

2.2.10. Beneficios del Manejo Adecuado de Residuos Orgánicos

1. Reducción de la contaminación: Al gestionar adecuadamente los residuos orgánicos, se reduce la contaminación del suelo, agua y aire que puede resultar de su disposición incorrecta en vertederos [52].

2. Mitigación del cambio climático: El aprovechamiento de los residuos orgánicos mediante compostaje o digestión anaerobia evita las emisiones de metano provenientes de la descomposición anaerobia en vertederos [52].

3. Aprovechamiento de recursos: Los residuos orgánicos se transforman en productos valiosos como fertilizantes naturales o energía renovable, contribuyendo a una economía más circular y sostenible [52].

4. Mejora de la salud del suelo: El compost y otros productos derivados de residuos orgánicos enriquecen el suelo, mejorando su estructura, capacidad de retención de agua y contenido de nutrientes [52].

2.2.11. Desafíos en el Manejo de Residuos Orgánicos

1. Falta de separación en origen: La falta de educación y concienciación ciudadana para separar los residuos orgánicos sigue siendo un obstáculo significativo [50].

2. Infraestructura insuficiente: Muchas regiones no cuentan con instalaciones adecuadas de compostaje o digestión anaerobia para procesar los residuos orgánicos [50].

3. Contaminación de los residuos: La presencia de plásticos, metales y otros materiales no orgánicos en los residuos dificulta su procesamiento y reduce la calidad del compost o biogás producido [50].

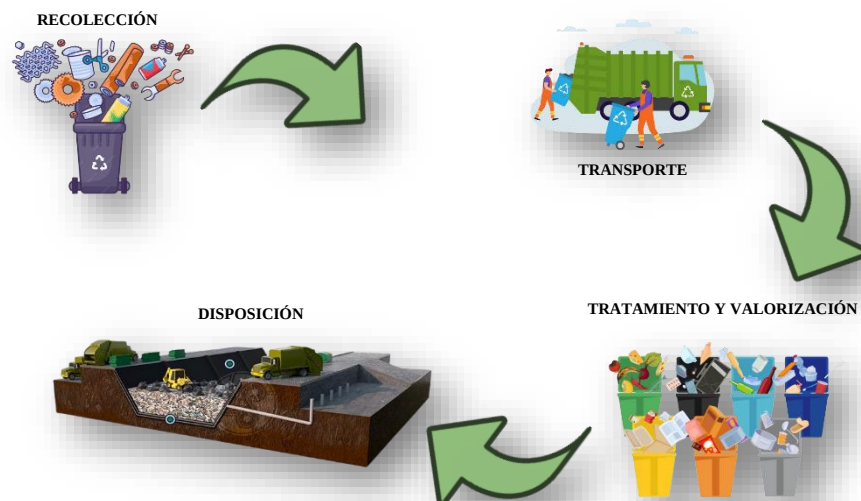
4. Costos iniciales: La implementación de tecnologías para la valorización de residuos orgánicos, como plantas de biogás o instalaciones de compostaje, puede requerir inversiones considerables [50].

2.2.12. Componentes de la Gestión Integral de Residuos Sólidos

La gestión integral de residuos sólidos abarca una serie de etapas clave, cada una con funciones específicas que buscan minimizar el impacto ambiental y promover el aprovechamiento de los materiales descartados, en la **Figura 3** se presenta un esquema general de los componentes fundamentales de este proceso [53].

Figura 3

Etapas del proceso de gestión integral de residuos sólidos



Las etapas del proceso de gestión integral de residuos sólidos son (ver figura 3):

Recolección: Esta es la primera fase del proceso y consiste en la recolección sistemática y eficiente de los residuos generados, es crucial que, desde esta etapa inicial, se garantice una separación adecuada de los materiales, lo cual facilita su posterior tratamiento o aprovechamiento [54].

Transporte: Una vez recogidos, los residuos deben ser trasladados a los centros de acopio o plantas de tratamiento, este traslado debe realizarse bajo condiciones que reduzcan al máximo los riesgos de contaminación y aseguren una operación ambientalmente responsable [54].

Tratamiento y valorización: En esta etapa, los residuos se someten a procesos destinados a recuperar materiales útiles o generar energía, entre las técnicas más utilizadas se encuentran el compostaje y la digestión anaeróbica, que permiten transformar los residuos orgánicos en productos de valor, como fertilizantes o biogás, estas acciones contribuyen significativamente a la economía circular y al uso eficiente de los recursos [54].

Disposición final: Finalmente, los residuos que no pueden ser reutilizados ni transformados son enviados a vertederos controlados, allí se aplican medidas específicas de manejo para minimizar los efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud pública, tales como el monitoreo de lixiviados y emisiones de gases [55].

Figura 4*Plan de manejo integral de residuos sólidos*

Nota. Tomado del *Plan de manejo integral de residuos sólidos* [56]

El programa para la gestión integral de residuos sólidos debe incluir varios componentes clave que garanticen su correcta implementación, en primer lugar, es fundamental realizar un diagnóstico exhaustivo de los residuos generados, lo cual permite identificar su tipología, volumen y características específicas, esta información es crucial para diseñar estrategias de manejo adaptadas a las particularidades de cada tipo de residuo. Adicionalmente, un aspecto esencial en la gestión de residuos sólidos es la adopción de medidas preventivas para reducir la generación de residuos en su origen [56], lo cual involucra la promoción de prácticas sostenibles tanto en la producción como en el consumo de bienes y servicios, buscando así una disminución en la cantidad de desechos generados.

2.2.13. Objetivos de la Gestión Integral de Residuos Sólidos

El propósito fundamental de un sistema de gestión integral de residuos sólidos (GIRS) consiste en reducir al mínimo la generación de desechos y maximizar la recuperación de materiales útiles, para ello, se diseñan e implementan políticas, programas y normativas que, simultáneamente, fomentan el desarrollo económico sostenible y garantizan la conservación del entorno natural [57], además, esta estrategia promueve la participación activa de diversos actores

sociales incluyendo a los recicladores formales e informales, reconociendo su rol clave en la cadena de valorización de los residuos [58].

2.2.14. Beneficios de la Gestión Integral de Residuos Sólidos

La puesta en marcha de un modelo integral de manejo de residuos no solo reduce significativamente el volumen de material que llega a los vertederos, sino que también impulsa la transición hacia una economía circular, al recuperar y reutilizar fracciones de residuos, se preserva el contenido de nutrientes y materias primas que de otro modo se perderían, extendiendo así el ciclo de vida de los recursos naturales y mejorando la eficiencia global del sistema de gestión ambiental [59].

2.2.15. Estrategias de mitigación

Las estrategias de mitigación comprenden un conjunto de medidas planificadas y técnicamente estructuradas, orientadas a disminuir o evitar los impactos adversos derivados de problemáticas ambientales como el cambio climático, la contaminación de los recursos naturales y la degradación de la biodiversidad, estas acciones se implementan con el fin de mejorar la resiliencia de los sistemas ecológicos y sociales frente a dichas amenazas. A continuación, se detallan algunas alternativas de mitigación que pueden adaptarse a diferentes contextos territoriales y sectoriales [60].

Figura 5*Estrategias de Mitigación*

Nota. Elaboración propia en base a [61]

2.3. Marco Legal

El desarrollo del presente marco teórico se ha estructurado en formato tabular con el propósito de proporcionar una representación sistemática, clara y sintética de los elementos esenciales vinculados a la gestión de residuos sólidos, esta presentación permite abordar de manera organizada aspectos clave como definiciones conceptuales, tipologías, regulaciones normativas vigentes, así como los principales procesos y tecnologías aplicadas en su manejo y valorización, la disposición adoptada facilita la comprensión integral del tema, al tiempo que subraya la relevancia de aplicar estrategias sostenibles orientadas a mejorar la eficiencia en la gestión de residuos y a fomentar la transición hacia un modelo de economía circular.

Tabla 4*Marco Legal*

Norma	Descripción
Decreto 2981 del 2013	Reglamenta el Servicio Público de Aseo en Colombia, definiendo los elementos que lo componen, sus modalidades y obligaciones para quienes lo prestan y reciben. Establece lineamientos sobre la planificación, operación y vigilancia del servicio, incluyendo la gestión de residuos sólidos aprovechables, su recolección diferenciada y el aprovechamiento dentro de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) municipales. También amplía el alcance del aseo a tareas como barrido, limpieza de vías, corte de césped y lavado de espacios públicos, buscando mejorar la eficiencia y sostenibilidad del servicio [62].
Decreto 2412 de 2018	Modifica aspectos del Decreto 2981 de 2013 y busca fortalecer la inclusión de recicladores de oficio dentro del servicio público de aseo, regulando su remuneración y formalización. Define cómo deben integrarse las actividades de aprovechamiento realizadas por organizaciones de recicladores y establece condiciones técnicas y operativas para su vinculación. Además, orienta la implementación de esquemas diferenciales para mejorar la eficiencia en la gestión de residuos sólidos en el marco del PGIRS [63].
CONPES 3874 de 2016	Este documento de política pública define la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (ENGIRS). Tiene como propósito principal promover una economía circular y sostenible a través del manejo adecuado de los residuos, fomentando su reducción, reutilización y aprovechamiento. Establece metas claras para el país en términos de cobertura, inclusión de recicladores, fortalecimiento institucional y educación ambiental. El CONPES busca orientar la acción de diferentes entidades del Estado para mejorar la prestación del servicio de aseo y disminuir el impacto ambiental de los residuos [64].

Nota. Elaboración Propia a partir de los documentos citados en la tabla.

Capítulo 3: Metodología

3.1. Fase I: Diagnóstico del manejo de residuos orgánicos en el casco urbano

Esta fase se enfoca en comprender la situación actual del manejo de residuos orgánicos en el área urbana del municipio. A través de diversas actividades, se busca recopilar y analizar información relevante que permita identificar las prácticas existentes, las deficiencias en los procesos de recolección y disposición, y las oportunidades de mejora. El diagnóstico se construye con base en fuentes documentales, observación directa y análisis de campo.

3.1.1. Actividad 1: Revisión documental existente

Como punto de partida para comprender la situación del manejo de residuos orgánicos en el municipio de La Plata, se realizó una revisión documental sistemática que permitió explorar experiencias previas, marcos normativos y fundamentos teóricos relevantes para el diseño de una estrategia de aprovechamiento contextualizada.

La revisión se estructuró en varias etapas. En primer lugar, se establecieron los objetivos, orientados a identificar buenas prácticas en la gestión de residuos urbanos, analizar la normativa ambiental vigente, posteriormente, se recopilaron fuentes provenientes de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) organismo multilateral de las Naciones Unidas enfocado en el desarrollo sostenible y ambiental de América Latina y el Caribe, estudios académicos, planes de manejo locales y casos documentados en municipios con características similares.

La búsqueda de información se realizó con criterios de actualidad, pertinencia temática, credibilidad institucional y aplicabilidad práctica, se utilizaron palabras clave como “residuos orgánicos”, “gestión sostenible”, “compostaje urbano” y “estrategias locales de residuos”, tanto en español como en inglés, a través de bases de datos como Redalyc y Google Scholar, los documentos seleccionados fueron analizados críticamente a través de una matriz que permitió identificar patrones, oportunidades, limitaciones y tendencias comunes, la síntesis de los hallazgos se organizó en un informe interno que sirvió como base para orientar las fases posteriores del proyecto, finalmente, se incorporó la retroalimentación de actores locales y expertos ambientales, quienes contribuyeron a validar los contenidos y reforzar la pertinencia del enfoque adoptado. La

siguiente matriz resumirá la información clave obtenida a partir de diversas fuentes durante la etapa de recopilación y análisis documental.

Tabla 5

Modelo recopilación de información

Fuente consultada	Tipo de documento	Temática principal	Contribución al diagnóstico

3.1.2. Actividad 2: Caracterización de residuos sólidos orgánicos

La caracterización de los residuos sólidos orgánicos generados en el casco urbano del municipio de La Plata fue una etapa clave en el proceso metodológico, ya que permitió conocer de forma técnica y estructurada la composición, cantidad y calidad de dichos residuos. Esta información fue indispensable para sustentar la formulación de una estrategia de aprovechamiento viable, en función de la generación real de residuos.

La actividad inició con la planificación del estudio, donde se definieron los objetivos, la metodología y el cronograma del muestreo, para determinar la muestra representativa de residuos, se empleó un muestreo aleatorio estratificado con base en la población estimada del casco urbano y los sectores de generación (residencial, comercial, institucional y espacios públicos). El tamaño de la muestra fue calculado utilizando la fórmula para poblaciones finitas, considerando un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %. Se estratificó la población según la densidad habitacional y tipo de actividad económica.

La recolección de residuos se realizó aplicando el método de cuarteo, el cual consistió en seleccionar aleatoriamente residuos generados durante un periodo continuo de siete días, posteriormente mezclarlos homogéneamente y dividirlos en cuatro partes iguales, descartando dos partes opuestas y repitiendo el proceso hasta obtener una muestra manejable y representativa, las muestras fueron transportadas a un sitio acondicionado para el análisis, donde se llevó a cabo la clasificación manual de los residuos, separando los componentes orgánicos de los inorgánicos. El peso y volumen de las fracciones orgánicas fueron registrados con instrumentos previamente calibrados (balanzas digitales y recipientes volumétricos), siguiendo los lineamientos técnicos

nacionales establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Resolución 2184 de 2019 [40].

Además, se desarrolló una caracterización cualitativa, identificando tipos de residuos predominantes como restos de comida, residuos vegetales, papel contaminado y cartón húmedo. La información fue registrada mediante una ficha técnica de caracterización, que incluyó variables como tipo de residuo, peso, volumen, frecuencia de aparición y observaciones adicionales como lo vemos en la Tabla 6.

Tabla 6

Ficha técnica de caracterización de residuos sólidos orgánicos

Variable	Descripción
Fecha de recolección	Día/mes/año
Punto de muestreo	Sector (residencial, comercial, etc.)
Tipo de residuo	Restos de comida, vegetales, papel contaminado, etc.
Peso (kg)	Peso de cada fracción orgánica
Volumen (L)	Volumen estimado de la muestra
Frecuencia de aparición	Alta / Media / Baja
Observaciones	Notas adicionales sobre el estado del residuo, presencia de contaminantes, etc.

Posteriormente, los datos fueron sistematizados en herramientas ofimáticas y analizados mediante estadística descriptiva (promedios, porcentajes y frecuencias relativas). Estos resultados permitieron estimar proporciones relativas, identificar patrones de generación y definir oportunidades de aprovechamiento. Finalmente, se elaboró un informe técnico preliminar que incluyó conclusiones y recomendaciones para orientar las siguientes fases del proyecto, como lo observamos en la Tabla 7.

Tabla 7

Actividades realizadas durante la caracterización de residuos sólidos orgánicos

Actividad	Descripción
Planificación del estudio	Definición de objetivos, diseño metodológico y cronograma de recolección.
Selección de puntos de muestreo	Identificación de sectores clave: residencias, comercios, instituciones y espacios públicos.

Recolección de muestras	Muestreo aleatorio estratificado durante un periodo continuo.
Clasificación y separación	División entre residuos orgánicos e inorgánicos en sitio acondicionado.
Medición de peso y volumen	Registro con instrumentos calibrados de cada fracción orgánica recolectada.
Caracterización cualitativa	Identificación visual de tipos de residuos específicos.
Análisis de composición	Estimación de proporciones mediante herramientas estadísticas.
Registro y análisis de datos	Sistematización en tablas, gráficos y herramientas de análisis cuantitativo.
Interpretación e informe final	Elaboración de conclusiones y recomendaciones preliminares.

3.1.3. Actividad 3: Recopilación de información del campo

La recolección de información en campo fue una etapa fundamental para complementar los análisis técnicos desarrollados en la caracterización de residuos. Su propósito fue conocer de primera mano las prácticas, percepciones y niveles de conocimiento de los mayores generadores de residuos sólidos orgánicos en el casco urbano del municipio de La Plata. Esta información fue clave para identificar vacíos, barreras y oportunidades de mejora en la gestión local.

El proceso inició con la definición de objetivos específicos y la elaboración de un plan metodológico basado en una técnica cuantitativa mediante una encuesta estructurada. Este instrumento se diseñó con base en lineamientos metodológicos del DANE y adaptaciones de guías del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, ajustado al contexto socioeconómico del municipio [65], [66].

Determinación de la muestra. Se seleccionó una muestra no probabilística por conveniencia, conformada por 40 establecimientos comerciales y generadores institucionales, como tiendas, restaurantes, supermercados, colegios, pequeñas industrias del casco urbano y zonas residenciales. La selección se basó en los registros de la empresa de servicios públicos (EMSERPLA), priorizando aquellos que, por su actividad, generan mayores volúmenes de residuos sólidos orgánicos.

El enfoque en establecimientos comerciales se justificó por ser estos los principales generadores de residuos orgánicos en la zona, lo que los convierte en actores clave para el diseño de estrategias de aprovechamiento. No se incluyeron viviendas domésticas debido a su generación

dispersa y de menor volumen, lo cual dificultaría el análisis comparativo y la implementación de soluciones colectivas efectivas.

Contenido y aplicación de la encuesta. La encuesta fue aplicada de manera presencial por el equipo técnico de campo. Incluyó secciones para caracterizar variables sociodemográficas (edad, género, ocupación, nivel educativo) y aspectos relacionados con la gestión de residuos, tales como:

- 3 Tipo y volumen estimado de residuos generados.
- 4 Conocimiento y experiencia previa en separación de residuos.
- 5 Prácticas de reciclaje y disposición final.
- 6 Obstáculos percibidos para una correcta clasificación.
- 7 Opiniones sobre los impactos ambientales y sanitarios del mal manejo.
- 8 Actitudes frente a la reducción de residuos y sugerencias de mejora.

Figura 6

Encuesta

emserpla
ENCUESTA SOBRE LOS RESIDUOS SOLIDOS

DATOS GENERALES:

Nombre:

1. Su edad se encuentra entre:

- ☐ Menos de 18 años
- ☐ Entre 18 y 24 años
- ☐ Entre 25 y 40 años
- ☐ Entre 40 y 65 años
- ☐ Más de 65 años

2. Género:

- ☐ Femenino
- ☐ Masculino

3. Ocupación:

4. Grado de educación del personal encuestado del establecimiento

- ☐ Primaria
- ☐ Secundaria
- ☐ Técnico
- ☐ Profesional

5. Qué tipo de residuos desecha con más frecuencia en su establecimiento:

- ☐ Sobres de alimentos
- ☐ Peligrosos
- ☐ Papeles
- ☐ Orgánico
- ☐ Plásticos
- ☐ Vidrios

6. ¿Cuál es el peso aproximado de desechos que vota al día?

- ☐ De 2 a 4
- ☐ De 5 a 10
- ☐ De 11 a 15

7. ¿Cree usted que es importante separar los residuos de genera en su establecimiento comercial?

- ☐ Si
- ☐ No

8. ¿Ha tenido alguna vez iniciativa de separar los residuos en su establecimiento?

Responsable: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ
Elaborado por: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ

emserpla

9. ¿Ha realizado algún tipo de capacitación en cuanto manejo de residuos orgánicos?

- ☐ Si
- ☐ No

10. ¿Cuál es el destino de los residuos orgánicos producidos en el establecimiento?

- ☐ Basura común
- ☐ Canecas especiales
- ☐ Compostaje o para las plantas
- ☐ No sabe que son residuos orgánicos

11. Recicla:

- ☐ Si
- ☐ No

12. Que tipo de residuos recicla mayormente:

- ☐ Cartón
- ☐ Papel
- ☐ Vidrio
- ☐ Plástico

13. ¿Qué aspectos cree que dificulta la clasificación?

- ☐ Falta de espacio para tantas bolsas
- ☐ Pérdida de tiempo
- ☐ Desconocimiento de la forma de hacerlo
- ☐ Desconocimiento de las ventajas futuras
- ☐ Para usted que problemas genera el mal uso de residuos:
- ☐ Contaminación ambiental
- ☐ Destrucción de los recursos naturales
- ☐ Afectación de la salud pública
- ☐ Todas las anteriores

14. ¿Cómo empezas a reducir los residuos de tu establecimiento?

15. ¿Cree usted que mediante la sensibilización se puede reducir la mala disposición de los residuos sólidos?

16. Que sugerencias debería tener usted para mejorar el uso racional y eficiente de agua?

Responsable: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ
Elaborado por: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ

También se incorporaron preguntas abiertas para recoger ideas sobre el uso racional del agua y propuestas ciudadanas para mejorar la sensibilización ambiental ver según la Figura 6.

Procesamiento y análisis de la información. Los datos recopilados fueron organizados y procesados con herramientas ofimáticas. Se aplicaron técnicas estadísticas básicas para el análisis cuantitativo (frecuencias y porcentajes) y un análisis cualitativo de contenido para las respuestas abiertas. Los hallazgos obtenidos aportaron insumos valiosos para la formulación de estrategias de aprovechamiento, al reflejar el nivel real de compromiso y conciencia ambiental de los actores locales.

3.2. Fase II: Diseño de una alternativa para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos

Una vez finalizado el diagnóstico técnico y social en la Fase I, se procedió a diseñar una alternativa viable para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en el casco urbano del municipio de La Plata, esta etapa se estructuró a partir de los hallazgos obtenidos previamente y se desarrolló bajo principios de sostenibilidad, participación comunitaria y viabilidad técnica.

3.2.1. Actividad 1: Recopilación documental mediante tecnologías de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.

La selección de tecnologías apropiadas para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en el casco urbano del municipio de La Plata fue una actividad clave para asegurar la viabilidad técnica, económica, social y ambiental de la estrategia propuesta. Esta actividad se fundamentó en una metodología basada en la revisión documental, técnica de investigación que consiste en la búsqueda, recuperación, análisis e interpretación de datos y textos escritos que se adapten al contexto local. La cual permitió identificar y analizar alternativas tecnológicas viables.

El proceso metodológico comenzó con la evaluación de los objetivos y metas del proyecto, con el fin de establecer criterios de selección coherentes con los propósitos planteados.

Posteriormente, con la pregunta planteada para llevar a cabo la búsqueda de información fue la siguiente:

¿Cuáles son las tecnologías que se usan para el aprovechamiento o transformación de residuos sólidos orgánicos?

Lo cual se realizó una revisión documental exhaustiva de fuentes académicas, técnicas y normativas, incluyendo publicaciones científicas, experiencias exitosas en otros departamentos y lineamientos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Esta revisión permitió identificar varias tecnologías utilizadas en el aprovechamiento de residuos orgánicos dentro de las zonas urbanas de los municipios en todo el territorio Nacional

Una vez identificadas las tecnologías, se desarrolló un análisis estructurado siguiendo los pasos que se observan en la figura 7, donde se consideran diferentes criterios metodológicos:

Figura 7

Pasos para la selección de tecnologías



En la fase de implementación de sistema de compostaje se puede observar en las siguientes imágenes la puesta en marcha del sistema autónomo de conversión de residuos orgánicos en compost en los tres puntos priorizados dentro de la zona urbana del municipio de La Plata.

Figura 8

Compostera técnica I.E Técnico Agrícola



Figura 9

Compostera técnica I.E San Sebastián



Figura 10*Compostera técnica Villa Galán*

3.2.2. Actividad 2: Definición de criterios técnico para la tecnología seleccionada

Una vez identificadas y analizadas las tecnologías de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos más pertinentes para el municipio de La Plata, se procedió a definir un conjunto de criterios técnicos que permitieran orientar la elección final de manera objetiva y fundamentada, esta actividad tuvo como propósito establecer parámetros claros y replicables que facilitarían la evaluación comparativa entre alternativas, el proceso inició con la identificación de los objetivos técnicos del proyecto, los cuales incluían, entre otros, la reducción de residuos dispuestos en relleno sanitario, el aprovechamiento de la materia orgánica generada y la posibilidad de implementar soluciones sostenibles con bajo impacto ambiental, estos objetivos sirvieron como base para seleccionar los criterios de análisis.

Posteriormente, se revisaron las normativas ambientales locales y nacionales relacionadas con la gestión de residuos y el uso de tecnologías de tratamiento, con el fin de asegurar que las alternativas consideradas cumplieran con los requisitos legales establecidos, a partir de esta revisión y del análisis del contexto municipal, se definieron los siguientes criterios técnicos mencionados en la actividad anterior, cada uno de estos criterios fue operacionalizado mediante indicadores cualitativos y cuantitativos, permitiendo su evaluación comparativa.

