

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS		Código	FO-GS-15
			VERSIÓN	02
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN		FECHA	03/04/2017
			PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ		APROBÓ
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): RUTH STEFANIA APELLIDOS: GUARIN BARAJAS

NOMBRE(S): MAYERLIN APELLIDOS: PAREDES ROJAS

FACULTAD: CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): MARIBEL APELLIDOS: GÓMEZ PEÑARANDA

CO-DIRECTOR:

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS PRODUCIDOS POR GRANDES GENERADORES EN LA CIUDAD DE CÚCUTA NORTE DE SANTANDER

RESUMEN

Este proyecto se basó en la caracterización de residuos sólidos orgánicos producidos por grandes generadores de la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander. Para ello, se implementó una investigación tipo cuantitativo, con técnicas de tipo cualitativo. La información se presentó mediante gráficos de barras, muestreo estratificado, encuestas y la herramienta de Excel. La población y muestra correspondió a las empresas generadoras de residuos sólidos orgánicos de la ciudad. Se logró describir la metodología ideal para la caracterización de los residuos sólidos. Posteriormente, se caracterizaron, cuantificaron y cualificaron los residuos sólidos orgánicos producidos, permitiendo determinar su cantidad y su composición fisicoquímica. Finalmente, se estableció la propuesta que permitió el aprovechamiento sostenible de los residuos sólidos.

PALABRAS CLAVE: Residuos sólidos orgánicos, aprovechamiento sostenible, caracterización de residuos.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 158 PLANOS: _____ ILUSTRACIONES: _____ CD ROOM: 1

Copia No Controlada

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS PRODUCIDOS POR
GRANDES GENERADORES EN LA CIUDAD DE CÚCUTA NORTE DE SANTANDER

RUTH STEFANIA GUARIN BARAJAS

MAYERLIN PAREDES ROJAS

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS PRODUCIDOS POR
GRANDES GENERADORES EN LA CIUDAD DE CÚCUTA NORTE DE SANTANDER

RUTH STEFANIA GUARIN BARAJAS

MAYERLIN PAREDES ROJAS

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniera Agroindustrial

Director:

MARIBEL GÓMEZ PEÑARANDA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO

FECHA: 30 DE AGOSTO DE 2022

HORA: 8:00 AM

LUGAR: CREAD – SALA 5

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

TITULO: "CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS PRODUCIDOS POR GRANDES GENERADORES EN LA CIUDAD DE CÚCUTA NORTE DE SANTANDER "

MODALIDAD: INVESTIGACIÓN

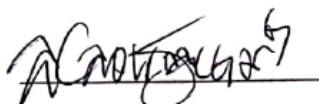
JURADOS: ANA CAROLINA SALGAR
LEXY CAROLINA LEÓN
ALBERTO SARMIENTO


DIRECTOR: MARIBEL GOMEZ PEÑARANDA

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CODIGO	CALIFICACIÓN
RUTH STEFANIA GUARIN BARAJAS	1641072	4.6
MAYERLIN PAREDES ROJAS	1641062	4.6

OBSERVACIONES: MERITORIO

FIRMA DE LOS JURADOS:


ANA CAROLINA SALGAR


LEXY CAROLINA LEÓN


ALBERTO SARMIENTO

Vo.Bo. Coordinador Comité Curricular


MARIBEL GOMEZ PEÑARANDA

Contenido

	pág.
Introducción	16
1. Problema	19
1.1 Título	19
1.2 Planteamiento del Problema	19
1.3 Formulación del Problema	22
1.4 Objetivos	23
1.4.1 Objetivo general	23
1.4.2 Objetivos específicos	23
1.5 Justificación	23
2. Marco Referencial	26
2.1 Antecedentes	26
2.1.1 Antecedentes internacionales	26
2.1.2 Antecedentes nacionales	27
2.1.3 Antecedentes regionales	30
2.2 Marco Teórico	31
2.2.1 Objetivos de desarrollo sostenible según las naciones unidas	31
2.2.2 Los residuos según su origen	33
2.2.3 Ambiente y gestión integral de residuos sólidos	33
2.2.4 ¿Cómo manejan las empresas seleccionadas como grandes generadores la producción de residuos orgánicos?	34
2.2.5 Relleno sanitario guayabal	36
2.2.6 Residuos orgánicos	37

2.2.7 Manejo integral de residuos	38
2.2.8 Caracterización de residuos sólidos	39
2.2.8.1 Sistemas de muestreo: metodología de cuarteo	39
2.2.9 Separación de residuos sólidos por fracciones	41
2.3 Marco Conceptual	42
2.4 Marco Contextual	44
2.4.1 Cenabastos S.A – Central de Abastos de Cúcuta	45
2.4.2 Supermercado El Cosechero	46
2.4.3 Restaurante de la Universidad Francisco de Paula Santander	47
2.4.4 Asociación de vendedores de mercado libre de Cúcuta	48
2.4.5 Supermercado La Canasta	50
2.4.6 Agroindustria Fruttec	51
2.4.7 Residuos de podas	51
2.5 ¿Qué Dificultades se Presentaron a la hora de Realizar la Caracterización?	52
2.6 Marco Legal	53
3. Diseño Metodológico	54
3.1 Tipo de Investigación	54
3.2 Universo y Muestra	54
3.3 Universo	54
3.3.1 Muestra	55
3.4 Fases de la Investigación	56
3.4.1 Fase I. Identificación de grandes generadores de residuos sólidos orgánicos	56
3.4.2 Fase II. Caracterización de residuos sólidos orgánicos	63
3.4.2.1 Metodología utilizada	64

3.4.3 Fase III. Evaluación del tipo de residuos obtenido y elaboración de una propuesta para la utilización de estos	70
3.5 Técnicas de Análisis y Procesamiento de Datos	70
3.6 Periodo de Ejecución del Proyecto	71
3.7 Equipos y Materiales	71
4. Resultados	73
4.1 Implementación de la Metodología para la Caracterización de Residuos Sólidos Orgánicos	73
4.1.1 Cobertura	73
4.1.2 Criterios de selección de grandes generadores	74
4.2 Caracterización Cuantitativa y Cualitativa de los Lugares Seleccionados	81
4.2.1 Cenabastos	81
4.2.2 Análisis supermercado El Cosechero	89
4.2.3 Restaurante de la Universidad Francisco de Paula Santander	96
4.2.4 Asociación de vendedores de Mercado Libre	102
4.2.5 Supermercado La Canasta	106
4.2.6 Agroindustria Fruttec	108
4.2.7 Residuos de podas	111
4.2.8 Densidad de residuos sólidos orgánicos	114
4.2.9 Caracterización fisicoquímica y microbiológica de residuos sólidos orgánicos	115
4.2.9.1 Resultados de análisis fisicoquímico	115
4.2.9.2 Resultados de análisis microbiológicos	120
4.2.10 Discusión de resultados	123

4.3 Propuesta para el Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos de los Grandes Generadores	125
5. Conclusiones	129
6. Recomendaciones	132
Referencias Bibliográficas	134
Anexos	142

Lista de Tablas

	pág.
Tabla 1. Clasificación de residuos según su origen	33
Tabla 2. Separación de residuos sólidos por fracciones	42
Tabla 3. Cronograma de ventas asociación de vendedores de mercado libre Cúcuta	49
Tabla 4. Marco legal	53
Tabla 5. Distribución de las muestras para análisis fisicoquímico	67
Tabla 6. Distribución de las muestras para análisis microbiológico	68
Tabla 7. Condiciones mínimas de selección de las zonas	75
Tabla 8. Identificación de supermercados	76
Tabla 9. Identificación de plazas de mercado	78
Tabla 10. Identificación de Agroindustrias	80
Tabla 11. Cuantificación de residuos generados en Cenabastos	82
Tabla 12. Cantidad de productos comprados para el abastecimiento, promedio de residuos generados y el % de residuos día	84
Tabla 13. Composición física de los residuos inorgánicos que llegan al lugar de disposición final en porcentaje	87
Tabla 14. Cantidad de productos comprados para el abastecimiento, promedio de residuos generados y el % de residuos día	91
Tabla 15. Porcentaje de composición física promedio de residuos inorgánicos El Cosechero	93
Tabla 16. Porcentaje de composición de residuos sólidos generación	100
Tabla 17. Porcentaje de composición física de residuos inorgánicos UFPS	101
Tabla 18. Composición física de los residuos inorgánicos Asociación de Vendedores Mercado Libre	105

Tabla 19. Generación de Residuos orgánicos por kilogramo de frutas procesada	110
Tabla 20. Resultado de los análisis fisicoquímicos realizados a la muestra Cenabastos	115
Tabla 21. Resultado de los análisis fisicoquímicos realizados a la muestra Cosechero	116
Tabla 22. Resultado de los análisis fisicoquímicos realizados a la muestra UFPS	117
Tabla 23. Resultado de los análisis fisicoquímicos realizados a la muestra de Fruttec	118
Tabla 24. Resultado de los análisis fisicoquímicos realizados a la muestra de Podas	119
Tabla 25. Resultado de los análisis microbiológicos realizados a la muestra Cenabastos	120
Tabla 26. Resultado de los análisis microbiológicos realizados a la muestra Cosechero	121
Tabla 27. Resultado de los análisis microbiológicos realizados a la muestra UFPS	121
Tabla 28. Resultado de los análisis microbiológicos realizados a la muestra de Fruttec	122
Tabla 29. Resultado de los análisis microbiológicos realizados a la muestra de Podas	122

Lista de Figuras

	pág.
Figura 1. Jerarquía en la gestión de residuos	39
Figura 2. Método de cuarteo	40
Figura 3. Mapa de Cenabastos	46
Figura 4. Ubicación geográfica del supermercado El Cosechero	47
Figura 5. Ubicación Geográfica Universidad Francisco de Paula Santander	48
Figura 6. Central de Abastos Cenabastos	58
Figura 7. Supermercado el Cosechero	59
Figura 8. Restaurante de la Universidad Francisco de Paula Santander	60
Figura 9. Asociación de Mercado Libre de Cúcuta	61
Figura 10. Supermercado La Canasta	62
Figura 11. Agroindustria Fruttec	62
Figura 12. Residuos de podas	63
Figura 13. Representación esquemática del proceso de muestreo por cuarteos	65
Figura 14. Caracterización de residuos sólidos por el método de cuarteo	66
Figura 15. Separación por fracciones	67
Figura 16. Toma de muestras	69
Figura 17. Empaque en refrigeración para envío al laboratorio	70
Figura 18. Equipo de trabajo de campo	72
Figura 19. Área de cobertura de la prestación del servicio urbano municipio de San José de Cúcuta	74
Figura 20. Selección de supermercados cercanos al punto de disposición final	76
Figura 21. Selección de plazas de mercado cercanos al punto de disposición final	78

Figura 22. Selección de universidades cercanos al punto de disposición final	79
Figura 23. Proceso de caracterización Cenabastos	81
Figura 24. Cuantificación promedio de residuos generados en Cenabastos	83
Figura 25. Caracterización de residuos Cenabastos	86
Figura 26. Porcentaje de composición física promedio de los residuos en Cenabastos	88
Figura 27. Proceso de caracterización supermercado el Cosechero	89
Figura 28. Promedio de generación diaria de residuos sólidos el Cosechero	90
Figura 29. Porcentaje de producción promedio de residuos en el supermercado 1	92
Figura 30. Composición física promedio de los residuos supermercado el Cosechero	95
Figura 31. Proceso de caracterización restaurante UFPS	96
Figura 32. Producción promedio de residuos sólidos (frescos y cocidos) restaurante UFPS	97
Figura 33. Generación Per cápita de residuos sólidos orgánicos Kg/Hab*Dia	98
Figura 34. Porcentaje de la composición de los residuos generados UFPS	99
Figura 35. omposición física promedio de los residuos del restaurante de la UFPS	102
Figura 36. Proceso de caracterización asociación de vendedores de mercado libre	102
Figura 37. Cuantificación promedio de residuos sólidos asociación de mercados libres	103
Figura 38. Porcentaje Total de Residuos orgánicos e inorgánicos Asociación de Vendedores Mercado Libre	104
Figura 39. Composición física promedio de la Asociación de Vendedores de Mercado Libres	106
Figura 40. Proceso de caracterización supermercado la Canasta	106
Figura 41. Cuantificación de residuos sólidos supermercado La Canasta	107
Figura 42. Proceso de caracterización agroindustria Fruttec	108
Figura 43. Cuantificación promedio de la agroindustria de frutas	109

Figura 44. Proceso de caracterización residuos de podas	111
Figura 45. Cuantificación promedio de residuos sólidos orgánicos podas (CENS)	112
Figura 46. Totalización de generación diaria de residuos sólidos	113
Figura 47. Densidad de residuos sólidos orgánicos sin compactar	114

Lista de Anexos

	pág.
Anexo 1. Folleto de sensibilización	143
Anexo 2. Cuantificación de residuos sólidos Cenabastos	145
Anexo 3. Cuantificación de residuos sólidos El Cosechero	146
Anexo 4. Cuantificación de residuos sólidos Asociación de Vendedores de Mercado libre	147
Anexo 5. Cuantificación de residuos sólidos supermercado La Canasta	148
Anexo 6. Cuantificación de residuos sólidos restaurante UFPS	149
Anexo 7. Base de datos y antecedentes utilizados	150
Anexo 8. Fichas de caracterización y cuantificación de residuos sólidos	152
Anexo 9. Presentación del proyecto en la REDCOLSI 2022	155
Anexo 10. Reportaje revista semana sobre la planta piloto de abonos diseñada a partir de los datos obtenidos en el proceso de caracterización de residuos sólidos orgánicos	157
Anexo 11. Boletín de la Alcaldía sobre el avance del proyecto	158

Resumen

Este proyecto se basó en la Caracterización de residuos sólidos orgánicos producidos por grandes generadores de la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander. Para ello, se implementó una investigación tipo cuantitativo, con técnicas de tipo cualitativo. La información se presentó mediante grafico de barras, muestreo estratificado, encuestas y la herramienta de Excel. La población y muestra correspondió a los grandes generadores de residuos sólidos orgánicos de la ciudad lo cuales son la central de Abastos Cenabastos, el supermercado El Cosechero, el restaurante de la Universidad Francisco de Paula Santander, La Asociación de Vendedores de Mercado Libre, el supermercado La Canasta y la agroindustria Frutecc. Se logró realizar la caracterización de los residuos orgánicos producidos por estas empresas de la ciudad logrando la toma de decisiones sobre su aprovechamiento, tratamiento y disposición final. Seguidamente, se describió la metodología ideal para la caracterización de los residuos sólidos producidos en los lugares seleccionados para su estudio. Posteriormente, se caracterizaron, cuantificaron y cualificaron los residuos sólidos orgánicos producidos, permitiendo determinar su cantidad y su composición fisicoquímica. Finalmente, se estableció la propuesta que permitió el aprovechamiento sostenible de los residuos sólidos producidos de acuerdo con las características encontradas.

Introducción

La temática del adecuado manejo de residuos sólidos y su posterior aprovechamiento son temas que buscan generar conciencia de reducción y consumo responsable, evidenciando que existe un incremento exponencial de generación de residuos, conocidos comúnmente como “basura”. En la ciudad de Cúcuta, este tema no pasa desapercibido dado que en los últimos años ha tomado relevancia el conocimiento que existe sobre el daño ambiental y el daño en la salud pública que ocasiona no implementar estrategias de aprovechamiento de residuos sólidos. Bien se conoce que el inadecuado manejo de residuos que pueden llegar a tener las plazas de mercado, supermercados, centros comerciales y colegios son una problemática que se viene presentando desde hace tiempo; generando consigo consecuencias ambientales como la emisión de olores ofensivos, la proliferación de vectores y la contaminación paisajística. Normalmente la mayor generación de estos residuos se da en lugares de gran población, y la cantidad de estos mismos va a depender tanto de los factores culturales como de la cantidad de ingresos que tiene la comunidad.

La preocupación que existe a nivel mundial por el aumento de los residuos sólidos y su efecto contaminante traen como consecuencia el aumento significativo de la presión de los rellenos sanitarios, el cual responde a la disminución acelerada de la vida útil de los mismos. Es por ello que entidades como es el caso de la Alcaldía de San José de Cúcuta y la Universidad Francisco de Paula Santander crean alianzas para contrarrestar dichos problemas.

En el caso de la Alcaldía de Cúcuta, este empezó a implementar el plan de gestión integral de residuos sólidos regional (PGIRS) el cual habla de reglamentar y actualizar las acciones de la administración municipal para desarrollar un adecuado manejo de residuos sólidos. Se firma el

decreto 0241 del 2021 el cual habla de ejecutar proyectos y programas que le apuesten al manejo responsable de los residuos salidos, a través de la prestación del servicio de aseo de calidad en el municipio. Mientras que en el caso de la Universidad Francisco de Paula Santander esta ha implementado micro proyectos con el fin de fomentar una adecuada separación de la fuente, como por ejemplo a implementación del nuevo uso de colores para la gestión integral de residuos, los cuales están esparcidos por diferentes puntos estratégicos de la universidad; igualmente a implementado estrategias de aprovechamiento por parte de facultades como la de ciencias agrarias y del medio ambiente, sin embargo aunque en el momento no se cuenta con una estrategia sólida la universidad promueve la cultura del reciclaje y la reutilización de materiales como fuente de transformación de energía o materias primas, con el fin de contribuir a la preservación y uso racional de los recursos naturales.

Gracias a alianzas estratégicas se logró firmar el convenio interadministrativo 3093 entre la secretaría de infraestructura del municipio de San José de Cúcuta y la Universidad Francisco de Paula Santander denominado “para la implementación de un plan de propagación de especies nativas y un plan de capacitación y educación ambiental para el programa de silvicultura urbana del municipio de Cúcuta” en donde el presente proyecto investigativo hace parte de la primera fase del convenio 3093, la cual era la caracterización de residuos sólidos orgánicos provenientes de los grandes generadores seleccionados por diferentes criterios, estos residuos se caracterizaron fisicoquímicamente con pruebas de Humedad, Ph, Materia orgánica, carbono oxidable total, relación Carbono/Nitrógeno, Nitrógeno total y Nitrógeno orgánico. Y pruebas microbiológicas como: Mesófilos, Termófilos, Salmonella y Escherichia coli las cuales fueron enviadas al laboratorio SIAMA S.A.S de la ciudad de Bucaramanga.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente se presenta el proyecto denominado “caracterización de residuos sólidos orgánicos producidos por grandes generadores en la ciudad de Cúcuta Norte de Santander” en el cual se describirán todas las actividades realizadas para lograr los objetivos del proyecto, los cuales van desde la retroalimentación de la base bibliográfica, la planeación del trabajo de campo, la caracterización y cuantificación de cada punto, la metodología para la toma de muestras del laboratorio y la explicación de los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en los puntos seleccionados como grandes generadores de residuos.

1. Problema

1.1 Título

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS PRODUCIDOS POR GRANDES GENERADORES DE LA CIUDAD DE CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER.

1.2 Planteamiento del Problema

En Colombia, ha crecido el interés por reciclar y disminuir la contaminación, una manera de contrarrestar la problemática de las basuras es convertirlas en residuos orgánicos, en compostaje. De hecho, la Superintendencia de Servicio Públicos y Domiciliarios (2021), estima que entre 60% y 70% de los residuos sólidos del país se pueden aprovechar convirtiendo los residuos sólidos orgánicos en un abono de calidad. Una de las ventajas que manifiesta el compostaje es en la eliminación y reciclado de muchos tipos de residuos, solventando los problemas que ocasiona su vertido, y en la obtención de materiales apropiados para uso en la agricultura.

Según Huamán (2020). “La caracterización es una herramienta que permite obtener información primaria relacionada a las características de los residuos sólidos”. La caracterización se realiza a través de un estudio, en el cual se obtienen datos como: la cantidad, composición, pH, humedad y materia orgánica de los residuos sólidos en un determinado ámbito geográfico, lo que permite una planificación técnica y operativa del manejo de residuos sólidos.

En los últimos años ha surgido una preocupación a nivel mundial por el aumento de residuos sólidos orgánicos, su efecto sobre el medio ambiente y los problemas de salud pública que genera este fenómeno, ya que toda actividad humana tiende a generar residuos (García & Jiménez, 2015). Se conoce que a medida que crecen las ciudades y la industria, aumenta la cantidad de

residuos y desperdicios que al ser manejados adecuadamente contribuyen a la contaminación ambiental.

Actualmente la alternativa de disposición final de residuos más empleada son los rellenos sanitarios, debido a su fácil implementación y al manejo masivo de desperdicios que estos llegan a manejar, sin embargo; generan un impacto ambiental considerable sobre los diferentes medios (físicos, bióticos y sociales) (Muñoz & Sánchez, 2013).

En la Ciudad de Cúcuta Norte de Santander los residuos tanto domiciliarios como industriales son recolectados por la empresa de aseo urbano Veolia Environnement S.A, los cuales realizan su descarte en el parque Tecnológico Ambiental Guayabal, ubicado a 16.8 km del centro de Cúcuta, vía Puerto Santander. El parque cuenta con un área de 177 hectáreas para la disposición de los residuos sólidos, recibiendo a diario aproximadamente 930 toneladas de estos, las cuales son sometidas a diferentes tratamientos para su correcta disposición (Veolia, 2020). Siendo así, el problema ambiental radica en la gran cantidad de residuos generados, los cuales disminuyen la vida útil del relleno sanitario, que está proyectada para ser de 10 años, es por esto que la alcaldía y la Universidad Francisco de Paula Santander, buscan a través de proyectos, reducir la cantidad de residuos sólidos que requieran ser llevados al relleno sanitario, y procurando que solamente los residuos no aprovechables como el poliestireno expandido o Icopor, los plásticos de baja densidad, papel higiénico, materiales hospitalarios, entre otros, necesiten ser descartados dentro del parque tecnológico, con la finalidad de aumentar su tiempo de vida útil.

Si bien es cierto, en Colombia esta situación no es desatendida ya que se han implementado políticas públicas referentes al manejo integral de los residuos sólidos, donde todos los entes municipales y empresas encargadas de prestar servicios de aseo quedan comprometidos a

formular estrategias y planes de gestión ambiental enfocados a mejorar procesos partiendo desde un manejo integral de basura hasta la disposición final de residuos sólidos.

En el marco de la política pública para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, el gobierno nacional estableció la responsabilidad a los entes generadores de residuos convencionales y/o peligrosos a elaborar un plan que contenga una serie de programas y estrategias de intervención que mitiguen las alteraciones ambientales (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2018).

El estudio de caracterización representa un insumo fundamental para elaborar una serie de instrumentos para la gestión de los residuos sólidos, así como proyectos de inversión y otros que permitan tomar decisiones en la gestión integral de residuos sólidos a corto, mediano y largo plazo. A partir del estudio de caracterización residuos sólidos, es posible conocer las características que estos poseen, y a su vez conocer los procesos de separación y disposición final que cada generador aplica a sus residuos, siendo esta el problema presente en el municipio, ya que las diferentes empresas y usuarios de los servicios públicos de recolección de basuras no dan un manejo adecuado en la fuente, y los residuos son llevados en su totalidad al relleno sanitario el Guayabal, disminuyendo su vida útil. Es debido a esto que existe la necesidad de caracterizar los grandes generadores de residuos sólidos orgánicos de la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander, y conocer a su vez las características cualitativas y cuantitativas poseen dichos residuos con el fin de elaborar un plan de seguimiento y aprovechamiento teniendo en cuenta las diferentes pruebas analizadas por el laboratorio, las cuales dan respuesta al uso de diferentes alternativas que logren disminuir la presión o carga del Parque Tecnológico Ambiental Guayabal.

Se aclara que en el presente proyecto investigativo se descarta la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios, los cuales son generados por actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar. Debido a que se conoce que este tipo de residuo contiene gran cantidad de microorganismos contaminantes y que no existe una separación previa al descarte, lo cual complicaría el aprovechamiento de este tipo de residuos.

Por consiguiente, se ha desarrollado un convenio interadministrativo, el 3093 del cual, los involucrados son la secretaria de Infraestructura del Municipio de San José de Cúcuta y la Universidad Francisco de Paula Santander. Donde uno de los objetivos del proyecto es la implementación de una planta de compostaje que permita el tratamiento de residuos sólidos orgánicos producidos en la ciudad de Cúcuta. Sin embargo, para poder llevar a cabo esos objetivos se requiere caracterizar los residuos sólidos orgánicos producidos por los lugares seleccionados como grandes generadores de residuos sólidos orgánicos de la ciudad de Cúcuta permitiendo conocer, el volumen total producidos, porcentaje de participación de cada uno y los sitios que generan mayor cantidad de residuos.