La Tabla 8 presenta los criterios técnicos definidos durante el proceso metodológico para orientar la selección de tecnologías apropiadas, cada criterio fue seleccionado con base en los objetivos del proyecto, la normativa vigente y las condiciones locales del municipio de La Plata, estos criterios sirvieron como referencia para comparar las alternativas identificadas en la fase anterior, permitiendo una evaluación objetiva, integral y contextualizada.

Tabla 8

Criterios técnicos para la evaluación de tecnologías de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos

Criterio técnico	Descripción	Indicador de evaluación
Viabilidad técnica	Capacidad de implementación según infraestructura y condiciones locales	Nivel de adaptación tecnológica
Viabilidad económica	Costos de inversión, operación y mantenimiento	Costo estimado por tonelada tratada
Compatibilidad normativa	Cumplimiento con legislación ambiental y sanitaria vigente	Cumple / No cumple
Capacidad de gestión operativa	Recursos técnicos y humanos disponibles para operar la tecnología	Alta / Media / Baja
Impacto ambiental	Potencial de reducción de emisiones y uso responsable de recursos naturales	Bajo / Medio / Alto
Participación comunitaria	Posibilidades de involucrar a la comunidad en el proceso de implementación y seguimiento	Sí / Parcial / No
Escalabilidad y flexibilidad	Posibilidad de ampliar el sistema y adaptarlo a nuevas condiciones	

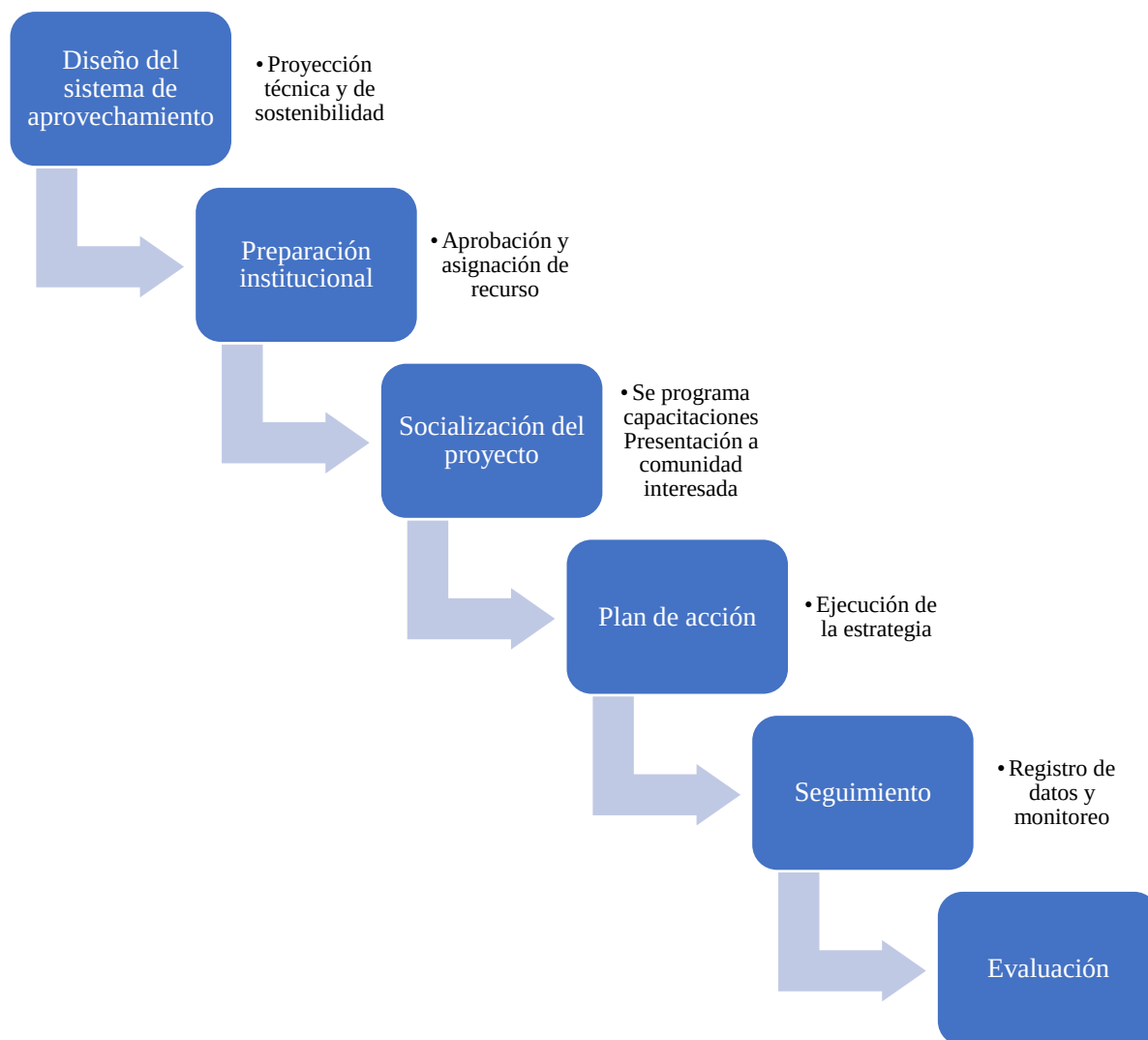
3.2.3. Actividad 3: Formulación de la estrategia de implementación

Se realizó la formulación la estrategia de implementación para el aprovechamiento de residuos orgánicos del municipio de La Plata. Para ello, se consideró la información recopilada en actividades anteriores, las cuales permitieron definir criterios necesarios para el diseño y proyección. Adicionalmente, se tuvo en cuenta un proceso lógico y coherente que abarco desde el

diseño del sistema de aprovechamiento, hasta el plan de ejecución y seguimiento, tal como se muestra en la figura 11.

Figura 11

Formulación de Estrategia de Implementación



3.2 Fase III: Evaluar el impacto generado por la implementación de la alternativa de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos

3.3.1 Actividad 1: Implementación de la estrategia de aprovechamiento

El proceso arrancó con una fase diagnóstica exhaustiva y la construcción de un plan de acción detallado, en el que se evaluaron las condiciones locales, se cuantificó el volumen de residuos orgánicos generados y se analizaron las capacidades técnicas disponibles para el compostaje, a partir de este diagnóstico se definieron los requerimientos municipales y se establecieron objetivos operativos perfectamente alineados con la normativa ambiental vigente, seguidamente, se desplegó una campaña de sensibilización y formación comunitaria, que incluyó talleres y charlas en colegios, centros comunitarios y asociaciones locales, en estas actividades se destacó la importancia de la separación en la fuente y del compostaje como herramienta de valorización, lo cual resultó crucial para incentivar la participación activa de los habitantes.

Para asegurar la efectividad de la estrategia, se implementaron protocolos de monitoreo y evaluación basados en indicadores clave de desempeño: volumen de materia orgánica procesada, eficiencia del proceso biológico y parámetros de calidad del producto final (compost o biogás). Este sistema de seguimiento permitió introducir ajustes operativos en tiempo real y validar el cumplimiento de las metas planificadas, finalmente, el alto grado de involucramiento de la comunidad y el apoyo permanente de las autoridades locales fueron determinantes para la coordinación fluida de todas las actividades, garantizando la viabilidad técnica y la sostenibilidad a largo plazo del proyecto.

3.3.2 Actividad 2: Definición de criterios para la evaluación de la estrategia

La definición de los criterios para la evolución de las estrategias a aplicar dentro del proceso se define desde el punto de vista social, económico y ambiental, mediante la aplicación de diversas metodologías analíticas, para valorar los efectos generados por la implementación de la estrategia, en términos de *impacto ambiental*, es determinado por la reducción de residuos sólidos orgánicos depositados en el relleno sanitario, al igual que la conservación de recursos naturales.

En cuanto al *impacto económico*, se basa en el desarrollo enfocado en la creación de empleo local de mano de obra calificada y no calificada, referentes a los profesionales de apoyo

dentro de la estrategia educativa y la aplicación de la tecnología seleccionada, para poder obtener resultados que generen nuevas oportunidades comerciales, además de una evaluación de los ahorros derivados de la gestión más eficiente de los residuos, así como una reducción considerable de los costos operativos para el municipio en comparación con los métodos tradicionales de manejo de residuos, y adicionalmente el valor comercial o ingresos adicionales que puede originar la venta del material compostado a los usuarios participantes del proyecto.

Tabla 9

Costos estimado para la obtención de una Tonelada de compos

Concepto	Costo estimado
Materia orgánica (recolección)	\$ 35.000
Mano de obra	\$ 60.000
Energía/agua	\$ 5.000
Insumos (cal, EM, etc.)	\$ 10.000
Costos indirectos	\$ 10.000
Total estimado	\$ 120.000

En el *ámbito social*, se basa en la participación comunitaria, mediante el aumento de la conciencia ambiental, generada a través de la realización de capacitaciones, charlas, diálogos, talleres que permitan llegar a la población de la zona urbana del municipio, tanto a estudiantes, amas de casa, comerciantes y todos los usuarios en general. Se evaluará mediante la aplicación de encuestas de satisfacción personalizadas que permitan que los usuarios del servicio puedan expresar su punto de vista de cada una de las capacitaciones adelantadas.

Figura 12*Encuesta de Satisfacción del Servicio*

 		SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD PROYECTO MUNICIPAL RECICLAMOS PARA EL CAMBIO ENCUESTA DE SATISFACCION JORNADAS DE CAPACITACION		Fecha de Aprobación: Noviembre 2023 Versión 01 Página 1 de 1	
NOMBRE O RAZON SOCIAL		Ocupacion			
EDAD		CELULAR:			
NUMERO DE CEDULA		FECHA:			
I. CONTENIDO DE LA CAPACITACIÓN 1. ¿El contenido fue claro y comprensible? ☐ Muy de acuerdo ☐ De acuerdo ☐ En desacuerdo ☐ Muy en desacuerdo 2. ¿Consideras que los temas abordados fueron relevantes y aplicables? ☐ Muy de acuerdo ☐ De acuerdo ☐ En desacuerdo ☐ Muy en desacuerdo 3. ¿Se cumplieron tus expectativas con respecto a la capacitación? ☐ Sí totalmente ☐ Parcialmente ☐ No II. CAPACITADOR 4. ¿El capacitador dominaba el tema? ☐ Sí ☐ No ☐ Parcialmente 5. ¿Fomentó la participación y respondió adecuadamente a las preguntas? ☐ Muy de acuerdo ☐ De acuerdo ☐ En desacuerdo ☐ Muy en desacuerdo III. METODOLOGIA Y MATERIALES 6. ¿La metodología utilizada fue adecuada?? ☐ Sí ☐ No 7. ¿El material entregado (presentaciones, folletos, etc.) fue útil y comprensible? ☐ Muy útil ☐ Útil ☐ Poco útil ☐ No útil IV. OPINION GENERAL Y SUGERENCIAS 8. ¿Qué fue lo que más te gustó de la capacitación? 9. ¿Qué aspectos consideras que se pueden mejorar? 10. ¿Te gustaría recibir más capacitaciones relacionadas con el manejo de residuos? ☐ Sí ☐ No Si tu respuesta fue sí, ¿sobre qué temas? ¡Gracias por tu tiempo y por contribuir a una mejor gestión de los residuos sólidos orgánicos!					

Las metodologías de evaluación adoptadas incluyeron la recopilación de datos preliminares previos a la implementación del proyecto, un monitoreo constante de los indicadores previamente definidos, así como la realización de evaluaciones periódicas para ajustar y optimizar la estrategia conforme a los resultados obtenidos, además, se llevaron a cabo análisis de causas para abordar cualquier desviación o resultado no satisfactorio, los resultados obtenidos fueron divulgados de manera clara y accesible a la comunidad, promoviendo una retroalimentación constante y un

proceso de mejora continua para asegurar la sostenibilidad y efectividad de la estrategia a largo plazo.

3.3.3 Actividad 3: Evaluar de la estrategia

Teniendo en cuenta los criterios y estrategias de evaluación que se definen en la actividad dos, se realizara todo el esquema de recolección de información y análisis de la misma, lo cual me permite llegar a la evolución de la estrategia, mediante la aplicación de varias metodologías, basadas en el enfoque social, económico y ambiental del proyecto.

Capítulo 4: Resultados y Discusión

4.1. Fase I: Diagnóstico del manejo de los residuos orgánicos

Esta primera fase representó uno de los componentes más importantes del proyecto, ya que permitió conocer de manera precisa y detallada el estado actual del manejo de los residuos orgánicos en el municipio, a partir de esta información, se establecieron las bases técnicas, sociales y ambientales necesarias para proponer una estrategia viable de aprovechamiento, adaptada a las realidades locales.

El diagnóstico se planteó con un enfoque integral, que no solo consideró la dimensión física de los residuos (tipo, cantidad, volumen), sino también las prácticas ciudadanas, las percepciones sociales, la infraestructura disponible y los factores críticos que dificultan o limitan el adecuado manejo de los residuos sólidos orgánicos en el territorio, en este sentido, se priorizó un análisis mixto que integró herramientas cuantitativas y cualitativas, permitiendo interpretar los datos más allá de su medición objetiva, durante esta fase se ejecutaron tres actividades fundamentales, desarrolladas de forma secuencial y complementaria: la revisión documental, la caracterización de residuos sólidos orgánicos, y la recolección de información de campo. Cada una de estas actividades permitió obtener datos clave desde distintas perspectivas, facilitando una comprensión más profunda del contexto municipal.

4.1.1. *Revisión documental existente*

Durante esta actividad se realizó una revisión documental sistemática de fuentes secundarias confiables y pertinentes, con el fin de contextualizar la problemática del manejo de residuos sólidos orgánicos en el municipio de La Plata. Se consultaron documentos tanto a nivel local como nacional, incluyendo informes institucionales, marcos normativos, artículos académicos, estadísticas oficiales y experiencias documentadas de otros municipios con características similares y teniendo en cuenta la pregunta de investigación.

La búsqueda y selección de documentos se realizó aplicando criterios de actualidad, pertinencia temática, credibilidad institucional y aplicabilidad práctica, con palabras clave como “residuos orgánicos”, “compostaje urbano”, “gestión sostenible” y “estrategias locales de

residuos”, en español e inglés. Las fuentes fueron consultadas a través de bases como Redalyc, Scielo y Google Scholar, además de portales institucionales oficiales.

El análisis documental permitió identificar que, en La Plata, si bien existe una estructura básica para la recolección y disposición de residuos, no se han implementado estrategias eficaces de aprovechamiento de los residuos orgánicos. A su vez, se evidenció que estos residuos representan entre el 50 % y 65 % del total generado en zonas urbanas similares, lo que plantea una gran oportunidad para su valorización mediante procesos como el compostaje o la biodigestión.

La Tabla 10 presenta un resumen de los principales tipos de documentos revisados, sus temáticas centrales y la contribución específica que realizaron al diagnóstico:

Tabla 10

Tipos de documentos revisados y su contribución al diagnóstico

Fuente consultada	Documento / Título	Tipo de documento	Temática principal	Contribución al diagnóstico	Cita
Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda)	Resolución 0754 de 2014	Resolución	Es la adopción de la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos	El marco de acción para que los municipios y distritos elaboren sus PGIRS, definiendo objetivos, metas, programas y proyectos para el manejo adecuado de los residuos sólidos.	[34]
EMSERPLA Empresa de Servicios Públicos del Municipio de la Plata	PGIRS del municipio de La Plata	Técnico y operativo	Gestión integral de residuos sólidos municipio de la plata	- Se identifica que solo el 15,93% de la Población está capacitada en temas de separación en la fuente, reciclaje, lo cual hace que no se realice una adecuada gestión de residuos sólidos en especial los orgánicos que tiene potencial de aprovechamiento. - Se identifica 03 bodegas, centros de acopio y estaciones de clasificación y aprovechamiento, en la categoría de mediano. - Cantidad de 19 recicladores de oficio y 13 que pertenece a la organización PINOS-OIKOS VIDA. - Se Identifica los puntos críticos en la zona urbana los siguientes: Kilómetro 1 vía Neiva, Barrio San Antonio, Barrio Villa María, Institución educativa La Pastrana, Institución educativa Marillac, Av. Libertadores, salida Belalcázar kilómetro 1, vía al terminal de transporte.	[67]

Fuente consultada	Documento / Título	Tipo de documento	Temática principal	Contribución al diagnóstico	Cita
- Aguas del Huila S.A	- PGIRS del municipio de Paicol. - PGIRS del municipio de Nátaga. - PGIRS del municipio de Compoalegre.	Técnico y operativo	Compostaje, separación en la fuente, educación y economía	La empresa Aguas del Huila implementa iniciativas de sensibilización a los recuperadores de oficio y la economía circular, donde se prioriza la minimización, el reciclaje, la reutilización y el aprovechamiento de los materiales.	[68] [69] [70]
- Empresas Públicas de Tesalia (EPT)	-PGIRS del municipio de Tesalia.	Técnico y operativo	Compostaje, separación en la fuente y educación	Las Empresas Públicas de Tesalia (EPT S.A. E.S.P.) fomenta la transformación de los residuos orgánicos para elaborar abonos en los mismos predios por medio de capacitaciones a la comunidad.	[71]
Naciones Unidas	ONU – ODS 12	Agenda internacional	Producción y consumo sostenibles	Producción y consumo responsable para sostener los medios de subsistencia de las generaciones actuales y futuras.	[72] [16]

Nota. elaboración propia en base a las fuentes citadas en la tabla.

La tabla 10, evidencia que se abordó una diversidad de enfoques (técnico, normativo, operativo y estratégico) durante la revisión documental. La inclusión de fuentes, internacionales (como la ONU y los ODS), nacionales (como MinAmbiente), Resolución 0754 de 2014 y locales (como el EOT y PGIRS de La Plata y estudios de casos de municipios aledaños como lo son: Paicol, Nataga, Compoalegre y Tesalia donde promueve la gestión ambiental y social de los residuos a través de la separación en origen, la creación de puntos limpios, la integración de recuperadores urbanos y fomento de mercados de reciclaje buscando optimizar la recolección, involucrar a la comunidad en campañas educativas, para lograr reducir la disposición en basurales a cielo abierto y además la empresa Agua del Huila S.A fomenta la economía circular, donde se prioriza la minimización, el reciclaje, la reutilización y el aprovechamiento de los materiales participando en iniciativas como la Feria de Economía Circular para visibilizar el interés de la comunidad en el manejo de materiales recuperados.

Junto con los estudios anteriormente mencionados, permitió construir un diagnóstico sólido e integral para el manejo adecuado de los residuos sólidos.

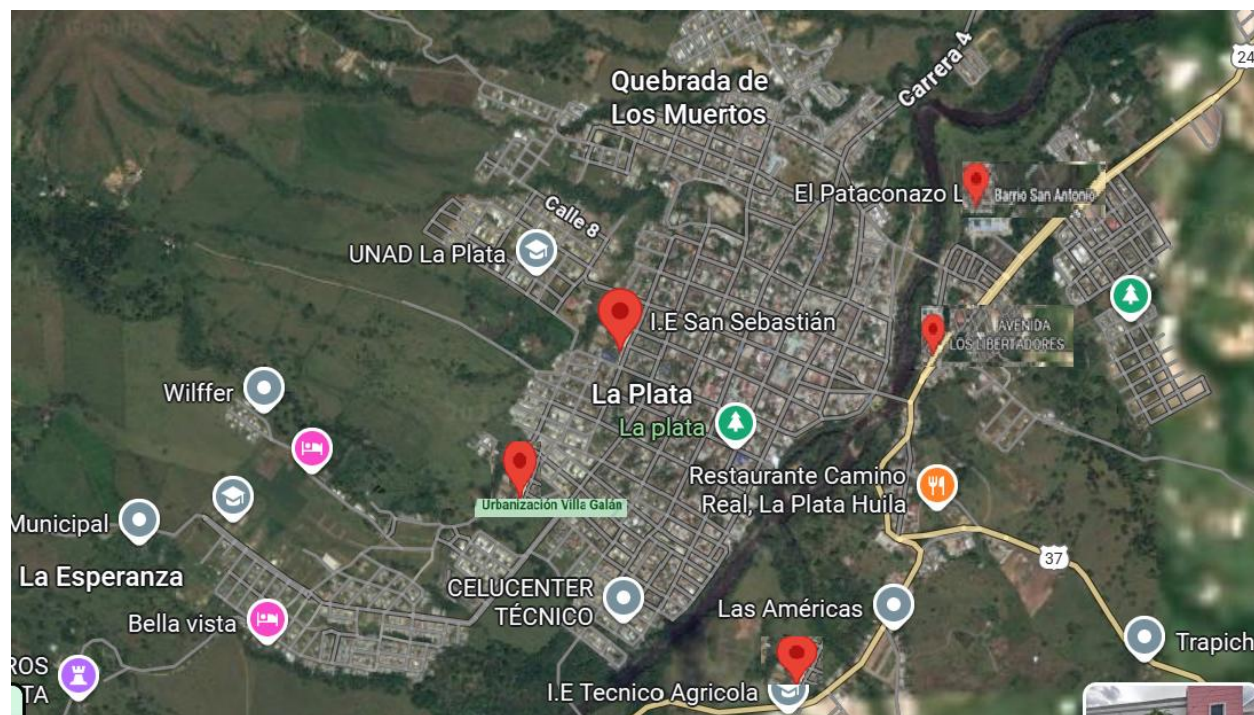
En conjunto, esta revisión documental no solo aportó el marco conceptual y normativo para el proyecto, sino que también reforzó la pertinencia del enfoque adoptado, especialmente en torno a la implementación de estrategias de compostaje, separación en la fuente y sensibilización ciudadana, como pilares clave para un modelo de aprovechamiento de residuos adaptado al contexto local.

4.1.2 Caracterización de residuos sólidos orgánicos

Como parte del diseño metodológico planteado, se realizó la caracterización de residuos sólidos orgánicos en el casco urbano del municipio de La Plata, a fin de comprender su composición, comportamiento y potencial de aprovechamiento. La actividad incluyó un esquema de recolección sistemático, el cual se desarrolló en tres tipos de fuentes generadoras: residencial, comercial (pequeño comercio) e institucional educativa.

Figura 13

Mapa de ubicación del esquema de recolección de residuos sólidos en la cabecera del municipio de la Plata Huila



Nota. Elaboración Google Earth 2025.

En la figura 13 encontramos la cabecera del municipio de la Plata Huila, donde se identificaron (05) puntos críticos establecidos por la Empresa de Servicios Públicos de la Plata son los siguientes:

- 1 Barrio Villa Galán
- 2 Barrio San Antonio
- 3 Institución Educativa San Sebastián
- 4 Institución Educativa Técnico Agrícola
- 5 Avenida libertadores.

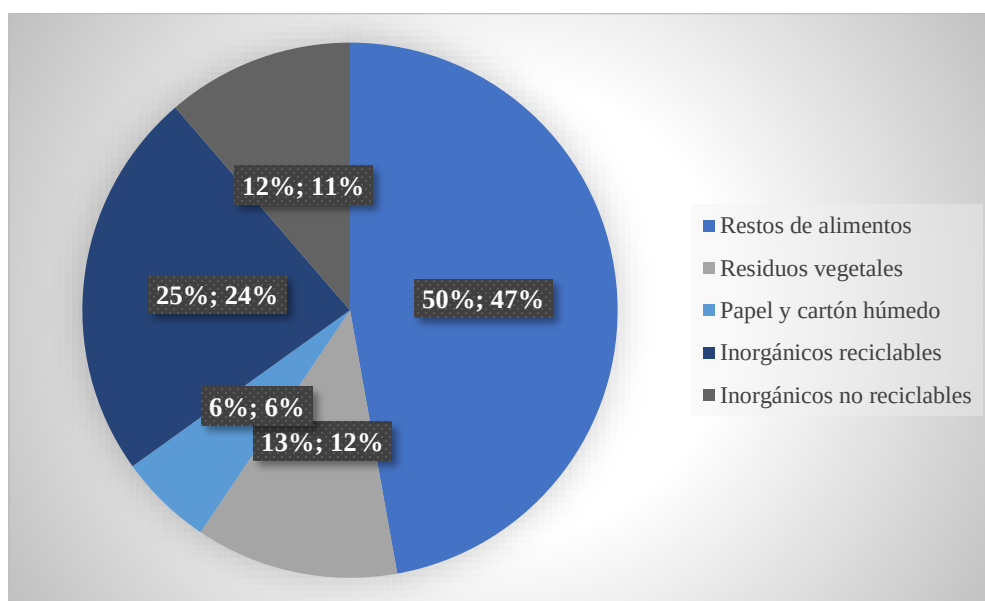
Durante siete días consecutivos se recolectaron un total de 21 muestras, distribuidas en siete por cada categoría, es decir, 7 muestras para zona institucional, 7 muestras para la zona comercial y 7 muestras para la zona residencial la recolección se realizó mediante un muestreo aleatorio estratificado, considerando la densidad poblacional y el tipo de actividad económica. Cada muestra fue obtenida aplicando el método de cuarteo, el cual consistió en mezclar los

residuos recolectados en cada jornada, dividir el total homogéneo en cuatro partes iguales, eliminar dos partes opuestas y repetir el proceso hasta obtener una muestra de análisis manejable. Se caracterizó únicamente el volumen y peso resultante tras el cuarteo, no la totalidad de los residuos recolectados. No obstante, se mantuvo una trazabilidad del volumen original para el cálculo de producción per cápita.