La presente investigación identificó, eligió y caracterizó los grandes generadores de residuos sólidos orgánicos de la ciudad utilizando la metodología de cuarteo, para poder conocer qué tipo de residuos se obtienen, qué cantidad se produce, que volúmenes son, qué zonas son las de mayor volumen, cuántos residuos son orgánicos e inorgánicos de las zonas estratégicas seleccionadas y cuales vendrían siendo los proveedores principales de la planta de abonos.

1.3 Formulación del Problema

¿Qué características físicas y químicas tendrán los residuos orgánicos producidos por los grandes generadores de la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander que permitan determinar el uso

aprovechable de los mismos?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general. Caracterizar los residuos orgánicos producidos por los grandes generadores de la ciudad de Cúcuta que permitan la toma de decisiones sobre su aprovechamiento, tratamiento y disposición final.

1.4.2 Objetivos específicos. A continuación, los se describen los objetivos específicos:

Describir la metodología ideal para la caracterización de los residuos sólidos producidos en los lugares seleccionados de la ciudad de Cúcuta.

Caracterizar cuantitativa y cualitativamente los residuos sólidos orgánicos producidos, que permita determinar su cantidad y su composición fisicoquímica.

Establecer una propuesta que permita el aprovechamiento sostenible de los residuos sólidos producidos de acuerdo con las características encontradas.

1.5 Justificación

Las actividades antrópicas dirigidas a obtener alimentos han causado graves daños al medio ambiente, tanto en los suelos, el agua y la atmósfera. Es importante tomar medidas de recuperación por medio de la implementación de proyectos que mitiguen este tipo de problemáticas, como lo son la producción de abono orgánico a partir de los residuos que son mal manejados y que terminan juntos en los rellenos sanitarios. Si bien es cierto, muchos productores no cuentan con un sistema de recolección y clasificación de residuos, desechando los residuos orgánicos e inorgánicos en el mismo lugar, haciendo que haya un incremento considerable de los

volúmenes de lixiviado y un gran impacto ambiental.

Sabiendo que la mayor fuente de contaminación son los residuos orgánicos, se plantea la identificación y caracterización de los residuos sólidos orgánicos generados en las zonas identificadas como posibles proveedores de la planta de compostaje ubicada en Cúcuta – Norte de Santander.

El proceso de caracterización de residuos sólidos permite establecer alternativas de aprovechamiento de los residuos a corto, mediano y largo plazo, aportando al municipio la posibilidad de disminuir la presión del relleno sanitario el Guayabal, aumentando su vida útil, además las nuevas normativas colombianas enfocadas en la gestión integral de residuos sólidos visan el aprovechamiento adecuado a los residuos desde el punto de vista ambiental, económico y social, de acuerdo a las características que encontradas en cada tipo de residuo y a los volúmenes de generación.

Por otra parte los aportes del estudio a la academia se centran en los resultados obtenidos durante el proyecto de caracterización de los residuos sólidos generados, ya que al ser valores confiables, pueden ser utilizados como base para realizar nuevos proyectos en temas específicos de gestión de residuos, economía circular, transformación de los residuos en nuevos productos, enfocándose en los objetivos de desarrollo sostenible, aprovechando las nuevas oportunidades del mercado, generando nuevos conocimientos y ayudando a la conservación del medio ambiente.

A nivel administrativo y social, el proyecto aporta conocimientos acerca de la importancia de dar un manejo adecuado a los residuos sólidos, mostrando volúmenes de generación de residuos y la necesidad de implementar estrategias de educación y capacitación enfocadas al área de gestión de residuos sólidos para generar conciencia de los beneficios ambientales y económicos

que pueden ser obtenidos al implementar estrategias de separación de residuos en la fuente, aprovechamiento y beneficio de estos, y disminución en la presión de los rellenos sanitarios.

Es importante conocer que los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas; estos juegan un papel muy importante en la producción agrícola, ya que retoma nutrientes al suelo, es confiable, 100% natural y ayuda a preservar, recuperar y mitigar los ecosistemas del entorno. La implementación de estos abonos es una forma de darle uso a esa mal llamada “basura” que diariamente generan los hogares o establecimientos del sector y que por un mal manejo de estos terminan convirtiéndose en un problema tanto para la salud de la comunidad como para el medio ambiente.

Para determinar la cantidad y composición de los residuos sólidos que produce un sector en especial es necesario cuantificar la producción día a día ya sea, de un barrio, una industria o una ciudad, de igual forma poder conocer su calidad, la cual varía dependiendo del estrato socioeconómico, la ciudad, la densidad poblacional entre otros factores. Para tal fin se efectúa una caracterización, que ha sido definida por el decreto 1713 de 2002 como la “determinación de las características cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos, identificando sus contenidos y propiedades”. Con el fin de poder determinar las características de estos (Rendón, 2012). Utilizando el método de cuarteo para la caracterización de los residuos producidos en los lugares seleccionados, se conoció las características físicas y biológicas de estos residuos, que permita darle otro uso alternativo como la producción de abono orgánico o el reciclaje de lo aprovechable, que disminuya la cantidad de residuos que llega al relleno sanitario el Guayabal y por lo tanto aumentar la vida útil del mismo, así mismo, este proyecto hace parte del convenio interinstitucional de la alcaldía de Cúcuta y la Universidad Francisco de Paula Santander 2021.

2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales. Aldana & Viera (2017). “Proyecto de implementación de sistemas biodigestores para el aprovechamiento de residuos orgánicos generados por usuarios residenciales en la región Piura”. Los autores presentan un proyecto de factibilidad para implementar la producción de un sistema de biodigestor para los usuarios residenciales de la región Piruana. Demuestra las ventajas relacionadas con el uso de una fuente renovable de energía, así como los impactos económicos, sociales y ambientales del uso de este tipo de sistemas. Durante la investigación se determinó la cantidad de residuos orgánicos que se pueden producir a nivel residencial y que son apropiados para el proceso de biodigestión. Seguidamente analizaron e identificaron cual era la tecnología apropiada para los usuarios residenciales que permitiese de manera eficiente la producción de biogás, así como su aplicación para la producción de calor y por ultimo los autores realizaron un análisis comparativo con otras tecnologías comercialmente disponibles.

Mejías, Orozco & Galán (2016). “Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México”. En esta investigación se evidenció que muchos de los residuos agroindustriales se pueden aprovechar utilizándose como materia prima para la generación de productos con valor agregado, condición que prevalece y que se prevé que continúe en el futuro desde el punto de vista de la generación de bioenergéticos y la prioridad en disminuir el impacto ambiental que producen dichos residuos. Menciona que la mayoría de residuos agroindustriales corresponden a biomasa lignocelulósica y lipídica que pese a su dificultad de degradación en algunos casos, es posible su desdoble a monosacáridos y ésteres mas

simple mediante procesos físicos, químicos y biológicos. Concluyendo que una gestión ambiental adecuada sobre los residuos agroindustriales contribuye a mitigar el cambio climático, pudiéndose lograr en muchos casos proyectos de desarrollo limpio.

Canales & García (2021). “Revisión del aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para la elaboración y usos del Bokashi”. El objetivo de este proyecto era realizar una revisión bibliográfica sobre el aprovechamiento de los residuos orgánicos sólidos para producir Bokashi y sus usos. Esta investigación tuvo un enfoque cualitativo de tipo aplicado con un diseño narrativo. Al final se determinó que para la elaboración utilizaban residuos orgánicos, estiércol de animales, hasta cenizas volcánicas, aserrín, entre otros materiales. Y en cuanto al uso, todas las investigaciones coincidieron que, para el abono, y demostraron que su uso trae ventajas entre las que se destacan el crecimiento y productividad de cultivos, aumento en la cantidad de macro y micro nutrientes en el suelo y la disminución de microorganismos patógenos.

2.1.2 Antecedentes nacionales. Muñoz & Sánchez (2013). “Un método de gestión ambiental para evaluar rellenos sanitarios”. De acuerdo con los autores expresan que a medida que siga creciendo la población mayor será la cantidad de residuos y desperdicios que al ser manejados inadecuadamente contribuyen a la contaminación ambiental. Nos habla que los lixiviados son un producto de la descomposición de los residuos depositados en los rellenos sanitarios y que su composición depende del tipo de basura, edad del relleno, balance de agua, diseño y operación del relleno sanitario, solubilidad de los desechos entre otros. Es por ello, y teniendo en cuenta que en ese lugar no se habían empleado métodos adecuados para la gestión de los lixiviados por lo que los autores diseñaron una alternativa viable para el tratamiento donde se encontró como resultado una disminución en el impacto ambiental, sin embargo, la solución se podrá dar cuando se analice el flujo total de materiales, costos ambientales generados desde su concepción hasta su

disposición final.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2021). “Hasta el 70% de los residuos sólidos del país se pueden convertir en compostaje”. En Colombia ha crecido el interés por reciclar y disminuir la contaminación e interiorizar los principios de economía circular; una manera de contrarrestar la problemática de las basuras es convertir los residuos orgánicos en compostaje, el cual consiste en transformar de manera controlada los residuos orgánicos en abono, devolviendo a la tierra en forma de nutrientes todo lo que tiene origen en seres vivos, al mismo tiempo indica que un 60%-70% se puede aprovechar, teniendo en cuenta que un 40% de estos residuos vendrían siendo materia orgánica. Lo que nos quiere decir que no es imposible implementar un proyecto para la creación de una planta de abono, simplemente que se deberá trabajar y concientizar en el buen uso de reciclaje.

Runfolá & Gallardo (2009). “Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas”. Los estudios de caracterización son útiles para obtener información confiable sobre la cantidad y composición de los residuos, permitiéndonos hacer proyecciones necesarias para la planificación de un sistema de recolección de residuos en una comunidad urbana. Para ello los autores se tomaron la tarea de conocer que metodologías existían para la realización de una caracterización las cuales fueron: -Análisis de pesada total, -Análisis peso-volumen, -Análisis de balance de masas y -Análisis por muestreo estadístico. Sin embargo, para esta investigación nos dice que para un sistema de gestión de residuos sólidos es necesario determinar las características estadísticas de las tasas observadas de la generación de residuos por lo que la mayor parte de los estudios de caracterización utilizan el **muestreo estadístico** para obtener toda la información necesaria sobre los RSU con una diversidad de criterios.

Rendón (2012). “Caracterización de residuos sólidos”. El autor afirma que para determinar la cantidad y composición de los residuos sólidos que produce un sector en especial es necesario efectuar una caracterización por medio de un aforo para poder obtener el porcentaje de materia orgánica, papel, vidrio, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos entre otra clase de residuos que se generan en un lugar determinado. Este artículo nos habla de dos metodologías: diferencia de pesos y cuarteo. Este primero se aplica para rellenos sanitarios de alta capacidad tipo mecánicos que posean báscula a la entrada y donde todos los vehículos que entran al relleno se encuentren registrados con su peso vacío. Sin embargo, en este método se puede determinar la cantidad de residuos sólidos que entran al relleno sanitario, más no la cantidad de residuos que genera la población ni tampoco su composición. Mientras que la caracterización de residuos sólidos por el método de cuarteo nos sirve para conocer la composición de residuos que entran al relleno de una ruta específica.

Arango (2017), en su investigación titulada. “Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos” menciona que los abonos orgánicos son una excelente alternativa de fertilización, la cual suple las necesidades biológicas del suelo, ya que poseen propiedades fisicoquímicas las cuales mejoran e incrementan la producción de cultivos. el objetivo general de la investigación era determinar la importancia de los abonos orgánicos en la conservación y fertilidad de los suelos y para ello se procedió a investigar cuales eran las diferencias de los abonos orgánicos, que influencias tenían en el suelo y la utilización de los residuos orgánicos sobre los abonos líquidos y sólidos. Al final concluye que los abonos orgánicos son una gran alternativa de implementación ya que tienen efectos importantes sobre el mejoramiento y productividad de los suelos.

Capera (2019). “Estudio de prefactibilidad para la implementación de planta generadora de Compost en el relleno sanitario del municipio de Cocorna–Antioquia”. La presente investigación evaluó la prefactibilidad para crear una planta generadora de compost (bioabono), a través de la fracción orgánica de los residuos sólidos municipales generados por la población del municipio de Cocorná, en el departamento de Antioquia; a través de la cual se planteó una solución para la comunidad en materia de separación de residuos desde la fuente, desarrollo económico, ambiental y la creación de una compostera que procese los residuos orgánicos en bioabono, entre otros aspectos ambientales que apuntaron a generar un impacto socioeconómico y positivo en la región. Para llegar al objetivo principal realizaron un análisis del comportamiento del sector en la generación de residuos orgánicos, un análisis de mercado en aspectos como: demanda, oferta, precio y alza, un análisis técnico en el que se definió la localización y requerimientos técnicos para la operación identificando los aspectos legales y administrativos de los mismos.

2.1.3 Antecedentes regionales. García & Jiménez (2015). “Estudio de la gestión ambiental del relleno sanitario" El guayabal" Cúcuta-Norte de Santander”. El objetivo inicial de los autores García Calderón y Jimena Prada fue estudiar el Plan de Gestión Ambiental por el cual se rige actualmente la operación del Relleno Sanitario “El Guayabal” dividiendo su trabajo en 4 fases como lo son: conocer el manejo que se le da a los residuos sólidos en el relleno sanitario “El Guayabal”, estudiar los planes de manejo ambiental implementados por el mismo, analizar los indicadores ambientales del funcionamiento del relleno sanitario evaluando a su vez si cumplen con los límites requeridos por la normatividad ambiental y como última fase el proyecto tuvo que generar propuestas para el mejoramiento de la gestión ambiental del relleno sanitario “el guayabal”. Realizando una evaluación del plan de trabajo ambiental y manejo que se le da a los diferentes tipos de residuos.

Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (2018), “Programa de manejo de residuos regional norte de Santander (San José de Cúcuta)”. Para empezar a trabajar con residuos sólidos de la ciudad de Cúcuta, se debe tener una perspectiva de otra investigación que contenga los mismos o parecidos esquemas de trabajo; es por ello que la investigación realizada por la Institución de Bienestar Familiar nos puede dar un punto de partida de como se ha venido trabajando. Esta investigación tuvo como objetivo general formular un programa de manejo de Residuos Sólidos donde se incluyase estrategias de: reusó, reutilización, valorización, aprovechamiento y disposición final adecuada a los residuos sólidos ordinarios, especiales y/o peligrosos generados en la institución. Obteniendo como resultados nuevos protocolos a seguir, así como la constante educación sobre recolección y disposición final que, aunque es un trabajo largo y difícil no es imposible, como lo confirman los logros obtenidos en países industrializados.

2.2 Marco Teórico

A medida que crece la población aumenta la generación de residuos sólidos tanto orgánicos como inorgánicos, esto va a depender de las características de cada residuo; los cuales en su mayoría son desechados sin separación alguna, a cielo abierto o por recolección de basuras municipalmente con disposición en rellenos sanitarios.

Es importante implementar un plan para el aprovechamiento de los residuos orgánicos con técnicas de compostaje, tanto para lograr disminuir la presión del parque tecnológico ambiental Guayabal ubicado en el municipio de San José de Cúcuta como para lograr un mejoramiento social y ambiental.

2.2.1 Objetivos de desarrollo sostenible según las naciones unidas. Dentro de los 17 objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible,

aprobados durante una de las cumbres históricas de las Naciones Unidas, encontramos temas de interés como: fin de la pobreza en todas sus formas, reducción de desigualdad, lucha contra el cambio climático garantizando que nadie se quede atrás, ciudades y comunidades sostenibles, producción y consumo responsable acción por el clima y vida de ecosistemas terrestres entre otros.

Uno de los objetivos que durante la investigación se llevó a cabo es el objetivo 12. Producción y Consumo Responsable. El cual habla que consiste en fomentar el uso eficiente de los recursos y la eficiencia energética, infraestructura sostenible, empleos ecológicos, aprovechamiento de residuos y una mejor calidad de vida para todos. Su aplicación ayuda a lograr los planes generales de desarrollo, reducir los futuros costos económicos, ambientales y sociales, aumentar la competitividad económica y reducir la pobreza.

El siguiente objetivo interesante es el 13. Acción por el Clima. El cual nos habla que el cambio climático afecta a todos los países en todos los continentes, el cual tiene un impacto negativo en la economía nacional y en la vida de las personas, comunidades y países. Las emisiones de gases de efecto invernadero cada vez son más altas las cuales son causadas por actividades humanas. A nuestro alcance se tienen soluciones viables para que los países puedan tener una actividad económica más sostenible y más respetuosa con el medio ambiente. El cambio climático es un reto global que no respeta las fronteras nacionales. Las emisiones en un punto del planeta afectan a otros lugares lejanos. Es un problema que requiere que la comunidad internacional trabaje de forma coordinada y precisa de la cooperación internacional para que los países vayan directos hacia una economía baja en carbono (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

2.2.2 Los residuos según su origen. El desarrollo demográfico y el gran consumismo de los últimos años han generado uno de los problemas ambientales más importantes de los últimos tiempos, sumado también a la gran cantidad de generación de residuos. Es por ello la importancia de conocer la diferencia entre un residuo y basura, permitiendo clasificar, reutilizar y reciclar para poder minimizar los problemas generados (Moreno & Vela, 2020).

Los residuos pueden ser clasificados según: su fuente de origen (domiciliarios, industriales, hospitalarios, de construcción) su biodegradabilidad (orgánicos e inorgánicos) su composición (para efecto de manejo: papeles y cartones, vidrios) así:

Tabla 1. Clasificación de residuos según su origen

Clasificación de residuos según su origen	
Residuos domiciliarios	Residuos que se generan a diario en el hogar. Ejemplo: restos de alimentos, cartón, papel, vidrio, envases de plástico, pinturas, residuos de jabones y detergentes.
Residuos municipales	Aquellos residuos que resultan de la limpieza de las calles, barrido y poda de los parques.
Residuos hospitalarios	Son aquellos de tipo infeccioso ya que contienen material quirúrgico, elementos cortopunzantes, residuos de fármacos, restos de tejido humano y que por lo general se depositan en la bolsa de color rojo y reciben un tratamiento específico
Residuos radioactivos	Son los que están identificados en el rango de peligrosidad alto porque contienen sustancias radioactivas
Residuos agrarios	Estos proceden de las actividades agrícolas, ganaderas, de pesca, de siembra entre otros. Ejemplo: podas, envases de fertilizantes, jeringas, plásticos de alimentos etc.

Fuente: Moreno & Vela (2020).

2.2.3 Ambiente y gestión integral de residuos sólidos. En el año 1997 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible implementó una política para la gestión integral de Residuos Sólidos. En la cual tenía como puntos clave: reducir la cantidad o peligrosidad de los residuos generados, reducir su disposición final a través de la recuperación (un 30% en cinco años) y

desecharlos en sistemas de disposición final adecuados (en un 50% de los municipios dentro de un plazo de 5 años). Sin embargo se consideró que su desarrollo fue un tiempo muy corto para las metas propuestas y las estrategias que se querían implementar en su tiempo, lo que significó que no hubiera un constante seguimiento, revisión y reformulación de la propuesta; teniendo en cuenta que la preocupación en materia de residuos sólidos en ese tiempo era el aumento de las coberturas y del control de la contaminación a través de la técnica disponible más acorde a las limitaciones económicas existentes, es decir, los rellenos sanitarios (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2016).

En cuanto al manejo de los residuos sólidos orgánicos, en DNP y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural durante el año 2016 estaban liderando un programa denominado Desperdicio Cero. Cuyo objetivo era disminuir las pérdidas y el desperdicio de alimentos, a través de una buena adopción de BPA y de comercialización de alimentos; esto con el fin de capacitar y difundir buenas prácticas en el eslabón de comercialización de alimentos.

2.2.4 ¿Cómo manejan las empresas seleccionadas como grandes generadores la producción de residuos orgánicos?. Al momento de hacer el acercamiento y las respectivas reuniones con los encargados, dueños de empresas o jefes de producción surgía una pregunta en común ¿Qué hacen ustedes con los residuos que generan diariamente? Las respuestas en su mayoría se asimilaban mientras que otras entidades si tenían un punto de disposición final. A continuación, se mencionará lo conocido por parte de las empresas.

Cenabastos: este, al ser la central de abastos más grande que tiene la ciudad tiene como estrategia de aprovechamiento la producción de abono orgánico dentro de sus mismas instalaciones. Sin embargo, gracias a estudios posteriores y al manejo que se pudo observar se

encuentra que la producción de abono que manejan en la planta de cenabastos no es la mejor. Dado que su producto final carece de buenas características físico químicas como Humedad, Ph, relación C:N, Aireación entre otras. Los cuales son procesos que si no se controlan durante el proceso de producción ocasionaría como resultado un abono de mala calidad que no le atraería los beneficios que normalmente generan este tipo de abonos a los suelos.

El supermercado el Cosechero, La Asociación de Vendedores de Mercado Libre y Frutecc: poseían algo en común. Y es que según la información suministrada por los dueños y jefes de producción no poseían ninguna alternativa de aprovechamiento de los residuos que se generaban diariamente. El supermercado el Cosechero por su parte si realizaban una separación de la fuente de residuos Inorgánicos, mientras que los residuos orgánicos los colocaban en el sitio de disposición donde diariamente venía el carro de VEOLIA a recoger los “desperdicios”. En cuanto a la asociación de vendedores de mercado libre no existe ningún aprovechamiento ni separación previa de los residuos. Es decir, al momento de terminar la jornada laboral del mercado, es decir a las 12:30 – 1:00 pm los integrantes de la asociación procedían a recoger y limpiar los residuos que se generaron en el día, recojiéndolos en costales y desechándolos en un punto estratégico donde VEOLIA se encargaba diariamente de ir. Mientras que en la Agroindustria Frutecc sucedía algo similar. Como casi el 100% de residuos procedían de residuos sólidos orgánicos los cuales ya no se le podía dar una segunda vida útil en cuanto a procesamiento para algún alimento; ya que se encontraban restos de semillas, cascaras y restos de coco. Los cuales procedían a empacarlos y llevarlos al centro de disposición donde la empresa VEOLIA se encargaba de recogerlos.

Supermercado la Canasta: en los acercamientos realizados con el dueño del supermercado se conoció que la empresa realiza la separación previa de los residuos inorgánicos para su

aprovechamiento, mientras que los residuos sólidos orgánicos procedían a darlos a una congregación de hermanitas para el sustento de su alimentación, las cuales pasaban diariamente a las 4:00 pm para seleccionar aquellos residuos que estuviesen en buen estado. Mientras que los que ya estuvieran en descomposición si se procedía a empacarlos en bolsas y llevarlos al centro de disposición para que la empresa VEOLIA se encargase de su descarte.

Restaurante de la Universidad Francisco de Paula Santander: se conoció que esta entidad es de las pocas que realizan un aprovechamiento de sus residuos orgánicos mediante una tercera persona, la cual visita diariamente la universidad para recoger los barriles llenos de residuos que son dejados por los estudiantes de su almuerzo. Esta tercera persona aprovecha estos residuos para alimento de cerdos.

PODAS: se conoció que la empresa encargada de cuidado y mantenimiento de los árboles de la ciudad es la empresa Centrales Eléctricas (CENS), la cual mediante un contratista realiza la labor del cuidado de la zona pública. Sin embargo, también se conoció que la manera de procesar/descartar este tipo de residuo no es la más adecuada, dado que este la arroja a cielo abierto. Lo que ocasiona el aumento de la contaminación ambiental.

2.2.5 Relleno sanitario guayabal. El relleno sanitario Guayabal se localiza en la zona rural del sector Guayabal localizado en la vereda Patillales, Corregimiento de Buena Esperanza del Municipio de Cúcuta, Departamento de Norte de Santander, Colombia abarcando un área total de 174 Hectáreas.

Guayabal nace como un relleno sanitario, el cual actualmente se ha convertido en un centro tecnológico reconocido en el 2014 por el Banco Mundial como modelo de gestión de Residuos Sólidos y como referente de manejo eficiente de residuos a nivel nacional e internacional.

(Veolia, 2022). Este centro tecnológico opera bajo altos estándares de calidad y cuenta con:

- Celda de residuos ordinarios.
- Tratamiento de lixiviados sin vertimientos a fuente de agua.
- Reducción de gases.
- Celdas de seguridad.
- Planta de biorremediación de sueño.
- Investigación y desarrollo.
- Granja.
- Vivero.
- Huerta.
- Proyecto de apicultura.