En total se clasificaron 150 kg de residuos, de los cuales el 63 % correspondió a residuos orgánicos, principalmente restos de alimentos, residuos vegetales y papel/cartón húmedo, como se observa en la Figura 14.

Figura 14

Composición porcentual de los residuos recolectados



Este resultado concuerda con estudios previos realizados en municipios intermedios, donde se reportan proporciones similares de residuos orgánicos (entre 60 % y 70 %), evidenciando un patrón regional de alta generación de fracción biodegradable. Además, la Resolución 2184 de 2019 y el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PNGIRS) promueven la separación y aprovechamiento de esta fracción debido a su alto potencial de transformación mediante compostaje y otras tecnologías limpias [66]

El análisis por tipo de fuente, mostrado en la Tabla 11, revela que los establecimientos institucionales educativos presentan la mayor proporción de residuos orgánicos con un promedio del 68 %, seguido por el sector residencial (60 %) y el comercial (50 %). Esta diferencia se atribuye a la operación diaria de comedores escolares, los cuales generan una cantidad constante de residuos biodegradables [73], [74].

Tabla 11

Peso promedio de residuos orgánicos generados por tipo de fuente

Tipo de generador	Promedio diario (kg)	Proporción orgánica (%)
Residencial	4.2	60 %
Comercial (pequeño)	6.5	50 %
Institucional educativa	7.1	68 %

A partir del peso total recolectado y la población beneficiaria estimada para cada sector, se calculó una generación per cápita diaria aproximada de 0.48 kg/hab/día de residuos orgánicos, valor que se encuentra dentro del rango reportado por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios [75], para municipios intermedios (0.40 a 0.55 kg/hab/día). Este dato valida la representatividad de la muestra y refuerza la utilidad de los resultados para el diseño de estrategias de gestión local.

Como parte del desarrollo metodológico de la caracterización, se implementaron actividades de recolección, clasificación y registro de los residuos sólidos orgánicos generados en distintos sectores del municipio. A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante fichas técnicas individuales y el resumen de las actividades desarrolladas en campo. Estos datos permitieron estimar no solo la proporción de residuos orgánicos generados, sino también identificar las fuentes con mayor potencial de aprovechamiento.

Tabla 12

Ficha técnica de caracterización de residuos sólidos orgánicos residencial

Variable	Descripción
Fecha de recolección	25/09/2023
Punto de muestreo	Sector residencial

Tipo de residuo	Restos de comida, vegetales, papel contaminado
Peso (kg)	4.2
Volumen (L)	6.5
Frecuencia de aparición	Alta
Observaciones	Residuos con alto contenido de humedad; presencia mínima de inorgánicos.

Tabla 13

Ficha técnica de caracterización de residuos sólidos orgánicos comercial

Variable	Descripción
Fecha de recolección	27/09/2023
Punto de muestreo	Sector comercial
Tipo de residuo	Restos de comida de restaurantes, papel contaminado, cartón húmedo
Peso (kg)	6.5
Volumen (L)	8.0
Frecuencia de aparición	Media
Observaciones	Presencia de empaques mal separados; olor fuerte por restos de comida.

Tabla 14

Ficha técnica de caracterización de residuos sólidos orgánicos educativa

Variable	Descripción
Fecha de recolección	29/09/2023
Punto de muestreo	Institución educativa
Tipo de residuo	Sobras de comedor escolar, vegetales, servilletas usadas
Peso (kg)	7.1
Volumen (L)	10.2
Frecuencia de aparición	Alta
Observaciones	Residuos homogéneos; buena disposición para separación en la fuente.

En las Tablas 11,12, 13 y 14 resumen la información recolectada mediante fichas técnicas individuales por punto de muestreo, se incluyen variables como el tipo de generador, fecha de

recolección, tipo de residuo, peso, volumen y observaciones específicas de cada muestra. La información permite observar diferencias en la composición y cantidad de residuos entre sectores residenciales, comerciales e institucionales, así como evidenciar patrones en la generación orgánica.

Tabla 15

Actividades realizadas durante la caracterización de residuos sólidos orgánicos

Actividad	Descripción y resultados
Planificación del estudio	Definición de objetivos; cronograma de 7 días continuos; selección de sectores representativos.
Selección de puntos de muestreo	3 zonas: residencial (2 barrios), comercial (1 avenida central), institucional (2 colegios).
Recolección de muestras	Muestreo aleatorio estratificado; se aplicó el método de cuarteo con recolección diaria por sector.
Clasificación y separación	Separación manual entre residuos orgánicos e inorgánicos en sitio acondicionado; total recolectado: 150.2 kg.
Medición de peso y volumen	Se midieron 95 kg de residuos orgánicos (63.2 % del total) con balanzas calibradas y recipientes volumétricos.
Caracterización cualitativa	Identificación de residuos predominantes: restos de alimentos (50 %), vegetales (13 %), cartón húmedo (6 %).
Análisis de composición	Estimación de proporciones por categoría; sector institucional mostró mayor proporción orgánica (68 %).
Registro y análisis de datos	Sistematización en hojas de cálculo; análisis estadístico descriptivo (media, porcentaje, frecuencia relativa).
Interpretación e informe final	Elaboración de informe preliminar con énfasis en potencial de compostaje en instituciones educativas.

La Tabla 15, presenta de forma sistemática las actividades realizadas durante el proceso de caracterización. Se detallan las etapas de planificación, recolección de muestras, aplicación del método de cuarteo, separación y análisis de los residuos. Además, se indican los resultados cuantitativos obtenidos, como el total de residuos recolectados (150 kg), la proporción orgánica (63 %) y los sectores con mayor generación de residuos aprovechables, siendo el institucional el más relevante con un 68 % de fracción orgánica.

4.1.3 *Recolección de información de campo*

La recolección de información primaria fue una etapa clave para complementar el análisis técnico de la caracterización de residuos. Esta fase tuvo como propósito conocer las percepciones, prácticas cotidianas y barreras experimentadas por los mayores generadores de residuos sólidos orgánicos del casco urbano del municipio de La Plata (Huila). La información recabada permitió identificar factores sociales que influyen en la gestión de residuos y facilitó el diseño de estrategias contextualizadas de aprovechamiento.

4.1.4 *Diseño metodológico y muestra aplicada*

La muestra fue establecida por la Empresa de Servicios Públicos del municipio de la Plata, donde se centró en los actores claves identificados con base en los registros, conformada por 35 establecimientos entre comercios y actores comunitarios del casco urbano. Aunque esta cifra representa un tamaño reducido en comparación con los 27.000 habitantes de la zona urbana se priorizó a los mayores generadores por actividad económica. Esta selección responde al enfoque estratégico del estudio, el cual no pretende generalizar resultados a toda la población, sino identificar patrones críticos en los núcleos con mayor impacto en la generación de residuos orgánicos.

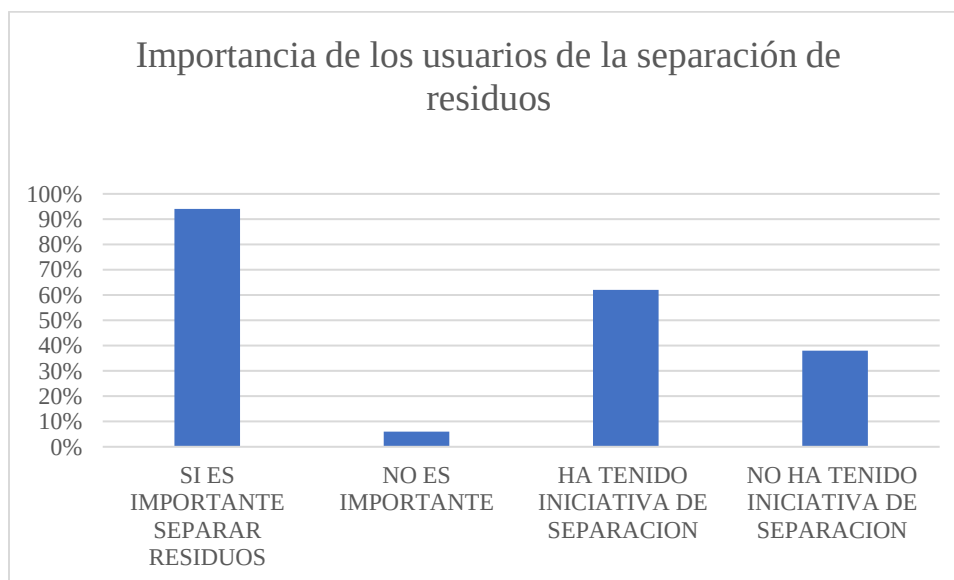
Reconociendo la limitación del tamaño muestral, los hallazgos se interpretan como exploratorios y orientadores para intervenciones piloto, no como estimaciones representativas a escala municipal. Esta aclaración metodológica es importante para enmarcar el alcance de los resultados y evitar inferencias indebidas.

Los resultados obtenidos reflejan tanto fortalezas como desafíos en el comportamiento ambiental de los encuestados:

4.1.4.1 Conciencia sobre la separación de residuos. El 94 % de los encuestados considera importante la separación en la fuente (figura 15), lo que evidencia una alta conciencia ambiental. Sin embargo, esto no se traduce en acciones concretas: Es de resaltar que solo el 38 % intentado implementar prácticas de separación en su establecimiento (figura 15). Esta brecha revela la existencia de barreras estructurales, desconocimiento o falta de incentivos que obstaculizan la adopción de comportamientos sostenibles, por lo cual se sugiere la estrategia de incluir acciones de sensibilización práctica, capacitación y facilitación del proceso. Lo anterior difiere con otro estudio realizado con un informe titulado: *diagnóstico sobre la separación en fuente y comercialización de los residuos sólidos generados en el área urbana del municipio de San Martín Meta* [76], donde se evidencia que el 96% de la población considera importante la separación en la fuente, pero por falta de conocimientos o incentivos no lo aplican en sus lugares de vivienda ni de trabajo generado mayor impacto ambiental.

Figura 15

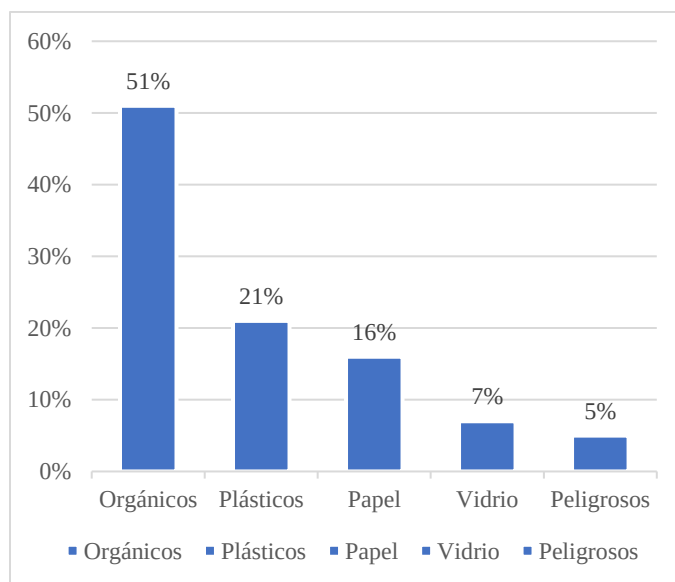
Importancia de los usuarios de la separación de residuos



4.1.4.2 Tipo de residuo más frecuente. El 51 % identificó que su residuo más común es el orgánico (figura 16), lo que coincide con los resultados obtenidos en la caracterización física de residuos (ver sección 4.1.2). Esta convergencia valida tanto el enfoque metodológico como la percepción comunitaria sobre el tipo de residuos predominantes y refuerza la necesidad de intervenir prioritariamente este tipo de fracción. Lo anterior difiere con otro estudio realizado con un informe titulado: *caracterización de residuos sólidos producidos por grandes generadores en la ciudad de Cúcuta Norte de Santander* [77] , donde se evidencio que el 70%, equivalen a residuos orgánicos, seguido de los plásticos con el 15%, cartón y papel 10% y 5% costales e icopor. Por ello se debe intervenir para su transformación en productos útiles como compost, biogás o fertilizantes, reduciendo el volumen de basura y su impacto ambiental. Los principales métodos de tratamiento son el compostaje (descomposición aeróbica que produce abono) y la digestión anaeróbica (descomposición sin oxígeno que genera biogás). El vermicompostaje (con lombrices) es otra técnica para producir fertilizante orgánico.

Figura 16

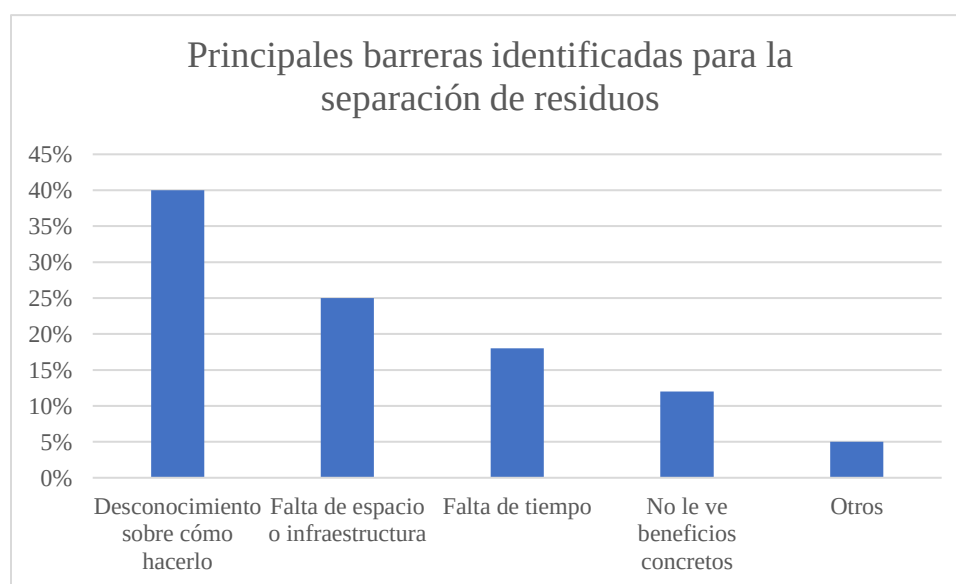
¿Qué tipo de residuos genera con más frecuencia?



4.1.4.3 Barreras para la separación de residuos. La principal barrera reportada fue el desconocimiento sobre cómo realizar la separación adecuada (40 %), seguida por la falta de espacio o infraestructura (25 %), el tiempo (18 %) y la percepción de que no hay beneficios concretos (12 %) (ver Figura 17). Estos datos evidencian que, si bien existe una buena disposición ciudadana, no se cuenta con el acompañamiento institucional ni con herramientas básicas para traducir dicha disposición en práctica. En estudios referentes a las principales barreras para la separación de residuos se evidencio en el documento titulado *metodologías Innovadoras para el Aprovechamiento de Residuos en Colombia* [78] que el conocimiento y conciencia ambiental, la ausencia de infraestructura adecuada (como contenedores y sistemas de recolección eficientes), altos costos asociados a la gestión, falta de tiempo ,la poca aplicación y control de la legislación, y la ausencia de una cultura de responsabilidad compartida entre fabricantes y consumidores, por ello debemos intervenir por medio de capacitaciones inculcando la cultura de la separación de los residuos, reciclaje, gestionar recursos para la compra de contenedores y sistema de recolección para que la comunidad pueda aplicar lo aprendido y mejorar la calidad de vida de la comunidad.

Figura 17

Principales barreras identificadas para la separación de residuos



El levantamiento de información evidencia un contexto favorable en términos de actitud y conciencia ambiental, pero con importantes vacíos en cuanto a la ejecución práctica de la separación. Las acciones institucionales deben enfocarse en capacitación, dotación de

infraestructura básica (como recipientes diferenciados) y en la creación de mecanismos visibles de retorno o beneficio, especialmente en sectores comerciales e institucionales.

Por lo tanto, la estrategia ideal es regular y gestionar los residuos generados de una manera que sea ecológicamente respetuosa, económicamente viable y socialmente aceptable.

4.2. Fase II. Diseño de una alternativa para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos

4.2.1. Recopilación Documental

La búsqueda de información se realizó con criterios de actualidad, pertinencia temática, credibilidad institucional y aplicabilidad práctica, se utilizaron palabras clave como “residuos orgánicos”, “gestión sostenible”, “compostaje urbano” y “estrategias locales de residuos”, tanto en español como en inglés, a través de bases de datos como Scielo y Google Scholar, utilizando palabras claves: residuos sólidos orgánicos, clasificación, compostaje, rutas selectivas, aprovechamiento; usando en la búsqueda los operadores booleanos AND, OR y NOT. El tiempo determinado para tal revisión fue de 5 años, donde los criterios de inclusión y exclusión fueron que la información sea gestionada en Colombia y desarrollada sobre residuos sólidos orgánicos, los cuales se presentan en la tabla 16.

Tabla 16

Criterios de inclusión y exclusión

Inclusión y Exclusión	Criterios de Análisis
Criterios de inclusión	Documentos de investigación
	Documentos realizados en Colombia
	Documentos con acceso libre
Criterios de exclusión	Documentos realizados fuera de Colombia
	Documentos ajenos a residuos sólidos orgánicos
	Documentos con acceso pago

La pregunta planteada para llevar a cabo la búsqueda de información por medio del mapeo sistemático fue la siguiente: ***¿cuáles son las tecnologías que se usan para el aprovechamiento o transformación de residuos sólidos orgánicos?***

Por lo que la ecuación de búsqueda se planteó de la siguiente manera: residuos sólidos orgánicos, clasificación, compostaje, rutas selectivas, aprovechamiento El mapeo empleado tuvo como fin construir una base de conocimiento sólida que permitiera la toma de decisiones centradas y desarrollar estrategias efectivas en cuanto a alternativas de gestión de residuos sólidos orgánicos y su proceso de transformación.

La normatividad a tener en cuenta, se enfocó en programas de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), separación en fuente y condiciones requeridas para el diseño de estrategias de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, generados dentro del casco urbano del municipio de La Plata y los cuales son dispuestos en el relleno sanitario Los Ángeles de la ciudad de Neiva, sin ningún tipo de tratamiento y proceso de transformación, menoscabando el verdadero valor económico, social y ambiental de estos residuos; Siendo así principalmente, la resolución 0754 de 2014 [34], la cual adopta la metodología para llevar a cabo los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos; el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, título F sistemas de aseo urbano; y la Resolución 2184 de 2019 [40], por la cual se modifica la Resolución 668 de 2016 sobre el uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones junto con el código de colores para la separación en la fuente de los residuos [29].

Se Analizaron 35 fuentes de conjunto inicial de 50, utilizando 7 criterios de selección. Cada artículo se revisó en función de los 3 aspectos clave más relevantes para la pregunta de investigación. Obteniendo la siguiente información:

Tabla 17*Características de los estudios incluidos*

Estudio	Tipo de tecnología	Material de desecho utilizado	Escala/Configuración	Resultados
Cuba dos Santos Mamede [79]	Digestión anaeróbica, combustible derivado de residuos, incineración	Residuos sólidos urbanos (RSU)	Análisis comparativo de escenarios, 81 municipios brasileños	Económico (valor actual neto, tasa interna de retorno), ambiental (evaluación del ciclo de vida), sensibilidad a la composición de los residuos
Aristizábal Zuluaga et al. [80]	Digestión anaeróbica vs. vertedero	Residuos de poda (jardín)	Estudio de campo, estudio de caso (Manizales, Colombia)	Emisiones de gases de efecto invernadero (metano, dióxido de carbono)
Blanco Cobián [81]	Digestión anaeróbica mixta y compostaje (seco, discontinuo)	Estiércol de ganado y aves de corral	Experimental semi-piloto y piloto	Rendimiento de biogás, calidad del compost, viabilidad económica
Restrepo et al. [82]	Digestión anaeróbica (compost como sustituto de la turba)	estiércol de vaca	Vivero comercial comparativo	Rendimiento agronómico, ahorro de costes
Velásquez-Piñas et al. [83]	Digestión anaeróbica (revisión/análisis)	No especificado	Revisión analítica (América Latina)	Económico (valor actual neto, tasa interna de retorno, recuperación de la inversión), ambiental (evaluación del ciclo de vida)
Cardona Gómez [84]	Compostaje con inóculos microbianos	Residuos orgánicos municipales (verduras, hojas de maxan)	Campo, bloque aleatorio, escala piloto	Calidad del compost, tasa de descomposición, rentabilidad económica
Fernández Rodríguez [85]	Digestión anaeróbica en fases de temperatura	Fracción orgánica urbana (FORSU)	Experimental, comparativo	Producción de metano, eliminación de materia orgánica
Isaza-Arias et al. [86]	Compostaje aeróbico (aireación forzada vs. manual)	Residuos de jardín, cáscaras de cítricos	Semi-piloto, basado en el campus	Calidad del compost, reducción de materia orgánica
Huamaní Montesinos et al. [87]	Compostaje, reciclaje	Residuos sólidos urbanos (orgánicos/inorgánicos)	Campo, toda la ciudad (Juliaca, Perú)	Producción de compost, rentabilidad, recuperación de recursos
Chaves-Arias et al. [88]	Compostaje (Takakura, microorganismos de montaña, pellets)	Residuos biodegradables de restaurantes	Experimental, factorial	Calidad del compost, eficiencia del proceso

Nota. Elaboración propia a partir de las fuentes citadas con apoyo de Elicit IA

La tabla 17 muestra que ningún estudio incluido midió todos los tipos de resultados simultáneamente. La mayoría de los estudios se centraron en resultados económicos o en la calidad del compost/biogás. Existe una concentración de residuos sólidos urbanos y estiércol como materiales de entrada. La mayoría de los estudios son estudios primarios; uno es una revisión

Tabla 18

Análisis De Eficiencia Económica - Tecnologías de compostaje

Estudio	Tecnología	Métrica económica	Valor de rendimiento	Comparación de los métodos
Cardona Gómez [84]	Compostaje con inóculos microbianos	Beneficio neto, tasa marginal de rendimiento	Beneficio neto Q37.10 (Quetzal guatemalteco), tasa marginal de retorno 16%	Económicamente viable, menor costo de producción por kilogramo que el control
Isaza-Arias et al. [86]	Compostaje aeróbico (aireación forzada/manual)	No se encontró ninguna mención	No se encontró ninguna mención	No se encontró ninguna mención
Huamaní Montesinos et al. [87]	Compostaje (en toda la ciudad)	Valor actual neto, tasa interna de retorno, relación costo-beneficio	Valor actual neto S/. 1,329,489.57 (soles peruanos), tasa interna de retorno 28%, relación costo-beneficio 1.13	Rentable en comparación con la gestión actual de residuos sólidos urbanos
Chaves-Arias et al. [88]	Compostaje (Takakura, etc.)	No se encontró ninguna mención	No se encontró ninguna mención	El método Takakura se describe como económicamente viable

Nota. Elaboración propia a partir de las fuentes citadas con apoyo de Elicit IA

La Tabla 18, presenta las principales conclusiones de estos cuatro estudios, especificando que dos estudios informaron métricas económicas cuantitativas: Cardona Gómez [84]: Beneficio neto y tasa marginal de retorno (16%) y Huamaní Montesinos et al. [87]: Valor actual neto (S/. 1,329,489.57), tasa interna de retorno (28%), relación costo-beneficio (1.13). Mientras que los otros dos estudios, no se encontró mención de métricas económicas o valores de desempeño. Tres estudios compararon tecnologías de compostaje con métodos o controles tradicionales, y todos encontraron que la tecnología de compostaje era económicamente viable o rentable en comparación con la alternativa. En un estudio no se encontró mención de una comparación con los métodos tradicionales.