Aunque en su tiempo se pensó que al relleno sanitario Guayabal le esperaba una vida útil “larga” estamos a más o menos 9 años en llegar a ese tope. ya que su vida útil está programada para el 23 de agosto del 2031.

Dado que Guayabal recibe 769,99 toneladas diarias de 22 municipios más el desenfrenado aumento en la población y el constante aumento per cápita del consumismo; es importante que las autoridades municipales emprendan acciones para garantizar una disposición final adecuada de los residuos sólidos a largo plazo.

2.2.6 Residuos orgánicos. Los Residuos Orgánicos son biodegradables, se componen naturalmente y tienen la propiedad de poder desintegrarse o degradar rápidamente

transformándose en otra materia orgánica. Los residuos orgánicos se componen de restos de comida y restos vegetales de origen doméstico.

Los residuos orgánicos tienen un fuerte impacto sobre el medio ambiente, contaminando la atmósfera, el suelo y las aguas. Debido principalmente a sus altos contenidos en materia orgánica y elementos minerales, y a la presencia de metales pesados, fitotóxicas, patógenos vegetales y animales... altamente contaminantes (Residuos Orgánicos, s.f).

En la fertilización orgánica todas las fuentes de nutrientes son válidas: excremento de vaca, de cerdos, de pollo, desperdicios vegetales y otros materiales orgánicos, pero para que se emplean como fertilizantes deben ser convertidos en abono y pasar por procesos de descomposición antes de su aplicación en el suelo. Con el debido proceso de descomposición, ya sea por compost o por fermentación, elementos como el nitrógeno, serán fijados y disponibles para el cultivo posterior.

El abono orgánico normalmente crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales. La combinación de abono orgánico/materia orgánica y fertilizantes minerales, ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo (Arango, 2017).

2.2.7 Manejo integral de residuos. El manejo integral de residuos implica la planeación y cobertura de las actividades relacionadas con los residuos, desde la generación hasta la disposición final, incluyendo los aspectos de segregación, movimiento interno, almacenamiento, desactivación, recolección, transporte y tratamiento, con lo cual se pretende minimizar la generación de residuos e incrementar el aprovechamiento de éstos, de tal suerte que cada vez sea menor la cantidad de residuos a disponer (LE, 2010).

En la figura 1, se presenta la jerarquía en la gestión de los residuos sólidos, la cual inicia con la prevención y minimización de generación, para lo cual se deben establecer campañas de capacitación que ayuden a mitigar la generación de residuos y además que incentiven el aprovechamiento y valoración de estos, generando conciencia en cada habitante.

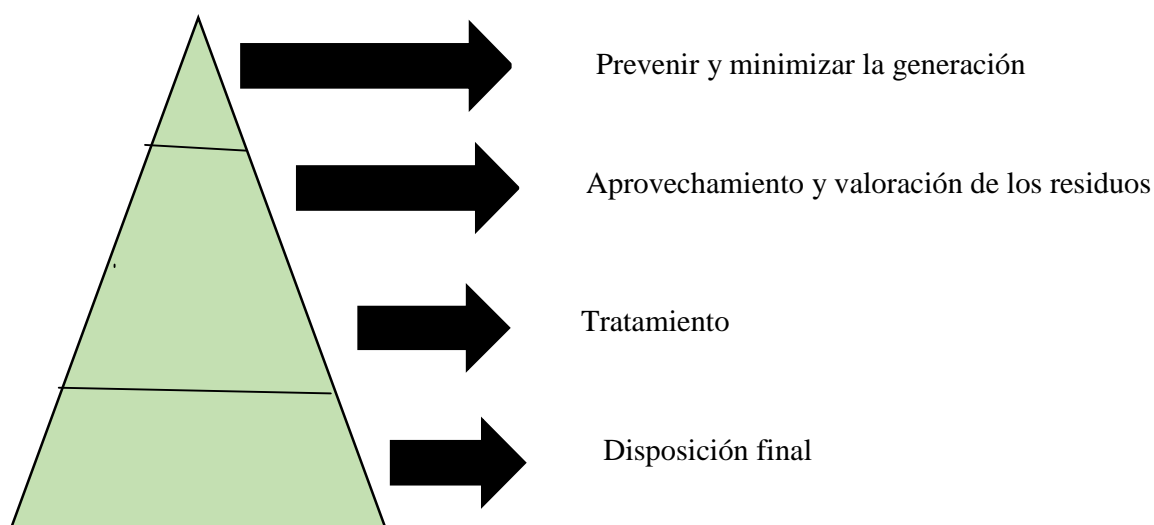


Figura 1. Jerarquía en la gestión de residuos

Fuente: LE (2010).

2.2.8 Caracterización de residuos sólidos. Para determinar la cantidad y composición de los residuos sólidos que produce un sector en especial (industrial, institucional o comercial) es necesario efectuar una caracterización por medio de un aforo.

2.2.8.1 Sistemas de muestreo: metodología de cuarteo. La metodología a implementar será de la mano del autor Rendón (2012). El cual nos dice:

Para efectuar el método de cuarteo se deben disponer de los materiales y equipos necesarios como: báscula, escobas, guantes, palas, overoles, mascarillas protectoras entre otros.

Una vez los residuos sólidos lleguen al lugar de destino, además de ser pesados, se debe informar la ruta o el lugar donde se fue recolectado. Seguidamente en la zona destinada donde se depositarán los residuos se abre cada una de las bolsas donde vienen los residuos sólidos, donde se hace una circunferencia lo más uniforme posible con todos los residuos, de donde se extraen dos cuartos, luego se hace otra circunferencia uniforme similar a la anterior, de la cual se sacan otros dos cuartos, y así sucesivamente hasta poder tener una muestra representativa y manejable. La figura 2, se muestra gráficamente el método de cuarteo, donde está la circunferencia y la división de cuartos, dos de los cuales se toman en cuenta para la siguiente circunferencia, donde se extrae el material que se encuentra en la zona de color naranja y se descarta la zona de color blanco. Con lo seleccionado se realiza nuevamente otra circunferencia y el mismo procedimiento de división de cuartos, hasta lograr una disminución del tamaño de la muestra.

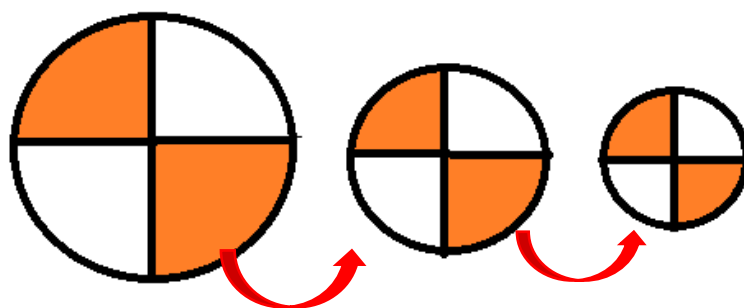


Figura 2. Método de cuarteo

Fuente: Rendón (2012).

El método de cuarteo sirve para conocer la composición de residuos que entran al relleno de una ruta o lugar en específico. Con la muestra los residuos sólidos se comienzan a separar en orgánicos, vidrio, papel, y cartón, metales, plásticos, textiles y otros, como pañales, toallas y papel higiénico.

Después de ello, se pesa cada uno de los residuos y la suma total de ello dará la totalidad de la muestra, y el peso de cada fracción de los residuos dará como resultado el porcentaje de residuos orgánicos, inorgánicos o inservibles.

Para ello se usará la siguiente ecuación:

Ecuación 1 cálculo de % de R.S.

$$(1) \quad W_T = \sum_{i=1}^{\infty} W_i \quad \%i = \frac{W_i}{W_T} \times 100$$

Donde:

W_T = peso total de los R.S. aforados

W_i = equivale al peso de cada clase de residuos sólidos. (orgánico, textiles, metal, papel, etc.)

$\%i$ = porcentaje en peso de cada fracción de residuos sólidos en la muestra

2.2.9 Separación de residuos sólidos por fracciones. Para realizar el proceso de caracterización a la muestra obtenida fue necesario someterla por el método de cuarteo en cada uno de los puntos caracterizados, por ello fue necesario conocer la segregación por fracciones, dicha separación se muestra a continuación:

Tabla 2. Separación de residuos sólidos por fracciones

Fracciones	Componentes
Residuos Orgánicos	
Residuos orgánicos	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos de frutas y verduras • Hojas y cáscaras que componen frutas y verduras.
Residuos de comida con procesos de cocción	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos de comida.
Madera	<ul style="list-style-type: none"> • Tablas
Residuos de poda de árboles y cortes de césped	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos de jardinería
Residuos Inorgánicos	
Cartón y papel	<ul style="list-style-type: none"> • Periódicos • Cajas • Hojas de papel
Vidrio	<ul style="list-style-type: none"> • Transparente y de color
Plásticos	<ul style="list-style-type: none"> • Polietileno Tereftalato (PET) • Polietileno de alta densidad (PEAD / HDPE) • Polietileno de baja densidad (PEBD / LDPE) • Poliestireno expandido (PS – E) • Poliestireno (PS) • Polipropileno (PP)
Costales de fibra	<ul style="list-style-type: none"> • Costales de fibra

2.3 Marco Conceptual

Abono: es cualquier sustancia orgánica o inorgánica que fertiliza la tierra y mejora la calidad del sustrato de esta a un nivel nutricional para beneficio de las plantas que estén arraigadas en este (Gros, Lefèvre, Soriano & De la Vega, 1966).

Aprovechamiento. Cosa provechosa que se puede obtener de algo.

Caracterización de residuos sólidos. Es una herramienta que nos permite obtener información primaria relacionada a las características de los residuos sólidos, este se realiza a través de un estudio en el cual se obtienen datos como: la cantidad, densidad, composición y humedad de los residuos sólidos en un determinado ámbito geográfico (Castro, 2020).

Contaminación. Es la alteración del medio ambiente.

Convenio. Acuerdo entre dos o más personas por el que se llegan a distintos pactos. En derecho, los convenios más destacados son los convenios reguladores y los convenios laborales (Trujillo, 2022).

Cuarteto. El cuarteto se realiza con el objeto de obtener una muestra, porciones representativas de tamaño adecuado para efectuar las pruebas de laboratorio que requieran (Guzmán, Hernández, López, Horta & Giraldo, 2021).

Desecho. Parte o porción que queda de un todo. Aquello que resulta de la destrucción de algo. Material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación (Freire, 2011).

Grandes generadores o productores. Son los usuarios no residenciales que generan y presentan para la recolección residuos sólidos en volumen superior a un metro cubico mensual (Decreto 345, 2020).

Gestión integral de residuos sólidos. Es el conjunto de operaciones y disposiciones encaminadas a dar a los residuos producidos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final (Decreto

345, 2020).

Relleno sanitario. Es el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de los residuos sólidos, sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, minimizando y controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados y cobertura final (Decreto 345, 2020).

Residuo sólido inorgánico. Estos son desechos cuya elaboración proviene de materiales que son incapaces de descomponerse o que tardan tanto en hacerlo que sería inútil considerarlo como tal (Freire, 2011).

Residuo sólido orgánico. Son todos aquellos residuos de origen natural que pueden "echarse a perder". Algunos ejemplos son: cáscaras de fruta o verdura, restos de comida, cascarones de huevo, pan, tortillas, filtros para café, bolsitas de té, heces de animales, lácteos (sin recipiente), huesos, semillas, flores, pasto y hojarasca (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, s.f.).

2.4 Marco Contextual

Dada la problemática del desenfrenado aumento de residuos sólidos y la posible desaparición del parque tecnológico ambiental guayabal, el cual es el relleno sanitario de la ciudad de Cúcuta se plantea la caracterización de los residuos sólidos orgánicos de 7 sitios establecidos y seleccionados como grandes generadores de residuos en la ciudad, de los cuales se encuentran: la Central de abastos, supermercado el Cosechero, la Universidad Francisco de Paula Santander, la

Asociación de Vendedores de Mercado libre, el supermercado la Canasta, Agroindustria Frutecc y los residuos generados por las PODAS de la ciudad. Esta caracterización se hace con el fin de conocer parámetros como: volumen de los residuos tanto orgánicos como inorgánicos, características fisicoquímicas y microbiológicas, comportamiento general de los 7 sitios seleccionados de acuerdo al manejo de residuos que estos presentan y las posteriores estrategias de aprovechamiento para mitigar la presión que ejercen estos residuos al llegar juntos al relleno sanitario. Esto sin contar los problemas que van relacionados con: la producción de lixiviados, contaminación paisajista, seguridad alimentaria y problemas de salud pública. Los cuales podrían ser mitigados si se implementará una planta de aprovechamiento de residuos orgánicos de capacidad de 20 ton/día en la ciudad de Cúcuta.

2.4.1 Cenabastos S.A – Central de Abastos de Cúcuta. La Central de Abastos de la ciudad se encuentra ubicada en el barrio Tasajero, es una sociedad economía mixta de orden nacional, vinculada al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, en esta sociedad son aplicadas las normas que corresponden a las empresas Industriales y Comerciales del Estado, debido a que más del 90% del capital social pertenece al Estado.

En la figura 3, se presenta el mapa de Cenabastos, donde se evidencia la ubicación de los 13 galpones que conforman la central de abastos, de los cuales 5 son mayoristas de frutas y verduras, 2 son minoristas, 3 son vendedores de abarrotes (productos alimenticios enlatados y envasados) y los 3 galpones restantes son bodegas.

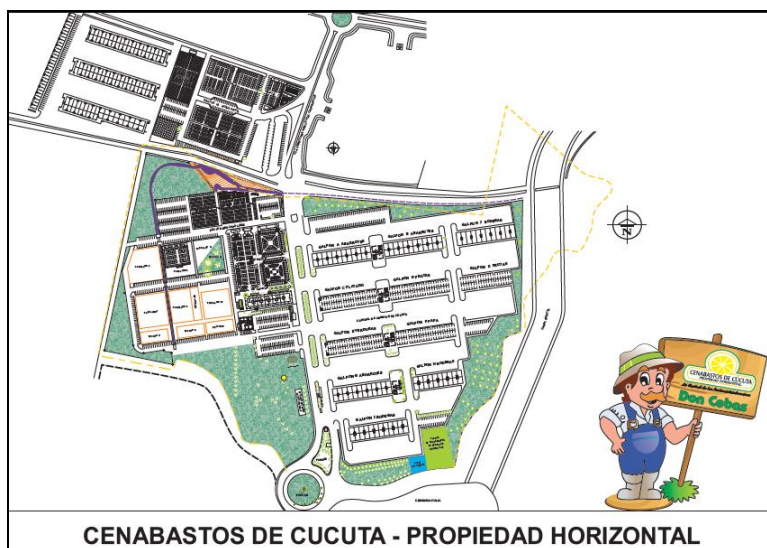


Figura 3. Mapa de Cenabastos

Fuente: Cenabastos (2022).

Según información obtenida por Cenabastos (2022), en promedio 4000 personas diarias ingresan a la Central de Abastos a realizar sus compras, entre los cuales se encuentran clientes que compran sus alimentos para el consumo propio y clientes que lo hacen para revender los alimentos en otros sectores de la ciudad.

A partir del proceso de caracterización y cuantificación, se determinó que Cenabastos genera en promedio 198.084 kg de residuos sólidos al mes, y anualmente esta generación de residuos equivale a 2.377.011 kg, los cuales están comprendidos en residuos orgánicos como: frutas y verduras, hojas y cascaras de frutas y verduras, e inorgánicos como papel, cartón, plásticos, costales, botellas de vidrio e icopor. En el capítulo 4, se presenta de manera detallada la generación promedio de residuos semanal y diaria en la Central de Abastos.

2.4.2 Supermercado El Cosechero. El supermercado el Cosechero está ubicado en la Avenida 1 con Calle 8va. Esquina, en él se pueden encontrar todos los víveres de aseo y

alimentos. Según información proporcionada por directivos del supermercado, a diario se presenta un flujo de 1500 clientes aproximadamente.

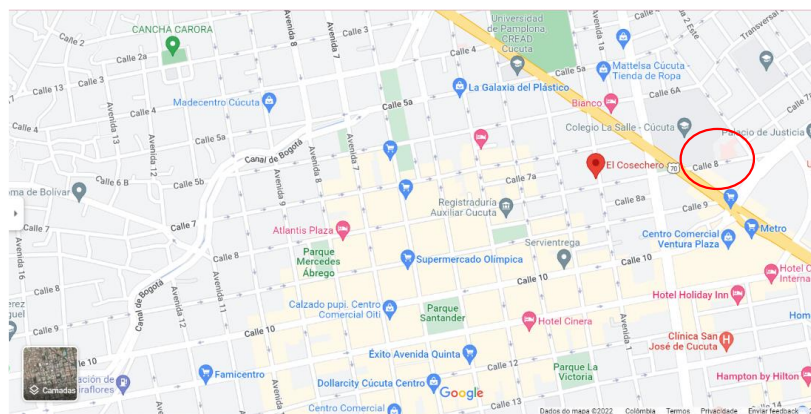


Figura 4. Ubicación geográfica del supermercado El Cosechero

Fuente: Google Maps (2022).

En el supermercado el Cosechero, a partir del proceso de caracterización y cuantificación realizado, se determinó que se generan en promedio 9.267 kg de residuos sólidos al mes, y anualmente esta generación de residuos equivale a 111.205 kg, los cuales están comprendidos en residuos orgánicos como: frutas y verduras, e inorgánicos como papel, cartón, plásticos, e icopor. En el capítulo 4, se presenta de manera detallada la generación promedio de residuos semanal y diaria.

2.4.3 Restaurante de la Universidad Francisco de Paula Santander. La universidad Francisco de Paula Santander está ubicada en la Avenida Gran Colombia No. 12E-96 Barrio Colsag. La universidad ofrece a sus estudiantes matriculados de manera presencial y a distancia el servicio de restaurante, preparándose así de lunes a viernes 720 almuerzos y el sábado 470 almuerzos, además diariamente se preparan 16 almuerzos para los empleados del restaurante.

y estratos.

La Asociación de Vendedores de Mercado Libre de Cúcuta tiene alrededor de 150 asociados, los cuales diariamente se dirigen a los diferentes puntos de acopio. Este mercado ofrece sustento directo e indirecto a más de 250 familias de la ciudad de Cúcuta. Su actividad central es la comercialización de productos de la canasta familiar: frutas, verduras, hortalizas, cárnicos, huevos... entre otros productos principales necesarios para el sustento familiar.

Esta asociación lleva 64 años abasteciendo 7 diferentes puntos de la ciudad de Cúcuta, cumpliendo con un cronograma donde cada día de la semana asisten al mismo.

Este mercado opera tanto en espacio público como en espacio privado con un despliegue logístico de carpas, burros y tablas que no son las adecuadas, y que en muchos casos están en mal estado. La jornada del mercado comienza a las 5:00 am y culmina a las 12:30 pm. (Cooperativa Multiactiva mercado Libre de Cúcuta, 2021).

En la Tabla 3, se presenta el cronograma de ventas por barrios de la asociación.

Tabla 3. Cronograma de ventas asociación de vendedores de mercado libre Cúcuta

Cronograma de ventas			
Día	Horario	Barrio	Dirección
Lunes	5:00 am – 12:30 pm	Alfonso López	Av. 14 entre calles 21 y 22
Martes		San Rafael	Parque principal frente a la Iglesia
Miércoles		San Luis	Parque principal frente a la Basílica
Jueves		Claret	Mz. 56 plaza de mercado Claret
Viernes		Cundinamarca	Calle 10 con av. 19
Sábado		Colsag	Av. 12e con avenida Gran Colombia
Domingo		San José	Av. 20 entre calles 22 y 22a

A partir del proceso de caracterización y cuantificación realizado en la Asociación de vendedores de mercado libres, se determinó que se generan en promedio 9.950 kg de residuos sólidos al mes, y anualmente esta generación de residuos equivale a 119.406 kg, los cuales están comprendidos en residuos orgánicos como: frutas y verduras, e inorgánicos como papel, cartón, plásticos, costales e icopor. En el capítulo 4, se presenta de manera detallada la generación promedio de residuos semanal y diaria.

2.4.5 Supermercado La Canasta. Este supermercado es reconocido como uno de los principales abastecimientos de la zona residencial del sector de caobos. Dada su ubicación, este supermercado atiende alrededor de 500 personas diarias, especializando su abastecimiento en surtido compuesto principalmente por alimentos y productos de necesidad básica. El proceso de generación de residuos es dado principalmente a los restos de frutas y verduras que no logran ser vendidas durante la jornada laboral. Es importante mencionar, que se cuenta con una doble jornada de trabajo que completa las 24 horas de días, evidenciando un periodo de aumento en la generación de residuos en la jornada diurna. Se considera gran generador debido a la cantidad de residuos generados durante la semana, así mismo, durante la etapa de reconocimiento se identificó que su producción contemplaba en su mayoría residuos orgánicos, considerándose como una de las principales fuentes de provisión para el proceso de abono dentro de la planta.

En el supermercado la Canasta, a partir del proceso de caracterización y cuantificación realizado, se determinó que se generan en promedio 878 kg de residuos sólidos al mes, y anualmente esta generación de residuos equivale a 10.531 kg, los cuales están comprendidos en residuos orgánicos como: frutas y verduras. En el capítulo 4, se presenta de manera detallada la generación promedio de residuos semanal y diaria.

2.4.6 Agroindustria Fruttec. Reconocida como una empresa Agroindustrial que se dedica a la elaboración y transformación de productos 100% naturales a partir de los frutos del campo colombiano. Su pulpa de fruta no contiene conservantes, azúcar ni agua añadida, igualmente esta es elaborada a partir de fruta fresca cosechada en su punto máximo de maduración. Cuenta con registro sanitario INVIMA, realizando análisis microbiológicos y fisicoquímicos a todos los lotes de producción. Dado su nivel de generación de residuos orgánicos y de acuerdo con el proceso de caracterización, se reconoce como una de las principales fuentes generadoras de residuos en el territorio y por ende se enmarco la necesidad de cuantificar los distintos residuos generados. Se estableció como uno de los principales aportantes al proceso de abono dado que su producción son restos de frutas secas.

A partir del proceso de caracterización y cuantificación realizado en la Agroindustria Fruttec, se determinó que se generan en promedio 5.856 kg de residuos sólidos al mes, y anualmente está generación de residuos equivale en promedio a 70.272 kg, los cuales están comprendidos en residuos orgánicos como cascaras y semillas de frutas. En el capítulo 4, se presenta de manera detallada la generación promedio de residuos semanal y diaria.

2.4.7 Residuos de podas. Según lo establecido en los artículos 72 y 73 del decreto 2881 del 2013, Aseo Urbano adoptara todas las medidas tendientes a evitar accidentes y molestias durante la ejecución de la actividad de poda de árboles, según lo establecido en los artículos 72 y 73 del decreto 2881 del 2013.

Dentro de las actividades que comprenden la poda, se tienen el corte de ramas, follajes, recolección, presentación y transporte para la disposición final o aprovechamiento siguiendo los lineamientos que determine la autoridad competente.

En esta actividad se encuentran todos los árboles ubicados en los separadores viales ubicados en vías de tránsito automotor, vías peatonales, glorietas, rotondas, orejas o asimilables, parques públicos definidos en el PGIRS vigente y que se encuentren dentro del perímetro urbano. Excluyendo los árboles ubicados en antejardines frente a los inmuebles los cuales serán responsabilidad de los propietarios de estos.

A partir del monitoreo realizado a la base de datos de CENS sobre el servicio de podas, se determinó que se generan en promedio 235.804 kg de residuos sólidos al mes, y anualmente esta generación de residuos equivale en promedio a 2.829.648 kg, los cuales están comprendidos en residuos orgánicos como partes de árboles, hojas, y tallos. En el capítulo 4, se presenta de una manera detallada la generación promedio semanal y diaria de residuos de podas.

2.5 ¿Qué Dificultades se Presentaron a la hora de Realizar la Caracterización?

Durante el desarrollo del proyecto se presentaron varios inconvenientes con diferentes establecimientos que nos impedían empezar con el proceso de caracterización. Durante el proceso se hicieron diferentes acercamientos con varias entidades y establecimientos de la ciudad. La idea inicial, era caracterizar un colegio y un centro comercial, sin embargo, a la hora de realizar los acercamientos y reuniones con diferentes colegios tanto públicos y privados como: la institución educativa Eustorgio Colmenares Baptista, colegio salesiano, colegio gimnasio el bosque y colegio padre Luis Variara se nos hizo imposible realizar la caracterización. Lo mismo sucedió con los centros comerciales como: centro comercial Jardín Plaza, centro comercial Ventura Plaza, centro comercial River Plaza. En cada establecimiento se procedió a entregar la carta formal presentando el proyecto, se realizaron diferentes reuniones con el fin de dar a conocer la esencia e importancia del proyecto a lo que en cada uno nos daban una respuesta negativa.