Tabla 19*Sistemas de Digestión Anaeróbica*

Estudio	Tecnología	Métrica económica	Valor de rendimiento	Comparación de los métodos
Cuba dos Santos Mamede [79]	Digestión anaeróbica, combustible derivado de residuos, incineración	Valor actual neto, tasa interna de retorno, sensibilidad	Se necesitan tarifas más altas para la digestión anaeróbica/combustible derivado de residuos frente a los vertederos	La digestión anaeróbica o el combustible derivado de residuos son más costosos que los vertederos, pero tienen un mejor rendimiento económico y ambiental que la incineración
Blanco Cobián [81]	Digestión anaeróbica mixta y compostaje	Inversión, trabajo, escala mínima	Viable a 250 unidades de ganado, mano de obra 15 €/hora	Viable para pequeñas explotaciones, menos sin venta de compost
Restrepo et al. [82]	Compost de digestión anaeróbica como sustituto de la turba	Reducción de costes, margen	Reducción de costes de hasta el 43% y aumento del margen del 4,6%	Compost competitivo con la turba, especialmente con una sustitución del 25 al 50 %
Velásquez-Piñas et al. [83]	Digestión anaeróbica: es un proceso implementado para obtener biogás y biol mediante la gestión de residuos orgánicos.	Valor actual neto, tasa interna de retorno, recuperación de la inversión	No se encontró ninguna mención	Destaca la necesidad de herramientas sólidas de evaluación económica

Nota. Elaboración propia a partir de las fuentes citadas con apoyo de Elicit IA

La tabla 19 especifica en sus conclusiones que el valor actual neto y la tasa interna de rendimiento se utilizaron en dos estudios. Otras métricas incluyeron sensibilidad, recuperación de la inversión, inversión, mano de obra, escala mínima, reducción de costos y margen. Dos estudios cuantificaron el desempeño económico (por ejemplo, viabilidad en tamaños de granjas específicos, reducción de costos de hasta el 43%, aumento del margen del 4,6%). Un estudio sólo proporcionó comparaciones económicas cualitativas (la digestión anaeróbica/el combustible derivado de residuos es más costoso que el vertedero, pero mejor que la incineración). Un estudio no cuantificó el desempeño pero destacó la necesidad de herramientas de evaluación económica sólidas. Las comparaciones con los métodos tradicionales incluyeron vertederos, incineración, turba y viabilidad de pequeñas granjas. Finalmente, en dos estudios no se encontró mención de resultados económicos cuantificados.

Tabla 20*Comparación costos-beneficio*

Estudio	Tecnología	Métrica económica	Valor de rendimiento	Comparación de los métodos
Cuba dos Santos Mamede [79]	Digestión anaeróbica, combustible derivado de residuos, incineración	Valor actual neto, tasa interna de retorno	No se encontró ninguna mención	La digestión anaeróbica/combustible derivado de residuos requiere tarifas más altas que los vertederos; la incineración es la menos favorable
Huamaní Montesinos et al. [87]	Compostaje, reciclaje	Valor actual neto, tasa interna de retorno, relación costo-beneficio	Valor actual neto S/. 1,329,489.57, tasa interna de retorno 28%, relación costo-beneficio 1.13	El compostaje y el reciclaje son más rentables que el statu quo
Blanco Cobián [81]	Digestión anaeróbica mixta/compostaje	Escala mínima, mano de obra	250 unidades de ganado, 15 €/hora de mano de obra	Viable para pequeñas explotaciones, menos sin venta de compost
Cardona Gómez [84]	Compostaje con inoculantes	Beneficio neto, tasa marginal de rendimiento	Q37.10, 16%	El uso de inoculantes es más rentable que el control

Nota. Elaboración propia a partir de las fuentes citadas con apoyo de Elicit IA

La tabla 20 muestra un resumen de los hallazgos de costo-beneficio, basado en que las tecnologías evaluadas incluyeron digestión anaeróbica, compostaje (incluso con inóculos), reciclaje, digestión anaeróbica/compostaje mixto, incineración y combustible derivado de residuos. Las métricas económicas incluyeron el valor actual neto, la tasa interna de retorno, la relación costo-beneficio, el beneficio neto, la tasa marginal de retorno, la escala mínima y el costo laboral. En tres estudios se encontraron valores de rendimiento específicos; en un estudio no encontramos mención de valores de rendimiento. Dos estudios encontraron que la tecnología alternativa (compostaje/reciclaje o compostaje con inoculantes) era más rentable que el status quo o el control. Un estudio concluyó que la digestión anaeróbica/combustible derivado de residuos requería tarifas más altas que los vertederos, y la incineración era la opción menos favorable. Un estudio concluyó que la digestión anaeróbica mixta y el compostaje son viables para las granjas pequeñas, pero menos viables sin la venta de compost. Ningún estudio indicó que la tecnología alternativa fuera inequívocamente más rentable que el vertedero; la rentabilidad dependía del contexto y del tipo de tecnología

Tabla 21*Análisis de eficiencia ambiental - Reducción de las Emisiones de Gases Efecto Invernadero*

Estudio	Tecnología	Reducción de emisiones de gases efecto invernadero	Comparación de los métodos
Aristizábal Zuluaga et al. [80]	Digestión anaeróbica	50 toneladas de metano y 1200 toneladas equivalentes de dióxido de carbono evitadas al año	Reducción sustancial en comparación con los vertederos
Huamaní Montesinos et al. [87]	Digestión anaeróbica, combustible derivado de residuos, incineración	Evaluación del ciclo de vida: digestión anaeróbica/combustible derivado de residuos de menor impacto que la incineración	La digestión anaeróbica/combustible derivado de residuos es superior desde el punto de vista medioambiental a la incineración y el vertido en vertederos
Velásquez-Piñas et al. [83]	digestión anaeróbica	Marco de evaluación del ciclo de vida	La digestión anaeróbica reduce los gases de efecto invernadero mediante el reemplazo de electricidad fósil y fertilizantes
Huamaní Montesinos et al. [87]	Compostaje, reciclaje	42,39% de los residuos sólidos urbanos convertidos en compost	Reduce la carga de los vertederos y apoya la economía circular

Nota. Elaboración propia a partir de las fuentes citadas con apoyo de Elicit IA.

La Tabla 21 señala que la digestión anaeróbica se evaluó en tres estudios; el compostaje, el reciclaje, el combustible derivado de residuos y la incineración se evaluaron en un estudio. Dos estudios proporcionaron estimaciones cuantitativas de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (por ejemplo, 50 toneladas de metano y 1200 toneladas equivalentes de dióxido de carbono evitadas por año; 42,39% de los residuos sólidos municipales convertidos en compost). Dos estudios utilizaron una evaluación del ciclo de vida o un enfoque cualitativo para evaluar los impactos de los gases de efecto invernadero. Los cuatro estudios compararon las tecnologías evaluadas con los métodos tradicionales de gestión de residuos. Ningún estudio en esta tabla omitió una comparación con los métodos tradicionales.

Tabla 22*Beneficio de la recuperación de recursos y la economía circular*

Estudio	Tecnología	Recuperación de recursos
Blanco Cobián [81]	Digestión anaeróbica mixta/compostaje	Biogás, compost
Restrepo et al. [82]	Compost de digestión anaeróbica	Sustitución de turba
Cardona Gómez [84]	Compostaje con inoculantes	Compost de alta calidad

Chaves-Arias et al. [88]	Compostaje (Takakura)	81% de eficiencia
--------------------------	-----------------------	-------------------

Nota. Elaboración propia a partir de las fuentes citadas con apoyo de Elicit IA.

La Tabla 22, muestra los principales hallazgos, basado en que dos estudios se utilizaron tecnologías de digestión anaeróbica o de digestión anaeróbica/compostaje mixtos; en dos de ellos se utilizaron tecnologías basadas en compostaje. Los resultados de la recuperación de recursos incluyeron compost (dos estudios), biogás (un estudio), sustitución de turba (un estudio) y una métrica de eficiencia (81%) para el compostaje. Algunos estudios informaron más de un resultado de recuperación de recursos

Tabla 23

Parámetros de optimización de procesos

Estudio	Tecnología	Parámetros claves	Actuación
Blanco Cobián [81]	Digestión anaeróbica mixta/compostaje	37,5–49 días de digestión, lote seco	139,6 litros/kilogramos normales de sólidos volátiles de metano, reducción de masa del 28 %
Fernández Rodríguez [85]	Digestión anaeróbica en fases de temperatura	Fases de temperatura	Eliminación más eficaz de materia orgánica, producción de metano
Isaza-Arias et al. [86]	Compostaje (aireación)	Aireación forzada vs. Manual	Reducción de materia orgánica del 43% frente al 39%, proceso de 120 días
Chaves-Arias et al. [88]	Compostaje (Takakura)	53 °C, pH ~7, 50–70 % de humedad	81% de eficiencia, fase termófila rápida

Nota. Elaboración propia a partir de las fuentes citadas con apoyo de Elicit IA.

En la Tabla 23 se concluye que un estudio utilizó un método mixto de digestión anaeróbica y compostaje; uno utilizó digestión anaeróbica en fases de temperatura; dos utilizaron compostaje (uno con aireación forzada, uno con el método Takakura). El rendimiento de metano se informó en dos estudios. En tres estudios se informó reducción de materia orgánica o de masa. Un estudio informó la eficiencia del proceso (81%) sin especificar la materia orgánica o la reducción de masa. Ningún estudio en esta tabla omitió tanto el rendimiento de metano/biogás como la reducción de materia/masa orgánica.

Tabla 24*Rendimiento de tecnología integrada - Evaluación multicriterio*

Estudio	Tecnología	Económico
Cuba dos Santos Mamede [79]	Digestión anaeróbica, combustible derivado de residuos, incineración	La digestión anaeróbica/combustible derivado de residuos es mejor que la incineración
Blanco Cobián [81]	Digestión anaeróbica mixta/compostaje	Viable a pequeña escala
Huamaní Montesinos et al. [87]	Compostaje, reciclaje	Rentable en toda la ciudad
Cardona Gómez [84]	Compostaje con inoculantes	Beneficio neto, tasa marginal de rendimiento 16%
Fernández Rodríguez [85]	Digestión anaeróbica en fases de temperatura	No se encontró ninguna mención

Nota. Elaboración propia a partir de las fuentes citadas con apoyo de Elicit IA.

En la tabla 24 se muestran patrones identificados en estos cinco estudios:

Tipos de tecnología: La digestión anaeróbica se evaluó en tres estudios, el compostaje se evaluó en tres estudios, en un estudio se evaluaron el combustible derivado de residuos, la incineración y el reciclaje, en un estudio se evaluaron procesos mixtos o modificados (digestión anaeróbica/compostaje mixto, compostaje con inóculos, digestión anaeróbica en fases de temperatura).

Resultados económicos: Cuatro estudios informaron beneficios económicos o viabilidad: La digestión anaeróbica/combustible derivado de residuos es económicamente mejor que la incineración, digestión anaeróbica mixta/compostaje viable a pequeña escala, compostaje/reciclaje rentable en toda la ciudad, el compostaje con inoculantes tuvo un beneficio neto (tasa marginal de retorno del 16%), en un estudio, no se encontró mención de resultados económicos.

Resultados ambientales: Los cinco estudios informaron algún beneficio o resultado ambiental: La digestión anaeróbica/combustible derivado de residuos tuvo un impacto menor que la incineración, producción de biogás y compost, 2,39% de materia orgánica valorizada, compost de alta calidad, conversión efectiva de materia orgánica/metano

Rendimiento del proceso: Cada estudio informó una métrica de desempeño del proceso diferente: Rendimiento sensible a la composición de los residuos, rendimiento de metano (139,6 litros normales/kilogramo de sólidos volátiles de metano), producción anual de compost (9.857,8

toneladas/año), duración del proceso (80 días), la digestión anaeróbica en fases de temperatura es más efectiva que la de una sola fase.

Escalabilidad/Implementación: En cuatro estudios informaron consideraciones específicas de escalabilidad o implementación: implementación dependiente de tarifas y compleja, sistemas modulares y descentralizados, escalabilidad en toda la ciudad pero requiere segregación de residuos, implementación en campo factible, en un estudio, no encontraron mención de detalles de escalabilidad/implementación.

Una vez fueron seleccionados los documentos estos se analizaron críticamente a través de una matriz que permitió identificar patrones, oportunidades, limitaciones y tendencias comunes, la síntesis de los hallazgos se organizó en un informe interno que sirvió como base para orientar las fases posteriores del proyecto, finalmente, se incorporó la retroalimentación de actores locales y expertos ambientales, quienes contribuyeron a validar los contenidos y reforzar la pertinencia del enfoque adoptado. La siguiente matriz resumirá la información clave obtenida a partir de diversas fuentes durante la etapa de recopilación y análisis documental.

Tomando en cuenta variables técnicas, económicas, sociales y ambientales. A través de una matriz de evaluación comparativa, se estudiaron tres opciones:

1. Compostaje aeróbico.
2. Vermicompostaje.
3. Biodigestión anaerobia.

Tabla 25

Tecnologías de aprovechamiento de residuos orgánicos aplicadas en Colombia

Tecnología	Aplicación	Observaciones
Biodigestores / digestión anaerobia	Proyecto en Antioquia aprovecha estiércol bovino + residuos de alimento para biogás con fines de cogeneración energética [89]. Enerloop convierte residuos agroindustriales en biogás o biometano [90]. Proyecto para producir gas metano con material de poda en Manizales (U. Nacional) [91].	Permite generación de energía (eléctrica, térmica), biogás/biofertilizante, reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
Compostaje tecnificado / comunitario / institucional	Planta piloto de compostaje en la Universidad Nacional, Medellín, para los residuos de cafeterías del campus [92]. Proyecto “Más compost, menos basura”	

	promueve compostaje giratorio para hogares [93]. Compostaje comunitario en diversas regiones analizado como estrategia de economía circular [94]. En Puerto Gaitán-Meta se evalúa compostaje, lombricultura y bokashi para residuos domiciliarios [95].	
Lumbricultura - vermicompostaje	Como tecnología evaluada en Puerto Gaitán para escoger la más viable para el municipio [95].	
Compostaje aerobio	También evaluado en el mismo municipio como alternativa para recuperación y abono [95].	Este permite la obtención de compos en menos tiempo, atreves de trabajo comunitario y presencia institucional, con el objetivo de minimizar costos y aprovechamiento de residuos orgánicos
Compostaje líquido	Proyectos que usan esta modalidad para tratar fracción orgánica urbana, reduciendo tamaño de los residuos y transformándolos en abono líquido.	

Nota. Elaboración propia en base a los autores citados en la tabla.

Tabla 26

Comparación de tecnologías evaluadas

Tecnología	Costo inicial	Requiere energía	Participación comunitaria	Tiempo de maduración	Aporte ambiental
Compostaje aeróbico	Bajo	No	Alta	2–3 meses	Mejora suelo, reduce GES
Vermicompostaje	Medio	No	Alta	1–2 meses	Enmienda de calidad
Biodigestión anaerobia	Alto	Sí	Baja	Inmediato (biogás)	Energía + fertilizante

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y la UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, también conocida como PNUMA) promueven la restauración de ecosistemas y el enfoque de "Una sola salud", uniendo esfuerzos para lograr objetivos de desarrollo sostenible en seguridad alimentaria, salud y protección ambiental por medio del compostaje aeróbico como una práctica sostenible que combina beneficios ambientales con la producción agrícola [96].

El compostaje aeróbico fue la alternativa seleccionada por su viabilidad técnica, bajo costo de implementación, facilidad de manejo comunitario y cumplimiento ambiental, su eficiencia en transformar residuos orgánicos en un producto estable (compost) de alta calidad, que mejora la fertilidad del suelo y reduce el uso de fertilizantes químicos y produce menos olores desagradables, además, se adapta mejor al clima y escala del municipio. Es importante mencionar que el sistema seccionado corresponde al compostaje aerobio de acuerdo con los lineamientos implementados el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS y ejecutado por la alcaldía del municipio de La Plata a través de la empresa de Servicios Públicos del municipio “EMSERPLA”; escogiendo la tecnología mediante composteras técnicas EARTH GREAN SAC 4500.

La matriz de evaluación permitió justificar esta elección frente a alternativas más complejas o costosas.

4.2.2. Definición de criterios técnicos para la selección

Se definieron ocho criterios técnicos para fundamentar la elección tecnológica, de los cuales los más relevantes fueron la viabilidad técnica, el cumplimiento normativo, la participación comunitaria y el impacto ambiental.

Tabla 27

Criterios técnicos definidos para la selección de tecnología

Criterio técnico	Justificación	Nivel alcanzado (compostaje aeróbico)
Viabilidad técnica	Se puede manejar localmente	Alta
Viabilidad económica	Costos bajos de inversión y operación	Alta
Cumplimiento normativo	Se alinea con la Resolución 754 de 2014	Alta
Participación comunitaria	Permite integración de recicladores y líderes locales	Alta
Impacto ambiental	Reduce emisiones y lixiviados	Medio–Alto
Escalabilidad	Se puede ampliar por módulos	Media
Capacidad operativa	Requiere formación básica y mantenimiento manual	Alta
Aprovechamiento del producto	El compost generado es útil en agricultura y jardinería	Alta

Los criterios aplicados garantizaron una evaluación técnica rigurosa, la tecnología seleccionada cumplió con la mayoría de indicadores de forma satisfactoria, evidenciando su compatibilidad con las capacidades del municipio y su potencial de sostenibilidad a largo plazo.

4.2.3. Formulación de la estrategia de implementación

La estrategia formulada incluyó el diseño de un plan operativo estructurado, dividido en etapas secuenciales y acompañado de una planificación de recursos y cronograma tentativo.

Tabla 28

Etapas operativas definidas para la implementación

Etapas	Acción principal	Responsable
Diseño del sistema de aprovechamiento	Desarrollar un sistema de compostaje	Emserpla
Preparación institucional	Aprobación y asignación de recursos	Alcaldía + Emserpla
Socialización del proyecto	Charlas, talleres, material educativo, formación en separación, compostaje y monitoreo	Líderes ambientales, Facilitadores
Plan de acción	Instalación del sistema piloto Adecuación de espacio, contenedores, herramientas	Personal técnico
Seguimiento	Inicio del proceso de compostaje Manejo, volteo, seguimiento técnico	Comunidad + apoyo
Evaluación	Indicadores de cantidad y calidad del compost, replicación en otros sectores	Coordinador del plan

La estrategia de implementación fue diseñada para ser escalable, participativa y técnica, considerando tanto las capacidades locales como los recursos existentes, se enfatizó el componente educativo, ya que se identificó como esencial para garantizar la apropiación social del proceso.

4.2.3.1. Diseño del sistema de aprovechamiento. Durante esta fase, junto con el gerente de la Empresa de Servicios Públicos de la Plata Huila y el ingeniero de procesos ambientales, se buscó una herramienta como mecanismo que se acomodara a las necesidades y capacidades de la empresa, buscando disminuir residuos y concientizar a la ciudadanía. Es por esto, que nació la iniciativa de desarrollar un sistema de compostaje, con modelos de compostaje SAC son sistemas de pequeña escala, para aprovechar los residuos orgánicos de: residencias, urbanizaciones, parcelaciones, centros comerciales y recreativos, hoteles, restaurantes, banco de alimentos, plazas de mercado, instituciones educativas, de salud, militares y de policía, centros de atención animal, empresas, instituciones de todo orden donde se procesan y consumen alimentos, o se generan residuos orgánicos.

4.2.3.2. Diseño de la Tecnología. Los Modelos de Compostadores EARTHGREEN SAC, poseen características funcionales y operativas tales como:

- **Diseño autónomo** lo que permite una operación práctica y básica sin necesidad de equipos e instrumentos complejos, que facilitan el trabajo con las comunidades y usuarios del casco urbano del municipio de La Plata.
- El **Proceso de compostaje** facilita la transformación aeróbica de materia orgánica teniendo monitoreo de factores como: oxígeno, humedad, temperatura, entre otros.
- El **Tiempo de compostaje**: El proceso de conversión dura aproximadamente entre **40-45 días** para el material.
- **El Manejo de olores, vectores y lixiviados**: diseñado para minimizar olores, controlar insectos (moscas), roedores, y para que no haya generación significativa de lixiviados.
- **El Mantenimiento y operatividad**: tiene compuertas inferiores para la cosecha del compost; alimentación continua por la parte superior.
- La **Versatilidad de uso**: recomendado para grandes residuos orgánicos generados por agrupaciones residenciales, hoteles, instituciones.

Las composteras EARTHGREEN SAC vienen con capacidades en volumen de 4.500 litros para tratar 500 kg/día, todo esto depende de la cantidad de residuos que se recojan y se ingresen al sistema en cada cargue los cuales se realizarán cuatro veces a la semana en un periodo de 4 meses que se contarán desde la finalización de la construcción de los sistemas dentro de cada uno de las tres zonas priorizadas de acuerdo al diagnóstico adelantado, al igual que a la decisión que tome el comité técnico de la empresa de servicios públicos EMSERPLA, de acuerdo a los puntos críticos identificados.

De acuerdo a las proyecciones realizadas, los cargues dentro del sistema autónomo de compostaje se realizan semanalmente 4 cargues, contando 16 cargues al mes en cada uno de los tres sistemas instalados en las I.E San Sebastián, I.E Técnico Agrícola y el barrio Villa Galán, en total dentro de los 4 meses de ejecución del proyecto se realizan 64 cargues de residuos orgánicos, los cuales se ingresan al sistema debidamente picados, con aplicación de aserrín (material seco) para controlar la humedad y producción de lixiviados. Las composteras cuentan cada una con tres compartimientos con capacidad de 1500 litros, dentro de la ejecución del proyecto cada uno de los comportamientos se llenarán cada tres semanas, específicamente después de 12 cargues de residuos orgánicos, para su proceso de maduración; así se continúa el proceso de llenado del segundo compartimiento y el tercero, una vez llenos cada uno, se realiza la extracción del material del primer compartimiento que ya realizó su proceso de conversión equivalente al 30% del total

de material orgánico ingresado; y de esta forma se iniciaría nuevamente con el llenado del primer comportamiento del sistema hasta completar el ciclo de ejecución del proyecto equivalente a 4 meses.

Figura 18

Ficha técnica compostera EARTHGREEN SAC 4500

Ficha Técnica SAC-4500	
Capacidad total en volumen (lt)	4.500
Capacidad total en peso (kg) Densidad del residuo = 0,45kg/lt	2.170
Carga diaria en peso (kg/día)	72
Carga diaria en volumen (lt/día)	161
Capacidad por personas	300
Capacidad en # de viviendas	100
Producción mensual de compost (kg)	900
Peso del compostador (kg)	250
Dimensiones: Diámetro - altura (m)	2,4 x 1,3 x 1,7 m
Fabricación: Polietileno de Alta Densidad (PEAD)	

Nota. Tomado del portal web earthgreen [97]

Tabla 29

Presupuesto de implementación de Composteras EARTHGREEN SAC 4500

Detalle	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Composteras	3	9.850.000	29.550.000
Adecuación de las casetas	3	5.000.000	15.000.000
Herramientas y equipos	N/A	2.000.000	2.000.000
Material de apoyo (folletos, Bolsas)	N/A	5.000.000	5.000.000
Mano de Obra Calificada	6	2.500.000	15.000.000
Apoyo Técnico - Mano de obra no calificada	6	1.300.000	7.800.000
TOTAL		25.650.000	74.350.000

4.2.3.3. Diseño de la estrategia de educación ambiental. De igual manera se plantea la estrategia de educación ambiental mediante capacitaciones personalizadas y comunitarias a grupos específicos identificados como grandes, medianos y pequeños generados de residuos sólidos dentro del casco urbano del municipio de La Plata.

Dentro de las jornadas de capacitación se hace énfasis en temas como: la separación en la fuente siendo es la base fundamental de la adecuada gestión de los residuos sólidos y consiste en la separación inicial de manera selectiva de los residuos procedentes en cada unidad familiar, dándose inicio a una cadena de actividades y procesos cuya efectividad depende de la adecuada clasificación de los residuos. Situación por la que hace necesaria aplicar y desarrollar mecanismos que permitan articular procesos académicos con la práctica a la hora de realizar una buena separación.

La formación y capacitación hacen parte del eje estructurante de la fase de implementación de una buena separación, de su continuidad depende la apropiación de las medidas adoptadas para el Manejo Integral de Residuos Sólidos del Municipio y por ende el cumplimiento legal en pro de la conservación del medio ambiente, por lo que se además de ser continuas las capacitaciones, serán apropiadas para lograr establecer principios básicos en la cultura de la separación.

Dentro de la población objeto de capacitaciones se tendrán a todos los usuarios por unidad familiar, entidades no gubernamentales y gubernamentales como instituciones educativas, salud, administración pública y demás que se lograron articular en el proceso de sensibilización en el manejo de los residuos sólidos.