2.6 Marco Legal

En el país existen normas y decretos que regulan el manejo y la disposición final de los residuos sólidos producidos, creando estrategias para su implementación, entre los cuales se encuentran:

Tabla 4. Marco legal

Norma	Descripción
Conpes 3874 de 2016	El documento Conpes es la Política Nacional para la gestión Integral de Residuos Sólidos no peligrosos, el cual busca aportar al desarrollo sostenible, la adaptación y disminución del cambio climático (República de Colombia, 2016).
Decreto 2811 de 1974	En los artículos 34 al 38 se reglamenta el manejo y la disposición final de los residuos, la obligación y responsabilidad de los entes administrativos de cada municipio de establecer las rutas de recolección, el transporte y la disposición final de dichos residuos, además, se establece la posibilidad de exigir el manejo integral de los residuos a sus generadores. (Presidencia de la República, 1974).
Decreto 1713 de 2002. Modificado por los Decretos 1140 de 2003, 1005 de 2003 838 de 2005.	El objeto de este decreto es establecer las normas orientadas a reglamentar el servicio público de aseo en el ámbito de la gestión integral de los residuos sólidos, referente a sus componentes, clases, niveles, modalidades, calidad y a las dependencias de las personas prestadoras del servicio y de los usuarios. (Pastrana, Pizano & Mayr, 2002).
Decreto 838 de 2005	El objetivo del presente decreto es promover y facilitar la planificación, construcción y operación de los sistemas para la disposición final de residuos sólidos, complementando las actividades del servicio público de aseo, mediante el uso de relleno sanitario, así mismo, reglamenta los procedimientos que los entes territoriales deben seguir para definir las áreas potencialmente susceptibles para la ubicación de rellenos sanitarios. (Veléz & Pérez, 2005).
Conpes 3530 de 2008	Establece lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el ámbito de la gestión de los residuos sólidos (PGIRS). Teniendo como fundamento principal el establecimiento de estrategias de aprovechamiento y reciclaje (República de Colombia, 2008).
Plan Nacional de desarrollo 2018-2022	Este documento se centra en la implementación de la estrategia de economía circular para aumentar el reciclaje de los residuos sólidos. Adicionalmente mantiene estrategias para incentivar la gestión integral de residuos sólidos, impartiendo multas a quienes desechan sus residuos de manera indiscriminada (Presidencia de la República, 2018).
Resolución 2184 de 2019. Modifica la resolución 668 de 2016	Esta resolución establece el formato único Nacional para la presentación del programa de uso racional de bolsas plásticas y el informe del avance de este. Esta resolución también establece el nuevo código de colores, el cual tiene la finalidad de facilitar la separación de residuos sólidos en la fuente (Ministerio del medio Ambiente, 2019).

3. Diseño Metodológico

3.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación al que pertenece el presente proyecto es de enfoque cuantitativo con técnicas de tipo cualitativo las cuales fueron desarrolladas durante todo el proceso en campo como: la selección de la muestra (dado que se eligen mediante el criterio de conveniencia y no de azar), clasificación de la información de acuerdo a los acercamientos realizados tanto positivos como negativos (teniendo en cuenta las dificultades presentadas a la hora de acceder a los permisos para realizar la caracterización), la realización de fichas técnicas y folletos de sensibilización los cuales se implementaron durante la fase en campo del proyecto.

3.2 Universo y Muestra

El universo estudiado no se eligió aleatoriamente si no por conveniencia a partir de criterios de selección (ver tabla 7) a los cuales fueron sometidos, se estudiaron siete sitios donde se realizó la evaluación de los residuos sólidos generados de la ciudad de Cúcuta Norte de Santander, se caracterizaron por medio del método del Cuarteo evaluando y analizando el tipo de residuo, volúmenes producidos, características fisicoquímicas y microbiológicas.

3.3 Universo

Para seleccionar el universo de la investigación se procedió a usar la herramienta de Google Earth, la cual es una plataforma digital en donde cualquier empresa u establecimiento que se encuentre allí significa que está legalmente constituida. A partir de esta, se procedió a investigar cuantos supermercados, centrales de abastos, universidades, agroindustrias de frutas y plazas de mercado había en la ciudad de Cúcuta; descartando lo que se conoce como Residuos Solido

Domicilio, los cuales se encuentran normalmente en lugares como viviendas/residencias, dado que se conoce que este tipo de residuos viene con una alta carga de microorganismos y que no existe una separación previa al descarte, lo que complicaría el aprovechamiento de este tipo de residuo.

Teniendo en cuenta lo mencionado y gracias a la investigación realizada se concluye que en la ciudad existen: 11 plazas de mercado, 1 central de abastos, 14 universidades, 239 supermercados (de los cuales se seleccionaron aquellos que estuvieran en un perímetro de 8 km a la redonda del lugar de disposición final) dando un resultado de 63 supermercados, 5 agroindustrias de frutas y como empresa de impacto de la ciudad, se seleccionó centrales eléctricas la cual es la encargada de los residuos de podas de la ciudad.

3.3.1 Muestra. La muestra de la investigación fue seleccionada a partir de la identificación de los grandes generadores de residuos sólidos orgánicos de la ciudad; esto mediante instrumentos como los criterios de selección a los que fueron sometidos cada uno de estos establecimientos y gracias a la herramienta de Google Earth. Gracias a esto se establecieron 7 establecimientos a los cuales se les realizó la caracterización de residuos sólidos orgánicos, los cuales son: la central de Abastos Cenabastos, el supermercado El cosechero, el restaurante de la Universidad Francisco de Paula Santander, La Asociación de vendedores de Mercado Libre, el supermercado La Canasta, la agroindustria Frutecc y los residuos de generados por las podas, los cuales fueron sometidos a un proceso de caracterización diario durante dos semanas seguidas, para el cual fue utilizado el método del Cuarteo y a partir de este, determinar las características de estos residuos.

3.4 Fases de la Investigación

3.4.1 Fase I. Identificación de grandes generadores de residuos sólidos orgánicos. Para la identificación de los grandes generadores de residuos sólidos orgánicos, se elaboró la base de datos a partir de documentos oficiales que permitieron determinar los lineamientos o parámetros que debían ser seguidos para obtener los resultados esperados; los principales documentos que formaron la base de datos fueron: el PGIRS 2021 de la Alcaldía de San José de Cúcuta, el plan Nacional de desarrollo 2018-2022, el decreto 345 del 2020 donde se define que un gran generador es aquel usuario que produce más de 1 m³ de residuos sólidos al mes, así mismo se evidencio la necesidad de conocer las características socioculturales y socioeconómicas del municipio para así poder determinar que establecimientos pertenecían a los grandes generadores. En el anexo 7, se presentan algunos documentos que hicieron parte de la base de datos y los antecedentes utilizados durante la investigación, organizados de acuerdo a su categoría y a los aportes en el proyecto.

Dentro de la identificación de los grandes generadores de residuos en la ciudad de Cúcuta se descartó la caracterización de residuos sólidos domiciliarios. Los cuales en la ley 22/2011 de Residuos y Suelos Contaminantes define a los residuos domésticos como aquellos residuos (peligrosos y no peligrosos) generados en los hogares como consecuencia de las actividades domesticas; se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias. Así mismo en este conjunto entran los residuos de aparatos eléctricos, electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles, escombros entre otros, que al ser mezclados con residuos netamente orgánicos e inorgánicos como los generados en supermercados, restaurantes, universidades o colegios en su programa de almuerzos, se encontrara una gran contaminación y una difícil separación de la fuente la cual a la hora de analizar fisicoquímicamente nos arrojaría

datos erróneos los cuales hacen difícil la creación de un buen abono orgánico.

Por otra parte, se establecieron técnicas cualitativas como los criterios de selección de grandes generadores (ver Tabla 7) a los cuales fueron sometidos los establecimientos seleccionados y a partir de estos poder seleccionar la muestra de los lugares a caracterizar.

Teniendo en cuenta los criterios anteriormente mencionados en la Tabla 7, se inició el proceso de acercamiento y sensibilización (ver folleto de sensibilización en Anexo 1). Una vez terminados los acercamientos en cada uno de los lugares, se establecieron los 7 sitios donde se realizó el proceso de caracterización de los residuos sólidos generados, los cuales fueron:

Central de abastos de Cúcuta Cenabastos. En la figura 6, se muestran imágenes del punto de disposición de residuos sólidos orgánicos en Cenabastos, donde se evidencia el manejo que es dado actualmente a estos residuos, los cuales son separados y acumulados en pilas para la elaboración de abonos orgánicos, pero sin un manejo adecuado, generando contaminación con lixiviados y malos olores.



Figura 6. Central de Abastos Cenabastos

Supermercado el Cosechero. En las imágenes presentadas a continuación se muestra el punto de almacenaje de los residuos sólidos generados en el supermercado el Cosechero, de los cuales, los residuos orgánicos son dispuestos para la alimentación de cerdos y los inorgánicos son recorridos por la empresa Veolia y dispuestos en el relleno sanitario el Guayabal.



Figura 7. Supermercado el Cosechero

Restaurante de la Universidad Francisco de Paula Santander. En la figura 8, se presentan algunos de los residuos generados en el restaurante de la Universidad Francisco de Paula Santander, los cuales actualmente son usados para alimentar cerdos, diariamente son recogidos en horas de la tarde por un grupo de porcicultores.



Figura 8. Restaurante de la Universidad Francisco de Paula Santander

Asociación de Mercado Libre de Cúcuta. En las imágenes presentadas a continuación, se muestra el equipo de trabajo realizando el proceso de caracterización en la asociación de vendedores de mercado libre, la disposición final de estos residuos actualmente es dada por Veolia en el relleno sanitario, ellos recogen diariamente los residuos en horas de la tarde en cada uno de los barrios donde actúa la asociación.



Figura 9. Asociación de Mercado Libre de Cúcuta

Supermercado La Canasta. En las imágenes presentadas a continuación, se pueden observar algunos de los residuos generados por el supermercado la Canasta, los cuales actualmente son llevados por un grupo de religiosas para complementar la alimentación de unos ancianos.



Figura 10. Supermercado La Canasta

Agroindustria Fruttec. En las imágenes presentadas a continuación, se presentan algunos de los residuos generados por la Agroindustria Fruttec, su disposición final es dada actualmente por la empresa recolectora de residuos Veolia en el relleno sanitario el Guayabal.



Figura 11. Agroindustria Fruttec

Residuos de podas. En la figura 12, se presentan los residuos de podas generados por el corte de árboles en la ciudad, la empresa CENS encargada de este servicio realiza el corte, recolección y disposición de los residuos, y a partir de los estudios realizados se identificó que la empresa realiza un mal manejo de estos, depositándolos en terrenos baldíos a las afueras de la ciudad.

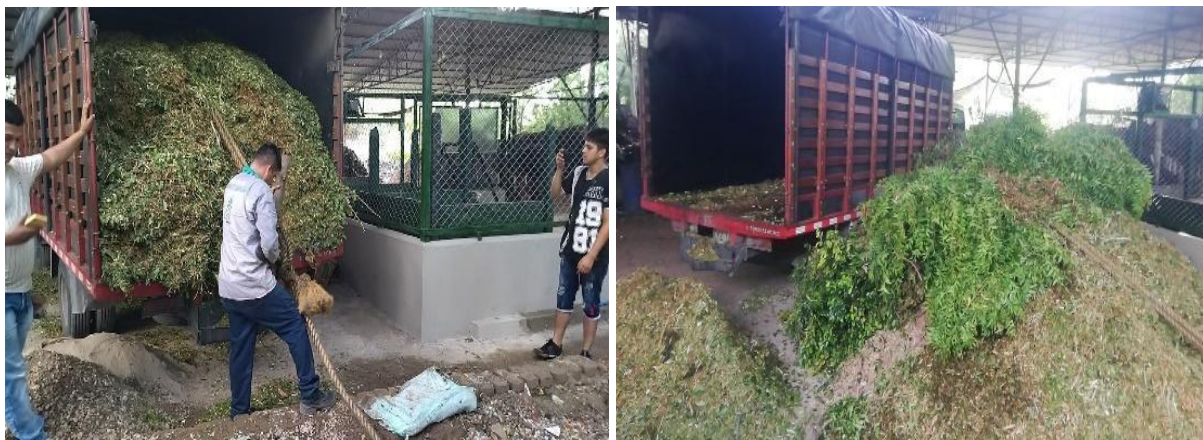


Figura 12. Residuos de podas

Además, para realizar el proceso de caracterización en los diferentes lugares seleccionados se estableció un plan de muestreo de acuerdo con la accesibilidad a cada uno de los sitios y se determinó que el proceso sería realizado durante dos semanas seguidas en cada gran generador con la finalidad de obtener muestras representativas. Cabe resaltar que los residuos sólidos inorgánicos cuantificados no hacen referencia al total de estos, sino que representan la fracción que llega al lugar de descarte de los residuos orgánicos. Esto es debido a que, existen recolectores informales que reciclan la mayor parte de los residuos inorgánicos para su sustento diario.