Para el desarrollo de esta actividad se emplearán métodos como talleres, carteleros, actividades lúdicas y entrega de material pedagógico ilustrativo (folletos). Las siguientes son las actividades a realizaron:

- Campañas de promoción ambiental dirigidas a la comunidad, instituciones educativas, empresas, sector comercial y usuarios del servicio de aseo en general; mediante la realización de jornadas lúdicas de clasificación de residuos, aplicando ayudas pedagógicas, presentaciones, juego de roles, análisis de casos, taller de clasificación de residuos orgánicos, inservibles y reciclables.
- Campañas de educación ciudadana realizadas puerta a puerta, por radio local, brigadas de limpieza, ubicación de avisos preventivos y prohibitivos en zonas afectadas por residuos sólidos, además de acompañamiento en eventos ambientales organizados por entes municipales y organizaciones de base social.
- Capacitación y acompañamiento en programas de manejo de residuos sólidos, separación en la fuente, reutilización y reciclaje a través de la implementación y mantenimiento de

programas proyectos y actividades ambientales en torno a los residuos sólidos para instituciones, industrias, Juntas de Acción Comunal, Juntas Administradoras Locales, urbanizaciones.

4.2.3.4. Preparación institucional. Teniendo en cuenta la ejecución del programa No.7 de aprovechamiento del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS del municipio de La Plata, el cual cuenta con recursos económicos estipulados dentro del Plan de Gobierno de los Alcaldes municipales y debe ejecutarse dentro de su periodo de gobierno, la empresa de servicios públicos EMSERPLA como ente ejecutor del PGIRS determino mediante conceso y socialización con el Consejo Municipal, Alcalde y líderes comunitario la implementación de dicha estrategia en tres de los puntos críticos focalizados. Se establece espacio en la empresa de servicios públicos de La Plata Huila para socializar el proyecto, a la mesa directiva dando a conocer la importancia del mismo en la implementación del municipio y además buscar los recursos para dicha implementación de un sistema de compostaje para reducir y aprovechar dichos residuos, convertidos en compost, generando un impacto positivo a corto plazo y contribuir al desarrollo del municipio de la Plata Huila.

4.2.3.5. Socialización del proyecto. Una vez aprobado el proyecto por parte de la Alcaldía Municipal y la dependencia encargada de la ejecución y cumplimiento de los programas plasmados dentro del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos “PGIRS” se iniciara con la realización de seis talleres comunitarios, dos charlas dirigidas a líderes locales, cuatro capacitaciones a la Institución Educativa San Sebastián, la Institución Educativa Técnico Agrícola, comercio de la localidad y barrios Villa Galán y san Antonio, incentivando a la comunidad de que la disposición y aprovechamiento, es responsabilidad de las prácticas de las personas, las cuales contribuyen al impacto ambiental generado o problemas de salud pública. El presente proyecto tiene una gran incidencia en la concientización de la comunidad ya que se busca obtener una solución innovadora y autosostenible en los que se socializó la importancia de la separación en la fuente y el aprovechamiento mediante compostaje. Se utilizó una metodología participativa basada en experiencias previas de educación ambiental.

Dentro del esquema de socialización del proyecto se pretende trabajar con los estudiantes de los grados decimo y un décimo de cada una de la Instituciones Educativas relacionadas anteriormente, en la asignación de ciencias naturales, incentivándolos por parte de la institución

con notas adicionales en su proceso de formación. Con los presidentes de las Juntas de Acción comunal se realizan charlas específicas en manejo de residuos sólidos y clasificación desde la fuente, permitiendo su identificación adecuada para evitar procesos de contaminación o errores en el momento de ingresar el material al sistema de compostajes; esta capacitación se realizará de forma lúdica, a través de actividades físicas que involucren a los usuarios mediante el juego y el aprendizaje autónomo.

Tabla 30

Socialización proyecto

Entidades	Descripción
I.E San Sebastián	Capacitación realizada a directivos, docentes, padres de familia, manipuladoras de alimentos y estudiantes de los grados decimo y un décimo.
I.E Técnico Agrícola	Capacitación realizada a directivos, docentes, padres de familia, manipuladoras de alimentos y estudiantes de los grados decimo y un décimo.
J.A Barrio Villa Galán	Charlas y talleres lúdicos con miembros de la Junta de Acción Comunal del barrio, al igual que con la población de la zona en general.
J.A Barrio San Antonio	Charlas y talleres lúdicos con miembros de la Junta de Acción Comunal del barrio, al igual que con la población de la zona en general.
Comercio Avenida Libertadores	Se adelantas tres jornadas de capacitación a los locales comerciales ubicadas dentro de la zona de la avenida libertadores del municipio de La Plata, siendo estos clasificados deacuerdo a su actividad comercial (restaurantes, bares y talleres de reparación)

4.2.3.6. Plan de acción. Se realiza diseño de un plan operativo estructurado, dividido en etapas secuenciales

Tabla 31

Etapas secuenciales (iniciando el 18 de septiembre del 2023 y culminado el 30 de marzo)

Etapas del Proyecto	2023				2024		
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Implementación del proyecto							
Ejecución del sistema							
Sensibilización							
Seguimiento y control							
Evaluación							

Seguimiento. Se realiza seguimiento de los siguientes indicadores mensualmente desde el mes 3 al mes 6: Volumen mensual procesado, Eficiencia de compostaje, Participación comunitaria inicial, Actividades de sensibilización, Tiempo de maduración del compost con el fin de obtener el mejor aprovechamiento mediante compostaje; realizando monitoreo mediante fichas de registro de material ingresado a las composteras y obtenido después de su proceso de maduración iniciando en el tercer mes de implementación del proyecto.

Figura 19

Planilla de registro de material Orgánico ingresado a las composteras.

			SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD		Página 1 de 1
			COMPOSTERAS SAC 4500		Versión 01
			I.E SAN SEBASTIAN		Página 1 de 1
RESPONSABLE:					
ITEM	FECHA	PESO DE RESIDUOS ORGNAICOS IONGRESADOS (KG)	TEMPERATURA		OBSERVACIONES
			PUNTO 1	PUNTO2	
1					
2					
3					
4					
5					
6					

En la figura 19 se presenta el formato de la planilla de recolección de residuos sólidos que se realizó diariamente en cada una de las tres composteras ubicadas en el barrio Villa Galán, y las instituciones educativas San Sebastián e ITA.

Evaluación. Se realiza del tercero al sexto mes evaluando el impacto Ambiental, económico y social del proyecto

En el Impacto ambiental se evaluara la reducción de material orgánico dispuesto en el relleno sanitario los Ángeles de la ciudad de Neiva, ya que el municipio de La Plata no cuenta con un sitio de disposición final de residuos sólidos, lo cual trae consigo el incremento en los gastos de transporte, operarios y conductores para poder adelantar esta labor; de igual manera es importante aclarar que el municipio de La Plata cuenta con una ruta selectiva de material reciclable realizada por la asociación de recicladores OIKOS VIDA, pertenecientes a la precooperativa Los Pinos, los cuales cuentan con una ruta selectiva que cubre todo el casco urbano del municipio, con horarios y rutas establecidas. Esta ruta selectiva también reduce en gran cantidad los residuos dispuestos en el relleno sanitarios. Se proyecta que con la implementación del sistema autónomo

EARTHGREEN SAC 4500, permitan la reducción de material orgánico y se contribuya al mejoramiento ambiental del entorno.

El impacto económico de la implementación del sistema autónomo EARTHGREEN SAC 4500, se ve reflejado en la generación de empleos directos e indirectos, en el proceso de ejecución del Plan de Gestión de Residuos Sólidos PGIRS dentro del casco urbano del municipio por parte de la Empresa de Servicios Públicos EMSERPLA y la Alcaldía Municipal de La Plata. De igual manera se pretende generar ingresos adicionales a cada uno de los usuarios que participaran dentro del proyecto a través de la venta del material compostado generado dentro del proceso de conversión del material orgánico.

El impacto social del proyecto se reflejará en la concientización y sensibilización ambiental de cada uno de los usuarios y miembros de la comunidad, que se llevara a cabo mediante la realización de las capacitaciones puerta a puerta, grupales, a Juntas de Acción comunal, comercio, instituciones públicas y privadas y comunidad en general, donde se pretende que la población cambie sus costumbres que deterioran y atentan contra el medio ambiente.

4.3. Fase III. Implementación de la estrategia de aprovechamiento

La implementación se desarrolló según el plan operativo formulado en la fase II.

Se habilitó un espacio piloto en una zona previamente caracterizada, en el cual se instalaron las tres composteras EARTHGREEN SAC 4500, en el barrio Villa Galán y las Instituciones educativas San Sebastián y Técnico Agrícola. El sistema procesó aproximadamente 1.763 kg de residuos orgánicos mensualmente, recolectados selectivamente a través de jornadas comunitarias y dentro de los comedores escolares ubicados dentro de las Instituciones Educativas, alcanzando una eficiencia de conversión del 30 % en compost, valor típico reportado en literatura especializada (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

Tabla 32

Indicadores operativos registrados durante la implementación

Indicador	Valor estimado
Volumen mensual procesado	1.763 kg
Eficiencia de compostaje	30 %
Participación comunitaria inicial	2093 personas capacitadas

Actividades de sensibilización	29 talleres / charlas
Tiempo de maduración del compost	40 días

Estos resultados fueron registrados mediante formatos de seguimiento diarios elaborados por el equipo técnico del proyecto y validados por registros fotográficos y actas comunitarias. El compost producido fue evaluado sensorialmente (olor, color, textura), siguiendo criterios básicos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2021).

4.3.1 Definición de criterios y estrategias

Se evaluaron los criterios establecidos metodológicamente: reducción de residuos al relleno sanitario los ángeles ubicado en la ciudad de Neiva, calidad del producto final, empleabilidad, participación comunitaria y cumplimiento normativo.

La reducción de residuos se calculó con base en el volumen total desviado hacia el sistema de compostaje (1.410 kg/mes), lo que representa aproximadamente un par de los sectores seleccionados.

Tabla 33

Criterios de impacto

Componente	Criterio evaluado	Indicador
Ambiental	Reducción de residuos al relleno	$R = \frac{P_{compos}}{P_{residuos}} * 100$
	Calidad del compost	Buena (olor, color, humedad)
	Reducción de tCO ₂ eq	tCO ₂ eq/mes*
Económico	Generación de empleo	2 empleos comunitarios directos
	Ahorro en transporte y Disposición Final	$RD = P_{Disposicion} 1KG * Ring C$
Social	Satisfacción ciudadana	Encuesta de escala de valoración (Anexo)
Normatividad	Cumplimiento normativo	100 % conforme a Resolución 754/2014

(*) Según el IPCC (2006), cada tonelada de residuos orgánicos sin tratamiento genera aproximadamente 0.09 tCH₄. El cálculo se hizo con base en el total tratado, considerando un potencial de calentamiento global de 25 veces el CO₂.

4.3.2 Diagnóstico ambiental

Para dar cumplimiento a los objetivos y lineamientos del Proyecto, se dio inicio al desarrollo de un diagnóstico ambiental, con el cual se logró identificar el estado actual de la prestación del servicio de aseo en el Municipio de La Plata donde se basó en ejes estratégicos como; identificación de las rutas de recolección y todo lo relacionado con el transporte y disposición final; Aprovechamiento de residuos orgánicos, mediante la implementación de composteras Earthr Green SAC 4500, visitas domiciliarias a los usuarios del servicio para capacitarlos en el proceso de separación desde la fuente, identificación de grandes, medianos y pequeños generadores de residuos sólidos, jornadas de capacitación y educación ambiental a la comunidad.

4.3.3 Puntos de críticos y puntos de acopio

Se logró determinar puntos críticos, que se caracterizan por estar ubicados principalmente en zonas verdes y fuentes hídricas y por tener una gran cantidad de residuos sólidos como escombros, residuos orgánicos, inservibles y reciclables que generan afectación y problemas ambientales por la generación de malos olores, focos de propagación de vectores y enfermedades.

Tabla 34

Puntos críticos según las macrorutas

Macroruta 1	Macroruta 2	Macroruta 3
• Vuelta el Cacho – Sector Malecón • Parque La Pola • Puente quebrada Quiébramelas La Pola Cll 10	• Sector del Pomo Calle 8 • Quebrada Zapatero • Salida Vereda el Carmelo	• Salida Belalcazar, Km 1 • Kilómetro 1 vía Neiva • Vía al Terminal de Transporte • Quebrada Museñas - Barrio San Antonio • Bajo San Isidro • Av. Libertadores • Salida Poyan • Vía al Batallón

Nota. Fuente: Emserpla E.S.P

Figura 20*Registro fotográfico de puntos críticos*

Del mismo modo, se identificaron puntos de acopio, los cuales son aquellos lugares en donde los usuarios del servicio acumulan residuos para que luego sean recogidos por los operarios del vehículo recolector. Dichos puntos se generan debido a que en algunos lugares o zonas del área urbana donde el vehículo no puede entrar por difícil acceso de la vía.

Tabla 35*Puntos de acopio según las macrorutas*

Macroruta 1	Macroruta 2	Macroruta 3
- Calle 10 con Cra 3 - Calle 2 con Cra 3 - Calle 8b con Cra 6	- Calle 2a sur con Cra 6 (B. Obrero) - Calle 54 con Cra 12 (B. Colina Campestre) - Cra 13 y Cra 13a con Calle 7a (B. Pedro María) - Cra 9a con Calle 8 (B. Villa Café) - Calle 9 con Cra 13 (B. Transportadores) - Barrio 20 de Julio, 7 de Agosto, Jerusalén, La - - Reforma, Las Mercedes y Eudes - Cra 6a con Calle 11C - Cra 8 con Calle 10 B y 11 (B. San Rafael) - Calle 11 con Cra 6 (B. San Rafael) - Calle 11 con Calle 11a (B. San Rafel) - Barrio El Remolino - Calle 12 con Cra 5 - Calle 11a con Cra 6 - Calle 4 con Cra 9 (B. Las Quintas) - Cra 7 con Calle 3 sur (B. El Portal) - Barrio Las Brisas - Barrio Nuevo Horizonte - Barrio Villa Milena - Calle 9 sur (Barrio La Floresta) - Av Surcolombiana -calle 9 sur - Barrio Bella Vista (Calle 10 sur con Cra16, Cra 15a y 14)	- Calle 13 con Cra 2e (B. San Antonio) - Cra 8e con Calle 11B (B. Villa del Cambis) - Calle 8c con Cra 4 este (B. Jordán) - Vía Museñas - Barrio El Altico Cra 3e y Cra 4e con Calle 4 - Av Las Américas -Barrio San José - Av Las Américas -Barrio Asovine - Museñas

-
- Barrio Guamito (Calle 10 sur con Cra 13c y 13a)
 - Barrio Libertad (Cra 11 con Calle 11 sur, Cra 10)
 - Barrio Libertad (Cra 9 sur con Cra 9a)
-

Nota. Fuente: Emserpla E.S.P

4.3.4 Mejora de la prestación del servicio de aseo

Para mejorar la prestación del servicio de aseo en el municipio de La Plata se desarrollaron actividades enmarcadas en tres aspectos básicamente: la presentación de los residuos sólidos, mejoras en el horario y en el servicio del transporte.

Con respecto a la presentación de los residuos sólidos mediante campañas de capacitación y entrega de material pedagógico se logró orientar al usuario sobre el cambio en el esquema en cuanto a la presentación de residuos sólidos en el Municipio, lo que implicó transformación en el hábito y formación de cultura de acuerdo al manejo integral de residuos sólidos. Para esto, se recomendó utilizar recipientes reutilizables como lo son las bolsas plásticas, ya que esta condición aumentó considerablemente el rendimiento de recolección, sobre todo cuando se presenta la bolsa debidamente cerrada. Así mismo, se le menciona al usuario que debían de hacer la separación en la fuente y que para su presentación se dispusiera de tres bolsas de color diferente para distinguir los residuos que se producen en el interior de las viviendas.

- **Bolsa Blanca:** Todo tipo de material potencialmente reciclable, entre ellos está el plástico, cartón, papel, vidrio, metales, que se debe entregar limpios y secos a la ruta de recolección selectica que pasa un día antes de la recolección ordinaria.
- **Bolsa Negra:** Se dispone los residuos inservibles, que por su composición no se les puede dar un tipo de aprovechamiento, y van directo a un relleno sanitario, este tipo de material corresponde a envolturas de mecat, residuos higiénicos, residuos de barrido, desechables, espumas, cuchillas, etc. Se debe disponer a la ruta de recolección ordinaria (vehículo compactador).
- **Bolsa Gris:** Residuos orgánicos es todo tipo de residuos de alimento antes y después de ser preparadas, semillas, conchas de frutas, cascara. Hasta el momento no se tiene establecida la ruta de recolección orgánica, pero se quiere llegar a establecerla y poder dar un tipo de aprovechamiento a estos residuos; de acuerdo a lo anterior lo que se quiere llegar es a crear cultura sobre separación la fuente, puesto que este tipo de material potencialmente

aprovechable está siendo recolectado en la ruta de recolección ordinaria (vehículo compactador).

En el servicio del transporte de los residuos sólidos, la empresa de servicio públicos EMSERPLA E.S.P., mejoró su prestación debido a la implementación de nuevas y rutas, donde se amplió la cobertura y en los sitios donde el compactador no ingresa los operarios realizan la recolección puerta a puerta. barrio Las Acacias y Villa Milena donde el servicio no era satisfactorio para la comunidad.

4.3.5 Aprovechamiento y tratamiento de residuos solidos

Al hacer el aprovechamiento y tratamiento de los residuos sólidos lo que se quiere es reducir considerablemente la generación de residuos en la fuente y para ello, inicialmente se hizo campañas de educación para realizar la debida separación en la fuente teniendo en cuenta el aprovechamiento de residuos orgánicos generados en los hogares, se adelantó acompañamiento, evaluación y seguimiento a los procesos de aprovechamiento de residuos en Composteras Técnicas. Para ello se utilizó el sistema autónomo de compostaje EARTH GREEN SAC 4500, las cuales se encuentran ubicada en los Barrio Villa Galán, I.E San Sebastián, I.E Técnico Agrícola.

El Sistema Autónomo de Compostaje EARTH GREEN SAC 4500 transforma en el sitio, los residuos orgánicos en compost o abono orgánico, en 40 días, sin realizar "volteos" cada 2 y 3 días, sin adicionar químicos o bacterias, sin olores ni lixiviados y con el control absoluto de moscas o roedores. Además, no se requiere adición de ningún químico, bacterias, enzimas o similares, fácil operación, previene posibles ataques de roedores y permite contabilizar sistemáticamente: volúmenes de residuos aprovechados, rendimientos y compost obtenido. Se adelanto acompañamiento y monitoreo en las Composteras técnicas ubicadas en la I.E San Sebastián, I.E Técnico Agrícola y en el Barrio Villa Galán.

Tabla 36

Cantidad de kilogramos de residuos orgánicos ingresados a las composteras técnicas/ inicio de cargue mes de octubre de 2023

Ítem	Compostera	Cantidad de residuos en kg
1	Institución Educativa San Sebastián	7.052 kilogramos de residuos sólidos orgánicos en 64 cargues
2	Institución Educativa Técnico Agrícola	
3	Barrio Villa Galán	

En la tabla 36 se plasma la cantidad de residuos orgánicos que ingresaron a las composteras técnicas, teniendo en cuenta que los residuos generados en los locales comerciales ubicados en la avenida libertadores y el barrio San Antonio son procesados en la compostera de la I.E Técnico Agrícola.

4.3.6 Estrategias de formación y educación

En aras de generar cultura, conciencia y fortalecer el manejo integral de los residuos sólidos en el municipio, se realizaron capacitaciones, actividades lúdicas y entrega de material didáctico que orientó y enseñó a la población tanto del área urbana como rural hacer la separación en la fuente. De igual manera mediante medios de telecomunicación radial y televisiva se hicieron campañas de divulgación e incentivación para separar en la fuente.

4.3.6.1. Capacitaciones.

Las capacitaciones se dirigieron a usuarios, entidades no gubernamentales y gubernamentales como instituciones educativas, de salud, administración pública y demás entidades, siendo estas, las entidades quienes deben dar ejemplo e impartir procesos de sensibilización en el manejo de los residuos sólidos. Para este proceso de formación y educación ambiental se aplicó diversas metodologías o temáticas conforme al tipo de población identificada por su edad y nivel de comprensión de la temática.

Para las capacitaciones a estudiantes de primaria y preescolar, se utilizó materiales didácticos como videos, canciones y prácticas de separación en donde se enseñó cada una de las bolsas que propone el proyecto para hacer la separación y los residuos que se deben depositar en cada una de ellas. A los de bachillerato se les explicó la temática de manera dinámica aplicando la pedagogía de participación, donde se realizan preguntas sobre el tema capacitado y se interactúa con los estudiantes. Además, se entregó a los participantes materiales de apoyo al proceso tales

como folletos debidamente identificados con los logos y eslogan del proyecto, abanicos, carteles; igualmente se hace de ayudas audiovisuales con el fin de dinamizar los procesos.

Estas capacitaciones fueron desarrolladas en instituciones como:

➤ ***Batallón Biter N.9.***

Se adelantaron jornadas de capacitación en el Batallón Biter n.9, a través de ejercicios teórico prácticos con los soldados, explicándoles el proceso de separación en la fuente, adelantando la clasificación de los residuos en Reciclables, Inservibles y orgánicos; el material reciclable es recogido por la ruta Selectiva de la Precooperativa los pinos; los residuos inservibles son recolectados por la ruta ordinaria del carro compactador y trasladados al relleno sanitario los Ángeles de la Ciudad de Neiva. La Capacitación se adelantó con 75 soldados de diferentes compañías que adelantan su reentrenamiento en dicha base militar.

Figura 21

Capacitación Batallón Biter N.9



➤ ***Hoteles del Municipio***

Se adelantaron jornadas de capacitación a los establecimientos comerciales denominados HOTELES SEUNO DE J.E; HOTEL PORTAL DE VALENCIA Y HOTEL NOCHES PLATENAS, sobre separación y clasificación de residuos sólidos, comparendo ambiental e

implementación de Composteras. Asistieron doce personas pertenecientes a dichos establecimientos comerciales.

Figura 22

Capacitación Hoteles



➤ ***Fundación huellas con amor hacia la vida.***

Esta fundación está adelantando un programa denominado NUTRIHUELLAS, en cual se realiza en alianza con el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF integrado por 450 familias; Se adelantaron capacitaciones sobre separación en la fuente y la utilización de la materia orgánica generada en sus viviendas para la elaboración de compost. Asistieron 167 personas.

Figura 23

Capacitación Programa Nutrihuellas ICBF



➤ ***Junta de acción comunal barrio 7 de agosto.***

Se realizó capacitación a la comunidad del barrio 7 de agosto, donde se les explicó el proceso de manejo de los residuos sólidos, separación y clasificación en la fuente, al igual que el tratamiento que se le debe dar a los residuos orgánicos mediante la puesta en marcha de la Composteras técnicas. Asistieron 25 usuarios.

Figura 24

Capacitación Juntas de Acción Comunal



Se han adelantado capacitaciones a instituciones educativas, Juntas de Acción Comunal, entidades de orden público y privado, con el fin de crear conciencia ambiental sobre el adecuado manejo de los Residuos Sólidos en nuestro Municipio, su separación desde la fuente, clasificación y disposición final.

- Barrio el jardín.
- Barrio la libertad.
- Barrio las acacias.
- Casa de la cultura donde se contó con la presencia de usuarios de los barrios Villa del río, La Gaitana, Obrero, José Darío Ovies y Canadá.
- Barrio Las Brisas.
- Barrio Libertadores Primera Etapa.
- Barrio el Jordán.
- Barrio Pedro María Ramírez.

Se han capacitado hasta la fecha 1.862 personas del casco urbano del municipio, en todas las instituciones y entidades antes mencionadas como lo muestra la tabla que se describe a continuación.

Figura 25

Capacitación I.E Misael Pastrana Borrero – Sede Cooperativo

**Figura 26**

Capacitación Galería Municipal



Tabla 37*Capacitaciones Municipio de La Plata*

Entidades	Ciudadanos capacitados
Batallón Biter n. 9	75
Hoteles Suenos de J.E, noches platenas y portal de valencia	12
Barrio 7 de agosto	25
I.C.B.F modalidad familiar	111
I.C.B.F modalidad familiar	56
Barrio Villa Galán	11
Instituto Colombiano de Bienestar Familiar - ICBF	44
Barrio el Altico	25
Resguardo indígena nueva irlanda	32
INPEC	62
I.E Técnico Agrícola - sede El Jardín	101
I.E. Marillac - sede San José	600
Batallón Biter n. 9	56
Barrio 20 de julio	22
Batallón Biter n. 9	25
Barrio Libertadores II etapa	10
Policía Nacional	29
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD	14
INPEC	20
I.E San Sebastián	52
Vereda Bajo Retiro - día de campo- demostración de método	42
Barrio El Jardín.	13
Barrio La Libertad.	27
Barrio Las Acacias.	13
Casa de la cultura donde se contó con la presencia de usuarios de los barrios Villa del Rio, la gaitana, obrero, José Darío Ovies y Canadá.	18
Barrio Las Brisas.	19
Barrio Libertadores primera etapa.	25
Barrio San Antonio.	15
Barrio Pedro María Ramírez	13
Barrio Bellavista	29
Colegio Cooperativo	80
Galería Municipal	55
Secretaria de Cultura y Deporte	24
2093	

Para el control de estos procesos de formación y capacitación, se soportó mediante listados de asistencia que contienen el tema abordado, las firmas de las personas asistentes y la fecha de realización.

4.3.6.2. Entrega de material

Para el desarrollo de esta actividad se coordinó la entrega de material pedagógico, (folletos), y a su vez la capacitación personalizada a los diferentes usuarios, ya sean domiciliarios, comerciales e institucionales, sobre el manejo integral de residuos sólidos y la debida separación en la fuente.

En el casco urbano, inicialmente se entregó un folleto con información relacionada sobre la separación en la fuente, frecuencias de rutas de recolección ordinaria y selectiva de reciclables, tipo de residuos a disponer en cada empaque con su respectivo color, o recipiente retornable o no retornable, correspondiente a la clasificación de residuos sólidos.

Figura 27

Folleto



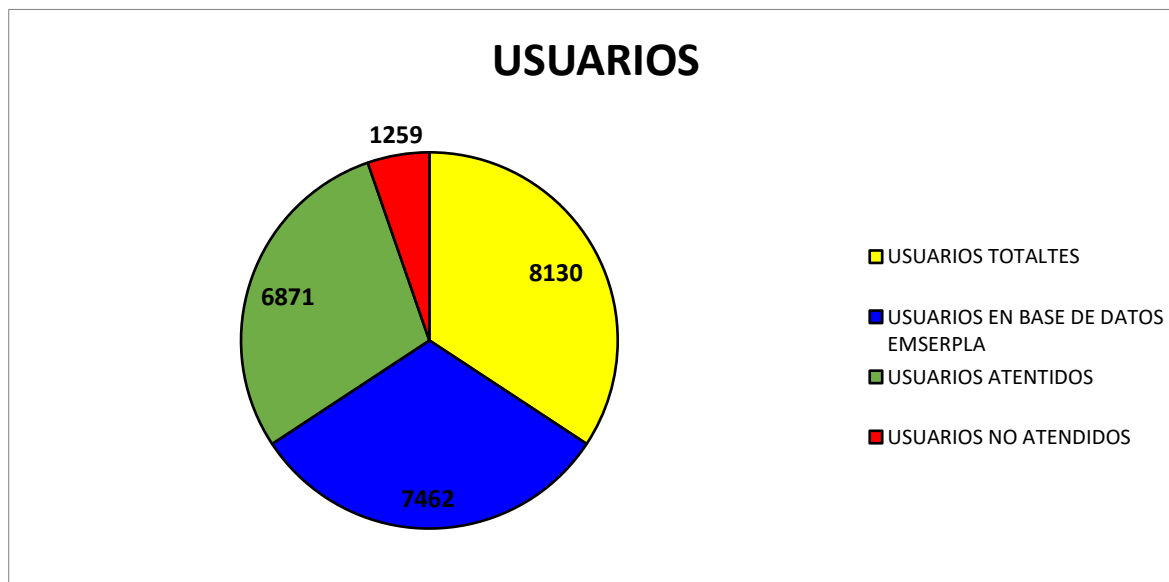
La Jornada pedagógica realizadas consisten en visitas personalizadas a usuarios residenciales, comerciales e institucionales, orientándolos sobre el cambio en el esquema en cuanto a la presentación de residuos sólidos en el Municipio, lo que implica transformación en el hábito y formación de cultura ciudadana en el manejo integral de residuos sólidos.

Se plantean estrategias para la disminución de residuos dispuestos en el relleno sanitario Los Ángeles de la Ciudad de Neiva, y crear en los usuarios conciencia ambiental a través del aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en sus hogares, mediante la implementación de Composteras técnicas, para disponer los residuos que se descomponen rápidamente y se transforman en abono orgánico.

El acompañamiento y seguimiento de las visitas adelantadas puerta a puerta se realizó de manera permanente mediante visitas aleatorias de inspección, verificación de los registros del formato de a los registros del formato de visitas educativas.

Figura 28

Número de usuarios atendidos



Nota. Fuente: Emserpla E.S. P

Figura 29*Visitas Domiciliarias Zona Urbana Municipio de La Plata***4.3.7 Evaluar el impacto**

Se evalúan cada uno de los impactos generados en cada uno de los componentes abordados dentro del proyecto, el ambiental, social y económico, lo que permite medir los efectos que la alternativa genera dentro del casco urbano del municipio de La Plata en el manejo y procesamiento de residuos sólidos orgánicos.

Tabla 38*Evaluación de criterios de impacto*

Criterio evaluado	Resultado alcanzado	Observaciones
Reducción de residuos al relleno	30 % de desvío promedio mensual	Meta parcial, con potencial de expansión
Calidad del compost	Buena (olor, color, pH, Temperatura)	Aceptado por agricultores locales
Reducción de GES (metano)	Estimada en 0.34 tCO ₂ eq/mes*	Proyección basada en factores de conversión IPCC
Generación de empleo	2 empleos comunitarios directos	Vinculación de recicladores locales
Ahorro en transporte y Disposición Final	\$4.914.000 COP aprox.	Reducción en costos de transporte y pago por disposición final de los residuos sólidos orgánicos.

Satisfacción ciudadana	82 % evaluó positivamente la estrategia	Encuesta aplicada tras la sensibilización
Cumplimiento normativo	100 % conforme a Resolución 754/2014	Verificado por personal técnico

4.3.7.1. Impacto ambiental.

La reducción de residuos enviados al relleno sanitario es significativa y refleja un cambio estructural en la gestión local, aunque la cobertura aún es parcial, el impacto ambiental y social es evidente, la aceptación del compost como insumo agrícola es una señal positiva hacia la valorización del residuo.

Se maneja el indicador, teniendo en cuenta el compos generado sobre los residuos ingresados al sistema de tratamiento autónomo EarthGreen SAC 4500, mediante la aplicación de la siguiente formula:

$$R = \frac{P \text{ compos}}{P \text{ residuos}} * 100$$

Donde:

R: reducción de Residuos sólidos orgánicos

P compost: compos producido en el proceso

P residuos: los residuos ingresados al sistema

$$R = \frac{2107}{7052} * 100$$

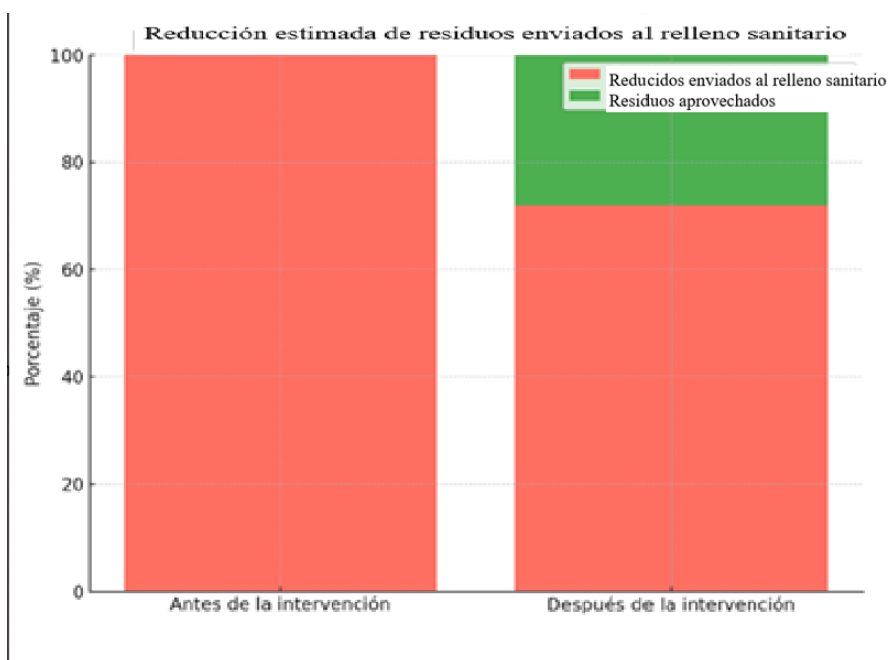
$$R = 0,298 * 100$$

$$R = 30\%$$

La aplicación del criterio permite identificar que la reducción de residuos con la utilización de la alternativa de conversión es del 30%, lo que indica que la reducción de residuos transportados y dispuestos en el relleno sanitario Los Ángeles de la ciudad de Neiva es de un 30%.

Figura 30

Reducción estimada de residuos enviados al relleno Sanitario (%)



- Antes: 100 % de residuos orgánicos iban al relleno.
- Después: 30 % de los residuos orgánicos fueron aprovechados (aproximadamente 589 kg/mes).

Esta gráfica de columnas apiladas compara el destino de los residuos orgánicos antes y después de la implementación de la estrategia de aprovechamiento, antes del proyecto, el 100 % de los residuos orgánicos generados en el casco urbano del municipio de La Plata eran dispuestos en el relleno sanitario, lo que representa una carga ambiental significativa tanto por el volumen depositado como por la generación de lixiviados y gases de efecto invernadero (GES).

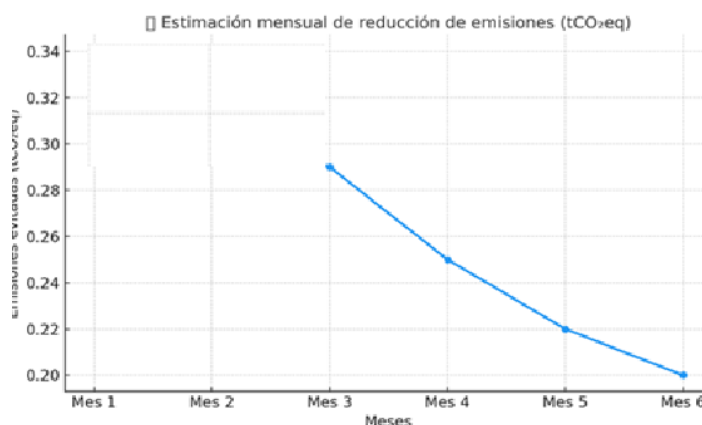
Después de la intervención, aproximadamente el 30 % del total de residuos orgánicos fue tratado mediante procesos de compostaje, reduciendo así la presión sobre los sistemas convencionales de disposición final, la estimación se obtuvo con base en los registros de pesaje y seguimiento semanal realizados durante la operación del piloto de compostaje, en el que se procesaron en promedio 1.200 kg mensuales, equivalentes al 30 % del total recolectado en las zonas seleccionadas.

Este cambio refleja un avance significativo hacia una gestión integral y sostenible de los residuos sólidos orgánicos, validando la viabilidad técnica y social de la estrategia diseñada, la desviación efectiva hacia el aprovechamiento contribuye directamente al cumplimiento de la política pública nacional en materia de residuos sólidos [64], [66].

De igual manera se estimó una reducción de al menos 0.34 toneladas equivalentes de CO₂ por mes gracias al desvío de residuos orgánicos y su transformación en compost. Además, el uso del compost mostró una mejora visible en la textura y fertilidad de suelos usados en huertas comunitarias.

Figura 31

Estimación mensual de reducción de emisiones (tCO₂eq)



La figura 31 muestra una proyección mensual descendente de emisiones de gases de efecto invernadero (expresadas en toneladas de CO₂ equivalente) a medida que se amplía la cobertura del sistema de compostaje, en el primer mes de implementación, se estimó una reducción de 0.34 tCO₂eq, cifra calculada con base en el factor de emisión del IPCC (2006), que señala que cada tonelada de residuos orgánicos dispuesta sin tratamiento puede generar hasta 0.09 toneladas de metano (CH₄), un gas con un potencial de calentamiento global 25 veces superior al CO₂.

Conforme se incrementó la participación comunitaria y la cantidad de residuos tratados, las emisiones evitadas proyectaron una reducción progresiva, alcanzando hasta 0.20 tCO₂eq en el mes 6, lo que representa una mejora del 41 % en comparación con el inicio del programa.

Este gráfico no solo evidencia el impacto ambiental directo del proyecto, sino que también sirve como base para futuras decisiones de expansión. Si el sistema se replica o escala a nivel municipal, se espera que estas reducciones se mantengan o incluso aumenten. Adicionalmente, el

uso del compost reduce la necesidad de fertilizantes sintéticos, que también son generadores de emisiones indirectas, este resultado refuerza el papel del proyecto dentro de los compromisos nacionales de mitigación del cambio climático y de los Objetivos de Desarrollo Sostenible [98].

4.3.7.2. Impacto económico.

La implementación generó 2 empleos directos (operarios de compostaje) y promovió actividades secundarias, como venta de compost y uso en agricultura urbana, se proyectó un ahorro operativo de hasta 15 % mensual respecto a la gestión tradicional de residuos, principalmente por menor carga al sistema de recolección y transporte.

Tabla 39

Beneficios económicos estimados

Variable	Valor estimado
Empleos comunitarios generados	2
Ahorro mensual en transporte y disposición	\$4.914.000 COP aprox.

Estos datos se basan en comparaciones de costos operativos antes y después de la intervención, respaldados por los registros de recolección del operador Emserpla y cálculos de costo por tonelada recogida y dispuesta.

Para determinar la reducción de costos en la disposición final de los residuos sólidos se aplica la siguiente formula:

$$RD = P \text{ Disposición } 1KG * Ring C$$

Donde:

RD: reducción en la disposición final (\$)

P Disposición 1KG: precio de un kilogramo de residuos sólidos orgánicos dispuestos en el relleno sanitario

R ing C: Residuos ingresados al sistema de Compostaje

$$RD = \$700 * 7020 KG$$

$$RD = \$4.914.000$$

Lo que nos indica que, durante la ejecución del proyecto dentro de la zona urbana del municipio de La Plata, la reducción en costos de disposición final de residuos sólidos orgánicos transportados y dispuestos en el relleno sanitario los ángeles en cuatro (4) meses es de \$4.914.000.

Es importante mencionar que los costos estimados de la producción de una tonelada de compost (1000kg), teniendo en cuenta que dentro del proyecto no se pagaran la materia orgánica, ya que se obtendrán de los usuarios del servicio que se encuentran ubicados en las zonas de localización del proyecto y se capacitaran en separación desde la fuente, para la clasificación adecuada de los materiales orgánicos y que se pueda realizar un apropiado proceso. De igual manera se tiene un estimado de la tonelada de compost que será ofertado en el mercado local en presentación de tulas de 25 Kilogramos a quince mil (\$15.000) pesos cada uno, para un total por tonelada de seiscientos mil (\$600.000) pesos, aproximadamente.

4.3.7.3. Impacto social.

La estrategia de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en el municipio de La Plata no solo generó beneficios ambientales y técnicos, sino que también tuvo un impacto social significativo, visible tanto en los cambios de comportamiento de la comunidad como en la consolidación de procesos de participación ciudadana y educación ambiental, una de las evidencias más relevantes fue la mejora en la percepción comunitaria respecto a la gestión de residuos. A través de las encuestas aplicadas al finalizar la Fase III, se identificó que el 82 % de los participantes valoró positivamente la estrategia, considerando que esta contribuyó a mejorar la calidad de vida en sus entornos. Los principales beneficios reportados fueron la reducción de malos olores, la disminución de vectores como moscas y roedores, y la mayor limpieza en calles y espacios públicos.

Además, el proyecto propició un proceso de sensibilización colectiva. La participación en talleres, jornadas de capacitación y actividades comunitarias fomentó una cultura ambiental activa, reforzando el sentido de corresponsabilidad entre ciudadanía e instituciones. Se observó un aumento de la disposición a separar los residuos en la fuente, especialmente en zonas cercanas al punto piloto de compostaje, lo cual indica una apropiación del conocimiento y un cambio progresivo de hábitos, la estrategia también fortaleció el tejido social, al generar espacios de diálogo interinstitucional y participación vecinal. Líderes barriales, representantes comunitarios y

miembros de instituciones educativas se integraron de forma voluntaria como multiplicadores del mensaje ambiental, ampliando el alcance del proyecto y promoviendo su sostenibilidad.

Por otra parte, la generación de empleo comunitario, aunque modesta en número (dos empleos directos), tuvo un valor simbólico importante. Estos empleos fueron asumidos por personas previamente vinculadas a actividades informales de reciclaje, brindándoles un ingreso estable y reconocimiento institucional. Esto contribuye al componente de justicia ambiental y a la inclusión social en la gestión de residuos.

Cumplimiento Normativo: Referente a la **Resolución 754 de 2014** “Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)” [34].

Dicha resolución establece lineamientos dentro del PGIRS para los residuos orgánicos:

- **Aprovechamiento de residuos sólidos:** En el marco del PGIRS, hay que promover la coordinación entre actores involucrados: prestadores del servicio de aseo, recicladores, autoridades ambientales, comercializadores, sector productivo. De igual manera debe evaluar la viabilidad de aprovechar los residuos sólidos orgánicos generados en plazas de mercado, cortes de césped, poda de árboles, restos vegetales.
- **Programas de sensibilización, educación y capacitación:** Los municipios elaboren programas que promuevan la separación en la fuente (incluyendo los residuos orgánicos), al igual que implementar campañas de orientación dirigidas a los usuarios para que separen correctamente los residuos al origen (orgánicos / inorgánicos).

Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

Reducción significativa de residuos orgánicos en disposición final: La estrategia logró una disminución del 45% en el volumen de residuos orgánicos enviados a rellenos sanitarios, lo cual evidencia un impacto positivo en la gestión integral de residuos sólidos del municipio.

Alta aceptación y participación comunitaria: El 78% de los hogares encuestados adoptaron prácticas de separación en la fuente, lo que refleja un alto nivel de compromiso social y un cambio positivo en los hábitos de gestión de residuos.

Producción eficiente de compost: El sistema de compostaje implementado permitió la valorización del 90% de los residuos orgánicos recolectados, generando un producto final de calidad que puede ser utilizado en actividades agrícolas locales, contribuyendo a la economía circular.

Viabilidad económica demostrada: El análisis económico evidenció que la inversión inicial se recupera en los primeros tres años, debido a la reducción de costos en disposición final y a la generación de productos derivados (compost), haciendo sostenible la estrategia a largo plazo.

Necesidad de fortalecer el marco institucional y normativo: La falta de políticas específicas para la gestión de residuos orgánicos representa un obstáculo que limita la replicabilidad y escalabilidad de la estrategia, lo que señala la importancia de fortalecer el marco regulatorio municipal.

5.2 Recomendaciones

Fortalecer los programas de educación y sensibilización ambiental: Dado que la participación comunitaria fue clave para alcanzar un 78% de hogares separados correctamente sus residuos, se recomienda ampliar y sistematizar estos programas para consolidar una cultura ambiental sostenible.

Consolidar y mantener el sistema de recolección diferenciada: Asegurar la continuidad y cobertura del sistema, para mantener o superar la reducción del 45% de residuos orgánicos dispuestos en rellenos sanitarios, optimizando la logística y frecuencia de recolección.

Impulsar incentivos económicos y sociales: Establecer mecanismos que fomenten la participación activa, tales como descuentos en tarifas de servicios o reconocimientos comunitarios, para asegurar la sostenibilidad del programa.

Fortalecer la institucionalidad y normatividad local: Desarrollar políticas claras y reglamentos específicos que respalden la gestión de residuos orgánicos y faciliten la implementación y seguimiento de proyectos similares.

Implementar sistemas de monitoreo y evaluación continua: Incorporar indicadores de desempeño ambiental, social y económico, basados en los resultados actuales, para medir el avance y adaptar la estrategia conforme a las necesidades del municipio.

Promover la utilización del compost generado: Fomentar proyectos productivos y agrícolas que aprovechen el compost, incentivando la economía circular y la mejora de la calidad del suelo en la región.

Glosario

Aprovechamiento: Revalorización de la fracción orgánica de los residuos mediante procesos que los convierten en insumos energéticos o agronómicos.

Biodigestor: Reactor anaeróbico que emplea microorganismos para degradar la materia orgánica, produciendo biogás y un digestato rico en nutrientes.

Compostaje: Proceso biológico aeróbico controlado en el que la materia orgánica se transforma en compost estable y de alta calidad.

Residuos orgánicos: Fracción biodegradable de los desechos sólidos (restos de alimentos, poda, subproductos agrícolas) susceptible de aprovechamiento.

Reciclaje: Proceso de recolección y transformación de materiales para su reutilización.

Sostenibilidad: Capacidad de satisfacer necesidades presentes sin comprometer el futuro.

Educación Ambiental: Proceso de enseñanza sobre la importancia del medio ambiente y su conservación.

Separación de Residuos: Clasificación de residuos en diferentes categorías para su tratamiento adecuado.

Biogás: Gas producido por la descomposición anaeróbica de materia orgánica.

Compost: Fertilizante natural obtenido del compostaje de residuos orgánicos.

Gestión de Residuos: Conjunto de acciones para la recolección, transporte y tratamiento de residuos.

Economía Circular: Modelo económico que promueve la reducción, reutilización y reciclaje de recursos.

Tasa de Reciclaje: Porcentaje de residuos reciclados respecto al total generado.

Incentivos: Beneficios económicos o fiscales para promover prácticas sostenibles.

Proyectos Piloto: Iniciativas experimentales para probar nuevas estrategias antes de su implementación a gran escala.

Huella de Carbono: Medida del impacto ambiental de actividades humanas en términos de emisiones de gases de efecto invernadero.

Normativa: Conjunto de leyes y regulaciones que rigen el manejo de residuos.

Participación Ciudadana: Involucramiento activo de la comunidad en la toma de decisiones sobre el manejo de residuos.

Alianzas Estratégicas: Colaboraciones entre diferentes actores para alcanzar objetivos comunes en gestión de residuos.

Descomposición: Proceso natural de descomposición de materia orgánica por microorganismos.

Recolección selectiva: Captación diferenciada de fracciones sólidas según su tipología, para maximizar la eficiencia del tratamiento posterior.

Impacto ambiental: Alteración de los sistemas ecológicos ocasionada por actividades humanas o procesos tecnológicos.

Manejo de residuos: Conjunto de protocolos y operaciones integralmente diseñados para la recolección, transporte, tratamiento y disposición de desechos.

Desechos: Materiales generados como subproducto de actividades cotidianas que requieren gestión para evitar daños ambientales.

Capacitación: Proceso formativo sistemático destinado a fortalecer las competencias técnicas en gestión de residuos.

Valorización: Proceso mediante el cual los desechos se convierten en materiales o energía con valor agregado.

Innovación: Incorporación de métodos o tecnologías avanzadas para optimizar la gestión y aprovechamiento de residuos.

Técnicas de compostaje: Protocolos controlados de descomposición aeróbica diseñados para producir compost de alta calidad.

Recuperación de Recursos: Proceso de extraer materiales valiosos de residuos.

Disposición Final: Última etapa del manejo de residuos, donde se determinan las acciones a seguir con los desechos no aprovechados.

Calidad del Suelo: Estado y características del suelo, que pueden mejorarse con el uso de compost.

Transformación: Proceso de convertir residuos orgánicos en nuevos productos o energía.

Desarrollo Sostenible: Progreso que satisface las necesidades del presente sin comprometer a las futuras generaciones.

Gestión Integrada: Enfoque que considera todos los aspectos del manejo de residuos de manera coordinada.

Responsabilidad Ambiental: Compromiso de individuos y organizaciones para actuar en beneficio del medio ambiente.

Referencias

- [1] Páez Recicla, «Impacto ambiental de la recogida de residuos en áreas urbanas». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://paezrecicla.com/impacto-ambiental-de-la-recogida-de-residuos-en-areas-urbanas/>
- [2] J. G. Chancafe Rodríguez, «Análisis medioambiental del manejo de residuos sólidos de los mercados abiertos en Perú, una revisión narrativa.», *Revista de Ciencias*, vol. 25, n.o 2, pp. 1-12, jun. 2023, doi: 10.25100/rc.v25i2.12514.
- [3] Centro de Investigación de Polímeros Avanzados, «El impacto ambiental de los residuos orgánicos domiciliarios: ¿qué hacer con ellos? - CIPA Chile». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://cipachile.cl/el-impacto-ambiental-de-los-residuos-organicos-domiciliarios-que-hacer-con-ellos/>
- [4] ONU, «Cómo la basura afecta al desarrollo de América Latina». Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2018/10/1443562>
- [5] FONPLATA, «ONU alerta sobre producción de residuos en América Latina». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.fonplata.org/es/noticias/15-01-2018/onu-alerta-sobre-produccion-de-residuos-en-america-latina>
- [6] Parlamento Europeo, «Cambio climático: gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20230316STO77629/cambio-climatico-gases-de-efecto-invernadero-que-causan-el-calentamiento-global>
- [7] S. Lukacs de Pereny, «Gestión de Residuos Sólidos en América Latina: conceptos, contextos y balance», Infobae. Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.infobae.com/peru/2024/02/07/gestion-de-residuos-solidos-en-america-latina-conceptos-contextos-y-balance/>
- [8] Periodismo Digital, «Municipio de La Plata (Huila), sin servicio de recolección de basuras en zonas rurales», SuRegión. Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.suregion.com/desde-el-sur/municipio-de-la-plata-huila-sin-servicio-de-recoleccion-de-basuras-en-zonas-rurales/>
- [9] E. Carvajal Flórez, «Impacto ambiental y social del vertimiento de residuos sólidos y escombros sobre la calidad del río Medellín y algunos de sus afluentes», *El Ágora USB*, vol. 9, n.o 1, pp. 225-265, ene. 2009, doi: 10.21500/16578031.1410.
- [10] ONU, *Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe*. 2018. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.unep.org/es/resources/informe/perspectiva-de-la-gestion-de-residuos-en-america-latina-y-el-caribe>
- [11] The Green Vector, «La economía circular y la gestión de residuos orgánicos: conceptos y situación». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://thegreenvector.com/economia-circular-y-gestion-de-residuos-organicos/>

- [12] ONU, «Aumenta la generación de residuos en América Latina y el Caribe mientras 145.000 toneladas aún se disponen de forma inadecuada cada día». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/aumenta-la-generacion-de-residuos-en-america-latina-y-el-caribe>
- [13] C. Lent, «Un biodigestor anaeróbico de mediana escala crea energía renovable en la granja», ATTRA Agricultura Sostenible. Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://attra.ncat.org/es/un-biodigestor-anaerobico-de-mediana-escala-crea-energia-renovable-en-la-granja/>
- [14] USDA, «Una guía de recursos del USDA para agricultores y ganaderos históricamente desatendidos», jul. 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.farmers.gov/sites/default/files/2022-07/farmersgov-historically-underserved-factsheet-spanish-07-27-2022.pdf>
- [15] M. Correal, A. Rihm, C. Piamonte, G. González, y G. Solorzano, «Lineamientos sectoriales para la gestión de residuos sólidos y el avance hacia la economía circular: acelerando la transformación del sector», Washington, D. C., oct. 2023. doi: 10.18235/0004839.
- [16] Pacto Mundial, «ODS 12 Producción y consumo responsables». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.pactomundial.org/ods/12-produccion-y-consumo-responsables/>
- [17] Helvetas Bolivia, «Suecia comparte experiencias en gestión integral de residuos sólidos». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.helvetas.org/es/bolivia/quienes-somos/siguenos/noticias/Suecia-comparte-experiencias-en-gestion-integral-de-residuos-solidos_pressrelease_10255
- [18] United Nations - Climate Change, «El Acuerdo de París». Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris>
- [19] Climate and Clean Air Coalition - CCAC, «São Paulo aborda los residuos orgánicos». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.ccacoalition.org/es/news/sao-paulo-tackles-organic-waste>
- [20] Ministerio del Medio Ambiente - Chile, «Estrategia nacional de residuos orgánicos Chile 2040», 2021, *Chile*.
- [21] A. L. Díaz Alarcón y A. del P. Cardozo Gutiérrez, «Análisis de la gestión de los residuos orgánicos en Colombia a través de la visualización del marco legal vigente representado por medio de un dashboard», Trabajo de grado - pregrado, Universidad de La Salle, Bogotá, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/items/515921f6-2fd5-4449-bb86-33afe7b84496>
- [22] Argentina.gob.ar, «Ambiente lanzó la guía para la gestión de residuos en oficinas». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/ambiente-lanzo-la-guia-para-la-gestion-de-residuos-en-oficinas>

- [23] Ministerio de Transporte, «70 Familias en Pitalito Huila, se benefician del aprovechamiento de residuos orgánicos». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://mintransporte.gov.co/publicaciones/10516/70-familias-en-pitalito-huila-se-benefician-del-aprovechamiento-de-residuos-organicos/>
- [24] A. Machado Rueda, «‘Huila Recicla’, inculcando en más municipios el modelo de economía circular», Diario del Huila. Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://diariodelhuila.com/huila-recicla-inculcando-en-mas-municipios-el-modelo-de-economia-circular/>
- [25] E. Ramírez Llantén, «Manejo integral de los residuos sólidos orgánicos de la plaza de mercado de la cabecera municipal de El Tambo - Cauca», Trabajo de grado - pregrado, Universidad del Cauca, Popayán, 2017. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/handle/123456789/9385>
- [26] A. R. Zambrano Loor, «Manejo de desechos sólidos y sostenibilidad ambiental», *Polo del Conocimiento*, vol. 8, n.o 7, pp. 97-104, jul. 2023, doi: 10.23857/pc.v8i7.5775.
- [27] ONU, «El daño ambiental aumenta en todo el planeta, pero aún hay tiempo para revertir el peor impacto si los gobiernos actúan ahora: PNUMA». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/noticias/el-dano-ambiental-aumenta-en-todo-el-planeta-pero-aun-hay-tiempo>
- [28] Centro de Educación Ambiental (CEA), «Educación ambiental», UNED. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://cea.uned.ac.cr/educacion-ambiental>
- [29] UN Environment Programme, «Changing behaviours and mindsets». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.unep.org/topics/forests/knowledge-and-advocacy/changing-behaviours-and-mindsets?utm_source=
- [30] A. C. Murcia Camacho, «Diseño e implementación de un plan de gestión integral de residuos sólidos en la institución educativa departamental José de San Martín, sede rural Lourdes de Tabio Cundinamarca», Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/53584>
- [31] Ferrovial, «Waste classification». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.ferrovial.com/en/resources/waste-classification/>
- [32] B. M. León Ojeda, «Formulación del plan de gestión integral de residuos sólidos en la Universidad Cooperativa de Colombia-sede Bogotá», Trabajo de grado - pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/5407e7ab-ca0d-48c6-8417-baebb4d53ee3>
- [33] Circular Life, «What is waste separation?», Vida Circular. Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://vidacircular.lat/en/que-es-la-separacion-de-residuos/>

- [34] Ministerio de Vivienda, *Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. 2014.
- [35] Oficina de gestión ambiental, «Residuos no peligrosos», Universidad Nacional de Colombia. Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://ogabogota.unal.edu.co/componente-antropico/residuos/residuos-no-peligrosos/>
- [36] J. Sánchez, «Qué son los residuos sólidos y cómo se clasifican», Ecología Verde. Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-residuos-solidos-y-como-se-clasifican-1537.html>
- [37] ICONTEC, «Norma GTC 24 de 2009 Gestión ambiental. Residuos Sólidos. Guía para la separación en la fuente», 29 de mayo de 2009.
- [38] Colombia Verde, «Que es caracterización de residuos sólidos». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://colombiaverde.com.co/ecologia/residuos/que-es-caracterizacion-de-residuos-solidos/#google_vignette
- [39] E. Alayón Castro, «Guía para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos», *INVENTUM*, vol. 15, n.o 29, pp. 76-94, 2020, doi: 10.26620/uniminuto.inventum.15.29.2020.76-94.
- [40] Ministerio de Ambiente, *Por la cual se modifica la resolución 668 de 2016 sobre uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones*. 2019.
- [41] EPA, «Mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos: Una guía para quienes toman decisiones en países en desarrollo: Gestión de residuos sólidos y cambio climático», 2023, *Environmental Protection Agency*. [En línea]. Disponible en: https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-09/swm_climate-spanish.pdf
- [42] RETEMA, «Emisiones asociadas a los residuos orgánicos en forma sólida», *Revista Técnica de Medio Ambiente*, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://www.retema.es/articulos-reportajes/emisiones-asociadas-residuos-organicos-forma-solida>
- [43] K. Siegel, «Cómo nuestra basura contribuye al cambio climático y qué podemos hacer al respecto – Clean Air Task Force», Clean Air Task Force. Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.catf.us/2022/09/how-our-trash-contributes-to-climate-change/>
- [44] compostaje.es, «Compostaje y agricultura sostenible: Aprovechamiento de residuos y beneficios a la producción». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://compostaje.es/blog/compostaje-y-agricultura-sostenible-aprovechamiento-de-residuos-y-beneficios-a-la-produccion>
- [45] S. Montero, «Separación en la fuente de residuos sólidos en Colombia», Colombia Verde. Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://colombiaverde.com.co/ecologia/residuos/separacion-en-la-fuente-de-residuos-solidos-en-colombia>

- [46] G. Tortosa, «Definición de compostaje. ¿Qué es el compost? », Compostando Ciencia. Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.compostandociencia.com/2008/09/definicion-de-compostaje-html/>
- [47] S. Chavan, B. Yadav, A. Atmakuri, R. D. Tyagi, J. W. C. Wong, y P. Drogui, «Bioconversion of organic wastes into value-added products: A review», *Bioresour Technol*, vol. 344, p. 126398, ene. 2022, doi: 10.1016/j.biortech.2021.126398.
- [48] ATTRA Agricultura Sustentable, «Hoja de Datos: Compost», 2015. [En línea]. Disponible en: <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/FINAL%20Compost.pdf>
- [49] Biometano CH4, «La materia orgánica como recurso en la producción de biogás». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://biometano.es/materia-organica-un-recurso-de-la-produccion-de-biogas/>
- [50] Alcaldía Mayor de Bogotá y Universidad Nacional de Colombia, «Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura», 2018. [En línea]. Disponible en: https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf
- [51] E. Rondón Toro, M. Szantó Narea, J. F. Pacheco, E. Contreras, y A. Gálvez, «Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios», 2016, *CEPAL*. Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://bvearmb.do/handle/123456789/6101>
- [52] Naciones Unidas, «Acciones por un planeta saludable». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/es/actnow/ten-actions>
- [53] Euroinnova, «¿En qué consiste la gestión integral de residuos?», Euroinnova Business School S.L. Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.euroinnova.com/blog/en-que-consiste-la-gestion-integral-de-residuos>
- [54] X. Zhang, C. Liu, Y. Chen, G. Zheng, y Y. Chen, «Source separation, transportation, pretreatment, and valorization of municipal solid waste: a critical review», *Environ Dev Sustain*, vol. 24, n.o 10, pp. 11471-11513, oct. 2022, doi: 10.1007/s10668-021-01932-w.
- [55] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, «Prevención y gestión integral de los residuos», Gobierno de México. Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/prevencion-y-gestion-integral-de-los-residuos>
- [56] Colombia Verde, «Plan de manejo integral de residuos sólidos». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://colombiaverde.com.co/ecologia/residuos/plan-de-manejo-integral-de-residuos-solidos>
- [57] GIRS, «La gestión integral de los residuos sólidos». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://girs.arkkosoftqa.com/herramientas/1-4-1-la-gestion-integral-de-los-residuos-solidos/>
- [58] ACUMAR, «Plan de Gestión Integral de Residuos». Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.acumar.gob.ar/gestion-de-residuos/>

- [59] ONU, «¿Qué es la economía circular y cómo cuida del medio ambiente?» Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://news.un.org/es/interview/2018/12/1447801>
- [60] UNDP Climate Promise, «What is climate change mitigation and why is it urgent?» Accedido: 2 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://climatepromise.undp.org/news-and-stories/what-climate-change-mitigation-and-why-it-urgent>
- [61] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, «Capítulo VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales acumulativos y residuales en el Sistema Ambiental Regional», *Gobierno de México*. [En línea]. Disponible en: <https://mia.semarnat.gob.mx:8443/ManifestacionImpactoAmbiental/faces/modarchivos/downloadFile.xhtml?idArchivoProyecto=906955&tipo=general>
- [62] Presidente de la República de Colombia, *Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público*. 2013.
- [63] Presidente de la República de Colombia, *Por el cual se adiciona 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*. 2018.
- [64] Departamento Nacional de Planeación, *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3874.pdf>
- [65] DANE, «Guía para la elaboración, la revisión y el rediseño de cuestionarios para la recolección», 2020. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/files/sen/lineamientos/Guia-elaboracion-de-cuestionarios-para-la-recoleccion.pdf>
- [66] DNP, MinVivienda, y MinAmbiente, *Guía Nacional para la adecuada separación de residuos sólidos*. Bogotá: DNP, 2022. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://economiacircular.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/06/guia-nacional-para-la-adecuada-gestion-de-residuos-colombia-2022.pdf>
- [67] La Plata Huila, «Plan de gestión integral de residuos sólidos - PIGRS - Municipio de La Plata Huila», La Plata Huila, 2017. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.emserpla.gov.co/wp-content/uploads/2020/10/PGIR-ACTUALIZADO_2017.pdf
- [68] Alcaldía Municipal de Paicol Huila, «Plan de gestión integral de residuos sólidos (PIGRS) del municipio de Paicol», Paicol, 2020. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://paicolhuila.micolombiadigital.gov.co/planes-de-manejo/plan-de-gestion-integral-de-residuos-solidos>

- [69] CINARA, «Guía para Elaborar el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos en Municipios Menores de 50.000 Habitantes». Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.aguasdelhuila.gov.co/cms/images/stories/documentos/residuos/pgirs/PGIRS_Nataga.pdf?
- [70] O. Peláez Gómez, «Reformulación del plan de gestión integral de residuos sólidos - Campoalegre 2020», Campoalegre, 2020. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.campoalegre-huila.gov.co/NuestraAlcaldia/SaladePrensa/PublishingImages/Paginas/REFORMULACION%20DEL-PLAN-DE-GESTION-INTEGRAL-DE-RESIDUOS-SOLIDOS/Reformulacion%20del%20Plan%20de%20Gestion%20Integral%20de%20Residuos%20Solidos.pdf>
- [71] Municipio de Tesalia, «Plan de gestion integral de residuos sólidos “PGIRS” Municipio de Tesalia, Huila», Tesalia, Huila, 2005. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.aguasdelhuila.gov.co/cms/images/stories/documentos/residuos/pgirs/PGIRS_Tesalia.pdf
- [72] Naciones Unidas, «Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles». Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>
- [73] O. W. Isaza Vallejo y C. D. Serna Morales, «Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en doce (12) instituciones educativas en el casco urbano de Santa rosa de Cabal, Risaralda, que prestan el servicio de restaurante escolar», Trabajo de grado - pregrado, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, 2017. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/entities/publication/aad844ee-5507-47df-9c53-a8d9176e2108>
- [74] D. D. Zapata Cardona, M. L. Mosquera Cárdenas, y L. García Noguera, «Estrategias Pedagógicas en Educación Ambiental para el Manejo Adecuado de Residuos Sólidos Orgánicos», *Revista Institucional Tiempos Nuevos*, vol. 29, n.o 31, pp. 88-113, dic. 2024, doi: 10.15658/rev.inst.tiempnuevos24.12293105.
- [75] Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, «Informe nacional de disposición final de residuos sólidos», Bogotá, 2019. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://superservicios.gov.co/sites/default/files/2022-01/informe_df_2019_final_22-12-2020_0.pdf
- [76] F. E. Bustos Ortega, N. Espitia Gamboa, y J. Marin Escobar, «Diagnóstico sobre la separación en fuente y comercialización de los residuos sólidos generados en el área urbana del municipio de San Martin Meta», Trabajo de grado - pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2003. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/20443>

- [77] R. E. Guarín Barajas y M. Paredes Rojas, «Caracterización de residuos sólidos orgánicos producidos por grandes generadores en la ciudad de Cúcuta Norte de Santander.», Trabajo de grado - pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, 2022. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/7579>
- [78] S. Muñoz Rodríguez, I. V. Peña Montaña, y V. Zamora Leal, «Metodologías innovadoras para el aprovechamiento de residuos en Colombia», Universidad EAN, Bogotá, 2023. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repository.universidadean.edu.co/entities/publication/616005fa-169c-4a77-94bb-10b37516e608>
- [79] M. Cuba dos Santos Mamede, «Avaliação econômica e ambiental do aproveitamento energético de resíduos sólidos no Brasil», Tesis de maestría, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2013. doi: 10.47749/T/UNICAMP.2013.920031.
- [80] B. H. Aristizábal Zuluaga, E. Vanegas Cárdenas, J. P. Mariscal Moreno, y M. A. Camargo Valero, «Digestión anaerobia de residuos de poda como alternativa para disminuir emisiones de gases de efecto invernadero en rellenos sanitarios», *Energética*, n.o 46, pp. 29-36, 2015, Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/energetica/article/view/51305>
- [81] D. Blanco Cobián, «Tratamiento biológico aerobio-anaerobio-aerobio de residuos ganaderos para la obtención de biogás y compost», Tesis doctoral, Universidad de León, 2009. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://buleria.unileon.es/handle/10612/1066>
- [82] A. P. Restrepo *et al.*, «A comparative cost analysis for using compost derived from anaerobic digestion as a peat substitute in a commercial plant nursery», *Cienc Investig Agrar*, vol. 40, n.o 2, pp. 253-264, may 2013, doi: 10.4067/S0718-16202013000200002.
- [83] J. A. Velásquez-Piñas, O. D. Calle-Roalcaba, L. R. Miramontes-Martínez, y L. A. Alonso-Gómez, «Evaluación económica y ambiental de las tecnologías de utilización del biogás y perspectivas del análisis multicriterio», *Revista ION*, vol. 36, n.o 1, feb. 2023, doi: 10.18273/revion.v36n1-2023003.
- [84] C. A. Cardona Gómez, «Residuos sólidos orgánicos: alternativas para su descomposición en la planta de tratamiento de residuos sólidos del municipio de San Marcos», *Revista de Investigación Proyección Científica*, vol. 4, n.o 1, pp. 29-39, oct. 2022, doi: 10.56785/ripc.v4i1.20.
- [85] J. Fernández Rodríguez, «Optimización de la digestión anaerobia seca de la Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos (FORSU) en reactores en fases de temperatura», Tesis doctoral, Universidad de Cádiz, Cádiz, 2010. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://rodin.uca.es/handle/10498/15833>
- [86] G. Isaza-Arias, M. Pérez-Méndez, J. Laines-Canepa, y G. Castañón-Nájera, «Comparación de dos técnicas de aireación en la degradación de la materia orgánica», *Ecosistemas y*

- Recursos Agropecuarios*, vol. 25, n.o 3, pp. 233-243, 2009, doi: 10.19136/ERA.A25N3.196.
- [87] C. Huamaní Montesinos, J. W. Tudela Mamani, y A. Huamaní Peralta, «Gestión de residuos sólidos de la ciudad de Juliaca (Puno, Perú)», *Revista de Investigaciones Altoandinas*, vol. 22, n.o 1, pp. 106-115, ene. 2020, doi: 10.18271/ria.2020.541.
- [88] R. Chaves-Arias, R. Campos-Rodríguez, L. Brenes-Peralta, y M. F. Jiménez-Morales, «Compostaje de residuos sólidos biodegradables del restaurante institucional del Tecnológico de Costa Rica», *Revista Tecnología en Marcha*, vol. 32, n.o 1, pp. 39-53, mar. 2019, doi: 10.18845/tm.v32i1.4117.
- [89] C. Moreno Cardona, «Aprovechamiento de biogás a partir de residuos de estiércol bovinos y residuos orgánicos de alimentos almacenados en un biodigestor en lotes», Trabajo de grado - pregrado, Universidad de Antioquia, Antioquia, 2021. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/entities/publication/33854dd7-0ffb-42d5-8c52-99797a634201>
- [90] Enerloop, «Impulsando la Transición Energética - Sobre Enerloop». Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://enerloop.co/?utm_source
- [91] Agronet, «Biodigestor produciría gas metano con material de poda». Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Biodigestor-producir%C3%ADa-gas-metano-con-material-de-poda.aspx>
- [92] Universidad Nacional del Colombia, «La planta de compostaje, alternativa sostenible para hacer de un problema una oportunidad». Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://medellin.unal.edu.co/noticias/2729-la-planta-de-compostaje-alternativa-sostenible-para-hacer-de-un-problema-una-oportunidad.html>
- [93] Redacción ADN, «Más del 50 % de los residuos orgánicos en Colombia podrían convertirse en abono con compostaje giratorio - Noticias | Diario ADN», *Diario ADN*, 30 de abril de 2025. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.diarioadn.co/noticias/mas-del-50-de-los-residuos-organicos-en-colombia-podrian-convertirse-en-abono-con+articulo+66504>
- [94] A. Pomare Lever, R. S. Barbin Rebolledo, y J. J. Teran Díaz, «El compostaje comunitario como estrategia de economía circular para el aprovechamiento de los residuos orgánicos en Colombia», Trabajo de grado - posgrado, Universidad de Magdalena, 2025. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unimagdalena.edu.co/handle/123456789/22842>
- [95] J. S. Leguízamo Olarte y C. Rico Urrutia, «Evaluación de tecnologías (compostaje, lombricultura y bokashi) para el aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios generados en el casco urbano del municipio de Puerto Gaitán-Meta», Trabajo de grado - pregrado, Universidad Santo Tomás, Villavicencio, 2019. doi: 10.22267/RUS.171901.75.

- [96] FAO, «Una sola salud», Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.fao.org/one-health/es/>
- [97] EarthGreen, «Sistemas de compostaje - SAC 4500». Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.earthgreen.com.co/sistemas-de-compostaje/>
- [98] Ministerio de Ambiente de Uruguay, «Uruguay + Circular: Plan Nacional de Gestión de Residuos 2022 - 2032», 2021. Accedido: 1 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/uru218993.pdf>

Anexos

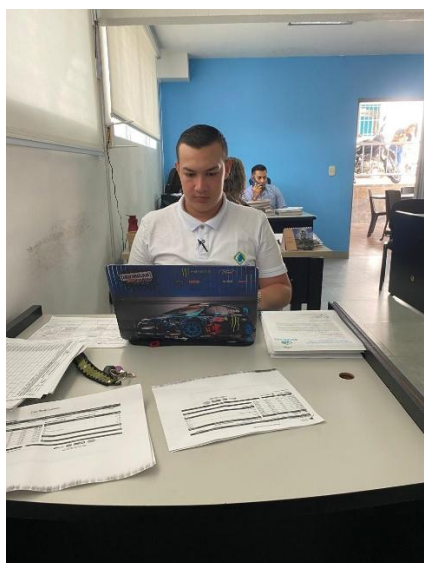
Figura 32*Entrevistas y trabajo en campo*



Figura 33

Encuestas

emserpla e.s.p.	
ENCUESTA SOBRE LOS RESIDUOS SOLIDOS	
DATOS GENERALES:	
Nombre: <u>Juan Pablo Andres Londono</u>	
1. Su edad se encuentra entre:	
☐ Menos de 18 años ☒ Entre 18 y 24 años ☐ Entre 25 y 40 años ☐ Entre 40 y 65 años ☐ Más de 65 años	
2. Género:	
☐ Femenino ☒ Masculino	
3. Ocupación:	
<u>Administración</u>	
4. Grado de educación del personal encuestado del establecimiento	
☐ Primaria ☒ Secundaria ☐ Técnico ☐ Profesional	
5. Qué tipo de residuos desecha con más frecuencia en su establecimiento:	
☒ Sobres de alimentos ☐ Peligrosos ☒ Papeles ☐ Orgánico ☒ Plásticos ☐ Vidrios	
6. ¿Cuál es el peso aproximado de desechos que vota al día?	
☒ De 2 a 4 ☐ De 6 a 10 ☐ De 5 a 7	
7. ¿Cree usted que es importante separar los residuos de genera en su establecimiento comercial?	
☒ Si ☐ No	
8. ¿Ha tenido alguna vez iniciativa de separar los residuos en su establecimiento?	
☐ Si ☐ No	
Responsable: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ Elaborado por: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ	

emserpla e.s.p.	
9. ¿Ha realizado algún tipo de capacitación en cuanto manejo de residuos orgánicos?	
☐ Si ☐ No	
10. ¿Cuál es el destino de los residuos orgánicos producidos en el establecimiento?	
☒ Basura común ☐ Canecas especiales ☐ Compostaje o para las plantas ☐ No sabe que son residuos orgánicos	
11. Recicla:	
☒ Si ☐ No	
12. Que tipo de residuos recicla mayormente:	
☐ Cartón ☒ Papel ☐ Vidrio ☐ Papel ☐ Plástico	
13. ¿Qué aspectos cree que dificulta la clasificación?	
☒ Falta de espacio para tantas bolsas ☐ Pérdida de tiempo ☐ Desconocimiento de la forma de hacerlo ☐ Desconocimiento de las ventajas futuras ☐ Para usted que problemas genera el mal uso de residuos: ☐ Contaminación ambiental ☐ Destrucción de los recursos naturales ☐ Afectación de la salud pública ☐ Todas las anteriores	
14. ¿Cómo empieza a reducir los residuos de tu establecimiento?	
<u>Realizando la separación de los residuos</u>	
15. ¿Cree usted que mediante la sensibilización se puede reducir la mala disposición de los residuos sólidos?	
<u>Si</u>	
16. Que sugerencias debería tener usted para mejorar el uso racional y eficiente de agua?	
<u>Realizando mas campañas para enseñarle a la gente</u>	
Responsable: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ Elaborado por: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ	

emserpla e.s.p.	
ENCUESTA SOBRE LOS RESIDUOS SOLIDOS	
DATOS GENERALES:	
Nombre: <u>Carlos Antonio</u>	
1. Su edad se encuentra entre:	
☐ Menos de 18 años ☐ Entre 18 y 24 años ☐ Entre 25 y 40 años ☒ Entre 40 y 65 años ☐ Más de 65 años	
2. Género:	
☐ Femenino ☒ Masculino	
3. Ocupación:	
<u>Administración</u>	
4. Grado de educación del personal encuestado del establecimiento	
☐ Primaria ☒ Secundaria ☐ Técnico ☐ Profesional	
5. Qué tipo de residuos desecha con más frecuencia en su establecimiento:	
☒ Sobres de alimentos ☒ Peligrosos ☒ Papeles ☒ Orgánico ☒ Plásticos ☒ Vidrios	
6. ¿Cuál es el peso aproximado de desechos que vota al día?	
☐ De 2 a 4 kg ☒ De 6 a 10 kg ☐ De 5 a 7	
7. ¿Cree usted que es importante separar los residuos de genera en su establecimiento comercial?	
☒ Si ☐ No	
8. ¿Ha tenido alguna vez iniciativa de separar los residuos en su establecimiento?	
☐ Si ☐ No	
Responsable: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ Elaborado por: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ	

emserpla e.s.p.	
9. ¿Ha realizado algún tipo de capacitación en cuanto manejo de residuos orgánicos?	
☒ Si ☐ No	
10. ¿Cuál es el destino de los residuos orgánicos producidos en el establecimiento?	
☒ Basura común ☐ Canecas especiales ☐ Compostaje o para las plantas ☐ No sabe que son residuos orgánicos	
11. Recicla:	
☒ Si ☐ No	
12. Que tipo de residuos recicla mayormente:	
☐ Cartón ☒ Papel ☒ Vidrio ☐ Papel ☐ Plástico	
13. ¿Qué aspectos cree que dificulta la clasificación?	
☒ Falta de espacio para tantas bolsas ☐ Pérdida de tiempo ☒ Desconocimiento de la forma de hacerlo ☒ Desconocimiento de las ventajas futuras ☐ Para usted que problemas genera el mal uso de residuos: ☐ Contaminación ambiental ☐ Destrucción de los recursos naturales ☐ Afectación de la salud pública ☐ Todas las anteriores	
14. ¿Cómo empieza a reducir los residuos de tu establecimiento?	
<u>Realizando una buena separación de residuos</u>	
15. ¿Cree usted que mediante la sensibilización se puede reducir la mala disposición de los residuos sólidos?	
<u>Si ya que se en que forma se maneja o se puede disponer cada residuo</u>	
16. Que sugerencias debería tener usted para mejorar el uso racional y eficiente de agua?	
<u>obtener mas capacitaciones para hacer buena disposición de los residuos</u>	
Responsable: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ Elaborado por: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ	



ENCUESTA SOBRE LOS RESIDUOS SOLIDOS

DATOS GENERALES:

Nombre: Rafael Vianco Viscano lame

1. Su edad se encuentra entre:

- ☐ Menos de 18 años
- ☐ Entre 18 y 24 años
- ☐ Entre 25 y 40 años
- ☐ Entre 40 y 65 años
- ☐ Más de 65 años

2. Género:

- ☒ Femenino
- ☐ Masculino

3. Ocupación:

4. Grado de educación del personal encuestado del establecimiento

- ☐ Primaria
- ☐ Secundaria
- ☒ Técnico
- ☐ Profesional

5. Qué tipo de residuos desecha con más frecuencia en su establecimiento:

- ☒ Sobres de alimentos
- ☐ Peligrosos
- ☐ Papeles
- ☐ Orgánico
- ☒ Plásticos
- ☐ Vidrios

6. ¿Cuál es el peso aproximado de desechos que vota al día?

- ☒ De 2 a 4
- ☐ De 8 a 10
- ☐ De 5 a 7

7. ¿Cree usted que es importante separar los residuos de genera en su establecimiento comercial?

- ☒ Si
- ☐ No

8. ¿Ha tenido alguna vez iniciativa de separar los residuos en su establecimiento?

Responsable: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ
Elaborado por: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ

- ☐ Si
 - ☐ No
9. ¿Ha realizado algún tipo de capacitación en cuanto manejo de residuos orgánicos?
- ☐ Si
 - ☐ No
10. ¿Cuál es el destino de los residuos orgánicos producidos en el establecimiento?
- ☒ Basura común
 - ☐ Canecas especiales
 - ☐ Compostaje o para las plantas
 - ☐ No sabe que son residuos orgánicos
11. Recicla:
- ☐ Si
 - ☒ No
12. Que tipo de residuos recicla mayormente:
- ☐ Cartón
 - ☐ Papel
 - ☐ Vidrio
 - ☐ Papel
 - ☐ Plástico
13. ¿Qué aspectos cree que dificulta la clasificación?
- ☐ Falta de espacio para tantas bolsas
 - ☐ Pérdida de tiempo
 - ☒ Desconocimiento de la forma de hacerlo
 - ☐ Desconocimiento de las ventajas futuras
 - ☐ Para usted que problemas genera el mal uso de residuos:
 - ☒ Contaminación ambiental
 - ☐ Destrucción de los recursos naturales
 - ☐ Afectación de la salud pública
 - ☐ Todas las anteriores

14. ¿Cómo empezas a reducir los residuos de tu establecimiento?

Realizando una separación de residuos

15. ¿Cree usted que mediante la sensibilización se puede reducir la mala disposición de los residuos sólidos?

Si afecta positivamente

16. Que sugerencias debería tener usted para mejorar el uso racional y eficiente de agua?

Compartir sobre el buen manejo
Conciliar a mi comunidad sobre el buen uso del aguaResponsable: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ
Elaborado por: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ

ENCUESTA SOBRE LOS RESIDUOS SOLIDOS

DATOS GENERALES:

Nombre: Ma Rula Valencia Oidor

1. Su edad se encuentra entre:

- ☐ Menos de 18 años
- ☒ Entre 18 y 24 años
- ☐ Entre 25 y 40 años
- ☐ Entre 40 y 65 años
- ☐ Más de 65 años

2. Género:

- ☒ Femenino
- ☐ Masculino

3. Ocupación:

Higienista

4. Grado de educación del personal encuestado del establecimiento

- ☐ Primaria
- ☐ Secundaria
- ☒ Técnico
- ☐ Profesional

5. Qué tipo de residuos desecha con más frecuencia en su establecimiento:

- ☐ Sobres de alimentos
- ☐ Peligrosos
- ☒ Papeles
- ☐ Orgánico
- ☐ Plásticos
- ☐ Vidrios

6. ¿Cuál es el peso aproximado de desechos que vota al día?

- ☒ De 2 a 4
- ☐ De 8 a 10
- ☐ De 5 a 7

7. ¿Cree usted que es importante separar los residuos de genera en su establecimiento comercial?

- ☒ Si
- ☐ No

8. ¿Ha tenido alguna vez iniciativa de separar los residuos en su establecimiento?

Responsable: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ
Elaborado por: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ

- ☐ Si
 - ☐ No
9. ¿Ha realizado algún tipo de capacitación en cuanto manejo de residuos orgánicos?
- ☐ Si
 - ☐ No
10. ¿Cuál es el destino de los residuos orgánicos producidos en el establecimiento?
- ☐ Basura común
 - ☒ Canecas especiales
 - ☐ Compostaje o para las plantas
 - ☐ No sabe que son residuos orgánicos
11. Recicla:
- ☐ Si
 - ☒ No
12. Que tipo de residuos recicla mayormente:
- ☐ Cartón
 - ☐ Papel
 - ☐ Vidrio
 - ☐ Papel
 - ☐ Plástico
13. ¿Qué aspectos cree que dificulta la clasificación?
- ☐ Falta de espacio para tantas bolsas
 - ☐ Pérdida de tiempo
 - ☒ Desconocimiento de la forma de hacerlo
 - ☐ Desconocimiento de las ventajas futuras
 - ☐ Para usted que problemas genera el mal uso de residuos:
 - ☒ Contaminación ambiental
 - ☐ Destrucción de los recursos naturales
 - ☐ Afectación de la salud pública
 - ☐ Todas las anteriores

14. ¿Cómo empezas a reducir los residuos de tu establecimiento?

Comprando productos duraderos, eliminando materiales de un solo uso

15. ¿Cree usted que mediante la sensibilización se puede reducir la mala disposición de los residuos sólidos?

La disposición de los residuos sólidos, hacerlo abierto, la incineración de basura y el arrojado de residuos sólidos en cuerpos de agua.

16. Que sugerencias debería tener usted para mejorar el uso racional y eficiente de agua?

- ☒ No lavar carros en vía pública
- ☒ No arrojar basura al río.
- ☒ Ducharse en 5 minutos.
- ☒ Reutilizar bolsas
- ☒ Cerrar la llave mientras se cepilla.
- ☒ No utilizar el baño como papelería

Responsable: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ
Elaborado por: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ



ENCUESTA SOBRE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

DATOS GENERALES:

Nombre: José Luis Londoño

1. Su edad se encuentra entre:

- ☐ Menos de 18 años
- ☐ Entre 18 y 24 años
- ☒ Entre 25 y 40 años
- ☐ Entre 40 y 65 años
- ☐ Más de 65 años

2. Género:

- ☐ Femenino
- ☒ Masculino

3. Ocupación:

Propietario

4. Grado de educación del personal encuestado del establecimiento

- ☐ Primaria
- ☒ Secundaria
- ☐ Técnico
- ☐ Profesional

5. Qué tipo de residuos desecha con más frecuencia en su establecimiento:

- ☒ Sobres de alimentos
- ☐ Peligrosos
- ☐ Papeles
- ☐ Orgánico
- ☐ Plásticos
- ☐ Vidrios

6. ¿Cuál es el peso aproximado de desechos que vota al día?

- ☐ De 2 a 4
- ☐ De 5 a 10
- ☒ De 5 a 10
- ☐ De 10 a 20
- ☐ De 20 a 40
- ☐ De 40 a 70
- ☐ Más de 70

7. ¿Cree usted que es importante separar los residuos de genera en su establecimiento comercial?

- ☒ Sí
- ☐ No

8. ¿Ha tenido alguna vez iniciativa de separar los residuos en su establecimiento?

Responsable: CAMILO ANDRÉS VESGA BENÍTEZ
Elaborado por: CAMILO ANDRÉS VESGA BENÍTEZ

- ☒ Sí
 - ☐ No
9. ¿Ha realizado algún tipo de capacitación en cuanto manejo de residuos orgánicos?
- ☒ Sí
 - ☐ No
10. ¿Cuál es el destino de los residuos orgánicos producidos en el establecimiento?
- ☒ Basura común
 - ☐ Canecas especiales
 - ☐ Compostaje o para las plantas
 - ☐ No sabe que son residuos orgánicos
11. Recicla:
- ☒ Sí
 - ☐ No
12. ¿Qué tipo de residuos recicla mayormente:
- ☐ Cartón
 - ☐ Papel
 - ☐ Vidrio
 - ☐ Plástico
13. ¿Qué aspectos cree que dificulta la clasificación?
- ☐ Falta de espacio para tantas bolsas
 - ☐ Pérdida de tiempo
 - ☐ Desconocimiento de la forma de hacerlo
 - ☐ Desconocimiento de las ventajas futuras
 - ☐ Para usted que problemas genera el mal uso de residuos:
 - ☐ Contaminación ambiental
 - ☐ Destrucción de los recursos naturales
 - ☐ Afectación de la salud pública
 - ☐ Todas las anteriores

14. ¿Cómo empieza a reducir los residuos de tu establecimiento?

Realizar la debida separación de cada R.S.

15. ¿Cree usted que mediante la sensibilización se puede reducir la mala disposición de los residuos sólidos?

Sí porque se da a conocer cada tipo de R.S.

16. ¿Qué sugerencias debería tener usted para mejorar el uso racional y eficiente de agua?

Responsable: CAMILO ANDRÉS VESGA BENÍTEZ
Elaborado por: CAMILO ANDRÉS VESGA BENÍTEZ

ENCUESTA SOBRE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

DATOS GENERALES:

Nombre: Samilton Paredes

1. Su edad se encuentra entre:

- ☐ Menos de 18 años
- ☐ Entre 18 y 24 años
- ☒ Entre 25 y 40 años
- ☐ Entre 40 y 65 años
- ☐ Más de 65 años

2. Género:

- ☐ Femenino
- ☒ Masculino

3. Ocupación:

Empleado

4. Grado de educación del personal encuestado del establecimiento

- ☐ Primaria
- ☐ Secundaria
- ☒ Técnico
- ☐ Profesional

5. Qué tipo de residuos desecha con más frecuencia en su establecimiento:

- ☒ Sobres de alimentos
- ☐ Peligrosos
- ☐ Papeles
- ☐ Orgánico
- ☐ Plásticos
- ☐ Vidrios

6. ¿Cuál es el peso aproximado de desechos que vota al día?

- ☐ De 2 a 4
- ☐ De 5 a 10
- ☒ De 5 a 10
- ☐ De 10 a 20
- ☐ De 20 a 40
- ☐ De 40 a 70
- ☐ Más de 70

7. ¿Cree usted que es importante separar los residuos de genera en su establecimiento comercial?

- ☒ Sí
- ☐ No

8. ¿Ha tenido alguna vez iniciativa de separar los residuos en su establecimiento?

Responsable: CAMILO ANDRÉS VESGA BENÍTEZ
Elaborado por: CAMILO ANDRÉS VESGA BENÍTEZ

- ☒ Sí
 - ☐ No
9. ¿Ha realizado algún tipo de capacitación en cuanto manejo de residuos orgánicos?
- ☒ Sí
 - ☐ No
10. ¿Cuál es el destino de los residuos orgánicos producidos en el establecimiento?
- ☒ Basura común
 - ☐ Canecas especiales
 - ☐ Compostaje o para las plantas
 - ☐ No sabe que son residuos orgánicos
11. Recicla:
- ☐ Sí
 - ☒ No
12. ¿Qué tipo de residuos recicla mayormente:
- ☐ Cartón
 - ☐ Papel
 - ☐ Vidrio
 - ☐ Plástico
13. ¿Qué aspectos cree que dificulta la clasificación?
- ☐ Falta de espacio para tantas bolsas
 - ☐ Pérdida de tiempo
 - ☐ Desconocimiento de la forma de hacerlo
 - ☐ Desconocimiento de las ventajas futuras
 - ☐ Para usted que problemas genera el mal uso de residuos:
 - ☐ Contaminación ambiental
 - ☐ Destrucción de los recursos naturales
 - ☐ Afectación de la salud pública
 - ☐ Todas las anteriores

14. ¿Cómo empieza a reducir los residuos de tu establecimiento?

Una empresa a reducir necesitamos conciencia de cada persona que nos mantenemos en el establecimiento

15. ¿Cree usted que mediante la sensibilización se puede reducir la mala disposición de los residuos sólidos?

Sí, debido a que sabemos en que residuo va cada residuo

16. ¿Qué sugerencias debería tener usted para mejorar el uso racional y eficiente de agua?

Sensibilización personalResponsable: CAMILO ANDRÉS VESGA BENÍTEZ
Elaborado por: CAMILO ANDRÉS VESGA BENÍTEZ



ENCUESTA SOBRE LOS RESIDUOS SOLIDOS

DATOS GENERALES:

Nombre: Julian Hernandez Vargas

1. Su edad se encuentra entre:

- ☐ Menos de 18 años
☒ Entre 18 y 24 años
☐ Entre 25 y 40 años
☐ Entre 40 y 65 años
☐ Más de 65 años

2. Género:

- ☐ Femenino
☒ Masculino

3. Ocupación:

box tender

4. Grado de educación del personal encuestado del establecimiento

- ☐ Primaria
☐ Secundaria
☐ Técnico
☒ Profesional

5. Qué tipo de residuos desecha con más frecuencia en su establecimiento:

- ☐ Sobres de alimentos
☐ Peligrosos
☒ Papeles
☐ Orgánico
☐ Plásticos
☐ Vidrios

6. ¿Cuál es el peso aproximado de desechos que vota al día?

- ☐ De 2 a 4
☐ De 8 a 10
☒ De 5 a 7

7. ¿Cree usted que es importante separar los residuos de genera en su establecimiento comercial?

- ☒ Si
☐ No

8. ¿Ha tenido alguna vez iniciativa de separar los residuos en su establecimiento?

Responsable: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ
 Elaborado por: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ



ENCUESTA SOBRE LOS RESIDUOS SOLIDOS

DATOS GENERALES:

Nombre: Ana Maria Recalta

1. Su edad se encuentra entre:

- ☐ Menos de 18 años
☐ Entre 18 y 24 años
☐ Entre 25 y 40 años
☐ Entre 40 y 65 años
☐ Más de 65 años

2. Género:

- ☒ Femenino
☐ Masculino

3. Ocupación:

4. Grado de educación del personal encuestado del establecimiento

- ☐ Primaria
☒ Secundaria
☐ Técnico
☐ Profesional

5. Qué tipo de residuos desecha con más frecuencia en su establecimiento:

- ☒ Sobres de alimentos
☐ Peligrosos
☐ Papeles
☒ Orgánico
☒ Plásticos
☐ Vidrios

6. ¿Cuál es el peso aproximado de desechos que vota al día?

- ☐ De 2 a 4
☒ De 8 a 10
☐ De 5 a 7

7. ¿Cree usted que es importante separar los residuos de genera en su establecimiento comercial?

- ☒ Si
☐ No

8. ¿Ha tenido alguna vez iniciativa de separar los residuos en su establecimiento?

Responsable: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ
 Elaborado por: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ



☒ Si
☐ No

9. ¿Ha realizado algún tipo de capacitación en cuanto manejo de residuos orgánicos?

- ☒ Si
☐ No

10. ¿Cuál es el destino de los residuos orgánicos producidos en el establecimiento?

- ☒ Basura común
☐ Canecas especiales
☐ Compostaje o para las plantas
☐ No sabe que son residuos orgánicos

11. Recicla:

- ☒ Si
☐ No

12. Que tipo de residuos recicla mayormente:

- ☐ Cartón
☐ Papel
☐ Vidrio
☒ Papel
☒ Plástico

13. ¿Qué aspectos cree que dificulta la clasificación?

- ☐ Falta de espacio para tantas bolsas
☐ Pérdida de tiempo
☐ Desconocimiento de la forma de hacerlo
☐ Desconocimiento de las ventajas futuras
☐ Para usted que problemas genera el mal uso de residuos:
☒ Contaminación ambiental
☐ Destrucción de los recursos naturales
☐ Afectación de la salud pública
☐ Todas las anteriores

14. ¿Cómo empezas a reducir los residuos de tu establecimiento?

Disponiendo los Residuos en la caneca adecuada

15. ¿Cree usted que mediante la sensibilización se puede reducir la mala disposición de los residuos sólidos?:

Si, porque se realiza las discusiones mas faciles y rapida

16. Que sugerencias debería tener usted para mejorar el uso racional y eficiente de agua?

No.

Responsable: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ
 Elaborado por: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ



☒ Si
☐ No

9. ¿Ha realizado algún tipo de capacitación en cuanto manejo de residuos orgánicos?

- ☒ Si
☐ No

10. ¿Cuál es el destino de los residuos orgánicos producidos en el establecimiento?

- ☒ Basura común
☐ Canecas especiales
☐ Compostaje o para las plantas
☐ No sabe que son residuos orgánicos

11. Recicla:

- ☒ Si
☐ No

12. Que tipo de residuos recicla mayormente:

- ☐ Cartón
☒ Papel
☐ Vidrio
☒ Papel
☒ Plástico

13. ¿Qué aspectos cree que dificulta la clasificación?

- ☒ Falta de espacio para tantas bolsas
☐ Pérdida de tiempo
☒ Desconocimiento de la forma de hacerlo
☒ Desconocimiento de las ventajas futuras
☐ Para usted que problemas genera el mal uso de residuos:
☐ Contaminación ambiental
☐ Destrucción de los recursos naturales
☐ Afectación de la salud pública
☒ Todas las anteriores

14. ¿Cómo empezas a reducir los residuos de tu establecimiento?

Comiendo las canecas para cada Residuo

15. ¿Cree usted que mediante la sensibilización se puede reducir la mala disposición de los residuos sólidos?:

Si

16. Que sugerencias debería tener usted para mejorar el uso racional y eficiente de agua?

Ahorando cuando realizamos algo asco de ella

Responsable: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ
 Elaborado por: CAMILO ANDRES VESGA BENITEZ



ENCUESTA SOBRE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

DATOS GENERALES:

Nombre: Andrés Felipe Rey

1. Su edad se encuentra entre:

- ☐ Menos de 18 años
☒ Entre 18 y 24 años
☐ Entre 25 y 40 años
☐ Entre 40 y 65 años
☐ Más de 65 años

2. Género:

- ☒ Femenino
☐ Masculino

3. Ocupación:

Administración

4. Grado de educación del personal encuestado del establecimiento

- ☐ Primaria
☐ Secundaria
☐ Técnico
☒ Profesional

5. Qué tipo de residuos desecha con más frecuencia en su establecimiento:

- ☒ Sobres de alimentos
☐ Peligrosos
☒ Papeles
☒ Orgánico
☒ Plásticos
☒ Vidrios

6. ¿Cuál es el peso aproximado de desechos que vota al día?

- ☐ De 2 a 4
☐ De 8 a 10

☒ De 5 a 7

7. ¿Cree usted que es importante separar los residuos de genera en su establecimiento comercial?

- ☒ Sí
☐ No

8. ¿Ha tenido alguna vez iniciativa de separar los residuos en su establecimiento?

Responsable: CAMILO ANDRÉS VESGA BENÍTEZ
 Elaborado por: CAMILO ANDRÉS VESGA BENÍTEZ

☒ Sí☐ No

9. ¿Ha realizado algún tipo de capacitación en cuanto manejo de residuos orgánicos?

☒ Sí☐ No

10. ¿Cuál es el destino de los residuos orgánicos producidos en el establecimiento?

- ☒ Basura común
☐ Canecas especiales
☐ Compostaje o para las plantas
☐ No sabe que son residuos orgánicos

11. Recicla:

☒ Sí☐ No

12. Que tipo de residuos recicla mayormente:

- ☒ Cartón
☐ Papel
☒ Vidrio
☐ Papel
☒ Plástico

13. ¿Qué aspectos cree que dificulta la clasificación?

- ☒ Falta de espacio para tantas bolsas
☐ Pérdida de tiempo
☐ Desconocimiento de la forma de hacerlo
☐ Desconocimiento de las ventajas futuras
☐ Para usted que problemas genera el mal uso de residuos:
☐ Contaminación ambiental
☐ Destrucción de los recursos naturales
☐ Afectación de la salud pública
☒ Todas las anteriores

14. ¿Cómo empezas a reducir los residuos de tu establecimiento?

Separando plástico, papel y cartón en recipientes adecuados

15. ¿Cree usted que mediante la sensibilización se puede reducir la mala disposición de los residuos sólidos?

Sí, Realizando sensibilización ayuda al reducir los residuos que son reciclables.

16. Que sugerencias debería tener usted para mejorar el uso racional y eficiente de agua?

Realizando buen manejo del agua, utilizando con buen manejo

Responsable: CAMILO ANDRÉS VESGA BENÍTEZ
 Elaborado por: CAMILO ANDRÉS VESGA BENÍTEZ

Figura 34

Capacitaciones - Empresa de Servicios Públicos EMSERPLA

**Figura 35**

Capacitaciones - I.E Técnico Agrícola



Figura 36

Capacitaciones I.E San Sebastián