Para la toma de datos diarios de campo, se utilizaron fichas de caracterización adaptadas a cada uno de los lugares evaluados, en las cuales se recolectaba información como: tipo de residuos, peso de los residuos, cantidad de canecas, cantidad de sacos, galpones de origen de los residuos, peso de residuos cocidos, cantidad de almuerzos preparados y las observaciones encontradas durante el proceso de cuantificación y caracterización. En el anexo 8, se presentan algunas de estas fichas de caracterización utilizadas durante el trabajo de campo.

3.4.2 Fase II. Caracterización de residuos sólidos orgánicos. La caracterización de residuos sólidos orgánicos de la fase II se evidencia a continuación:

3.4.2.1 Metodología utilizada. La metodología utilizada en el proceso de caracterización de los residuos sólidos producidos por los establecimientos seleccionados como grandes generadores de residuos de la ciudad, consto de dos etapas: 1. La cuantificación total en sitio de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos en los establecimientos elegidos para caracterizar; con el fin, de conocer la cantidad diaria de residuos que estos producen.

Para ello se utilizaron instrumentos como: fichas para conocer las variables de las características encontradas en cada establecimiento, lo cual nos permitió clasificar la información de acuerdo a las características encontradas.

El proceso de caracterización se realizó durante dos semanas seguidas, y gracias a la implementación de las fichas de caracterización (ver anexo 8) se cuantifico el peso de los residuos generados y al mismo tiempo se obtuvieron por observación sus características cualitativas.

Ya en la segunda etapa se implementó la metodología de cuarteo, la cual permitió conocer la composición de los residuos generados y con la implementación de la ecuación 1, se determinaron los porcentajes de cada fracción de residuos (ver separación de residuos por fracciones en Tabla 2), con el objetivo de analizarlos por muestreo estadístico. Este tipo de análisis se realizó mediante tablas de Excel donde en cada una se tabulo la información y datos encontrados en cada uno de los 7 establecimientos.

La implementación de la técnica del cuarteo implica la toma de un número representativo de muestras de residuos sólidos de alguna de las fuentes seleccionadas (7 establecimientos), durante un tiempo (2 semanas), determinando los pesos totales y los de sus componentes (residuos orgánicos e inorgánicos), a partir de un análisis estadístico se determinó la tasa de generación y la

composición de los mismos.

Se implementó en los 7 lugares seleccionados la metodología descrita por el autor Rendón (2012), quien describe los sistemas de muestreo, realizando la caracterización de la siguiente manera:

Muestra por cuarteos. Para la implementación de la metodología, se procedió a realizar el pesaje de todos los residuos sólidos presentes en cada uno de los sitios seleccionados, después se tomó un porcentaje del material y se dispuso sobre una lona plástica para evitar la contaminación cruzada (física y microbiológica), se realizó la homogeneización de los residuos y se formó una circunferencia, la cual se dividió en cuatro cuadrantes, se descartó el correspondiente a dos cuadrantes opuestos, y los dos cuadrantes seleccionados se mezclaron nuevamente para repetir el proceso, esto es realizado hasta obtener una muestra manejable y representativa.

A continuación, en la figura 13 e figura 14, se representa gráficamente el proceso de muestreo por cuarteos.

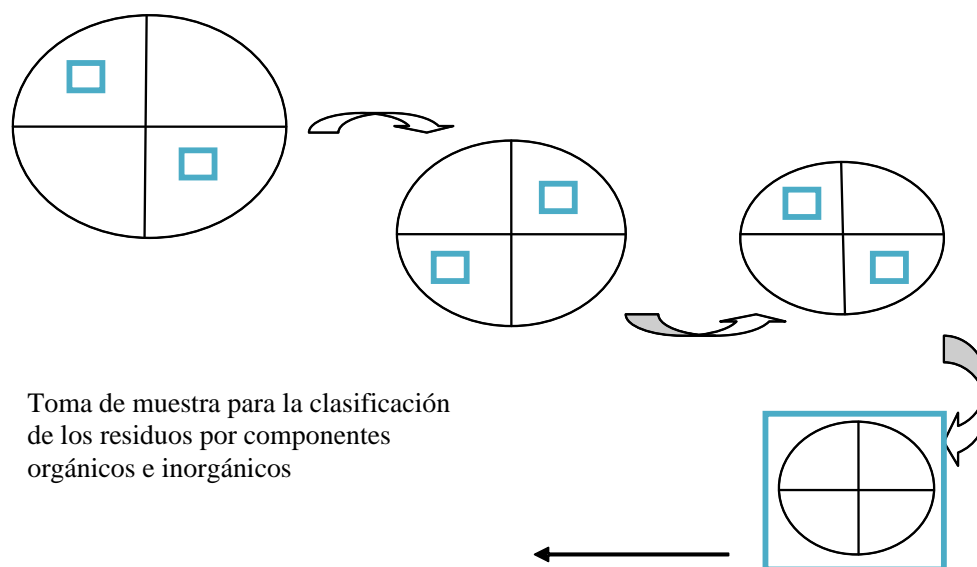


Figura 13. Representación esquemática del proceso de muestreo por cuarteos

Una vez se obtuvo la muestra final, se realizó el proceso de separación detallada de los componentes que la constituyen: material orgánico (residuos de frutas, verduras), material inorgánico (cartón, bolsas plásticas, vidrios, papel); después de segregada la muestra se procedió a pesar cada una de las fracciones de residuos presentadas en la muestra.



Figura 14. Caracterización de residuos sólidos por el método de cuarteo

Así mismo, en la siguiente figura se presenta el proceso de separación de la muestra por fracciones.



Figura 15. Separación por fracciones

Toma de muestras fisicoquímicas y microbiológicas. Para el desarrollo de la caracterización Fisicoquímica y microbiológica de los grandes generadores de residuos sólidos en la ciudad de Cúcuta, se tomaron muestras en cada uno de los puntos aforados y se enviaron al laboratorio SIAMA SAS en Bucaramanga, el cual es un laboratorio de ensayos analíticos, con pruebas certificadas y acreditadas bajo normas Internacionales de calidad para un total de 24 muestras enviadas de aproximadamente 2 kilogramos cada una. La distribución de las muestras fue realizada según tabla 22 y tabla 23.

Tabla 5. Distribución de las muestras para análisis fisicoquímico

Tipo de análisis	N° de muestras	Total, de muestras	Tipo de material
Materia Orgánica	3	16	Residuos orgánicos de: 1. Plaza de mercado 2. Universidades 3. Supermercados
Poder Calorífico	3		
Humedad, Ph	4		
Carbono Oxidable Total,	3		
Relación Carbono/Nitrógeno, Nitrógeno Total Y Nitrógeno Orgánico	3		

Tabla 6. Distribución de las muestras para análisis microbiológico

Tipo de análisis	N° de muestras	Total, de muestras	Tipo de material
Mesófilos	2	8	Residuos orgánicos de: 1. Plaza de mercado 2. Universidades 3. Supermercados
Termófilos	2		
Salmonella Spp	2		
Escherichia Coli	2		

Preparación de las muestras. La toma de las muestras de cada uno de los puntos de aforo se desarrolló teniendo en cuenta los siguientes protocolos para su recolección y envío.

- Cada una de las muestras fueron tomadas de los puntos del día de la generación del residuo y homogenizada de acuerdo con la metodología del cuarteo con la diferencia que, en el momento de homogenizar los residuos, los operarios procedían a picarlos en trozos pequeños, luego se empacaron herméticamente en bolas ziploc de 2kg.
- Para los análisis microbiológicos se empacaron herméticamente 200g de cada muestra (cada punto de muestreo) en bolsas estériles ziploc.
- Se recolectaron con manipulación y utensilios teniendo en cuenta minuciosas medidas asépticas.
- Las muestras se mantuvieron refrigerada (Menor a 10°C) hasta su llegada al laboratorio.
- Las muestras fueron ingresadas al laboratorio en las siguientes 24 horas después de la toma de la muestra.
- Las muestras de poda fueron tomadas directamente del carro recolector, luego de ser pasadas por la chipeadora fueron mezclados con hojas y tallos y empacadas herméticamente en bolas ziploc de 2kg.



Figura 16. Toma de muestras

En la figura 17, se presentan las muestras empacadas y dispuestas en la cava de refrigeración para enviar al laboratorio.



Figura 17. Empaque en refrigeración para envío al laboratorio

Por último, en esta fase se realizó la cuantificación del porcentaje de material orgánico e inorgánico de las muestras en cada uno de los 7 lugares seleccionados.

3.4.3 Fase III. Evaluación del tipo de residuos obtenido y elaboración de una propuesta para la utilización de estos. Durante esta fase se determinaron las características del material orgánico e inorgánico de las muestras recolectadas y a su vez fue realizado el análisis de los resultados de laboratorio obtenidos en cada una de las muestras unitarias, con su respectiva descripción y a partir de estos se elaboró una propuesta para el aprovechamiento sustentable de los residuos sólidos orgánicos obtenidos.

3.5 Técnicas de Análisis y Procesamiento de Datos

Las técnicas utilizadas para analizar los datos cuantitativos de la investigación son: gráfico de barras, muestreo estratificado, encuestas y la herramienta de Excel. Todos estos para determinar el % aprovechable de los residuos sólidos obtenidos en los establecimientos seleccionados como grandes generadores de residuos.

Dicha información se representó mediante diagrama de barras, los cuales permiten comprender la información de una manera sencilla; igualmente se presentan tablas que muestran

los porcentajes y cantidades de residuos sólidos en cada uno de los sitios caracterizados.

3.6 Periodo de Ejecución del Proyecto

La ejecución del proyecto investigativo en fase de campo inició el 27 de enero del 2022 con la presentación del equipo de caracterización y finalizó el 28 de junio del 2022 con la articulación y procesamiento de datos de los diferentes sitios seleccionados como grandes generadores de residuos sólidos orgánicos.

3.7 Equipos y Materiales

Los equipos y materiales empleados para la caracterización de los residuos sólidos en los diferentes puntos seleccionados de la ciudad de Cúcuta fueron los siguientes:

1. Equipo de protección personal: guantes de poliéster, lentes de protección, tapabocas, botas plásticas, traje de bioseguridad, brazaletes de identificación.
2. Balanza analítica.
3. Palas.
4. Escoba, recogedor.
5. Bolsas de aseo.
6. Bolsas plásticas.



Figura 18. Equipo de trabajo de campo

4. Resultados

4.1 Implementación de la Metodología para la Caracterización de Residuos Sólidos

Orgánicos

4.1.1 Cobertura. Durante el proceso de selección y validación de los grandes generadores de residuos sólidos orgánicos, se contemplaron referentes para su identificación, estableciendo el alcance, tipo y el volumen de producción de residuos en el municipio. A partir de esto se usa como referente el Decreto 345 del 2020, donde se define como gran generador de residuos solamente a usuarios no residenciales que produzcan un volumen superior a un metro cubico mensual.

A partir de datos tomados del sistema nacional de información de los servicios públicos, para el caso del referente de generación, se estableció que, en el municipio de San José de Cúcuta, durante el servicio de recolección de aseo, se obtiene un valor del 98% de cobertura en la recolección y selección de los residuos generados (Departamento Administrativo de Planeación de Cúcuta, 2021).

Ahora bien, con base en el documento: “Contrato de condiciones uniformes municipio de Cúcuta”, es posible identificar que: para el municipio el cubrimiento o cobertura que tiene el proceso de recolección de residuos corresponde a más del 70% del área municipal, donde se destaca la cobertura a instituciones públicas, privadas, comercializadores y zonas residenciales. A continuación, se presenta el mapa de cobertura relacionado en dicho documento.

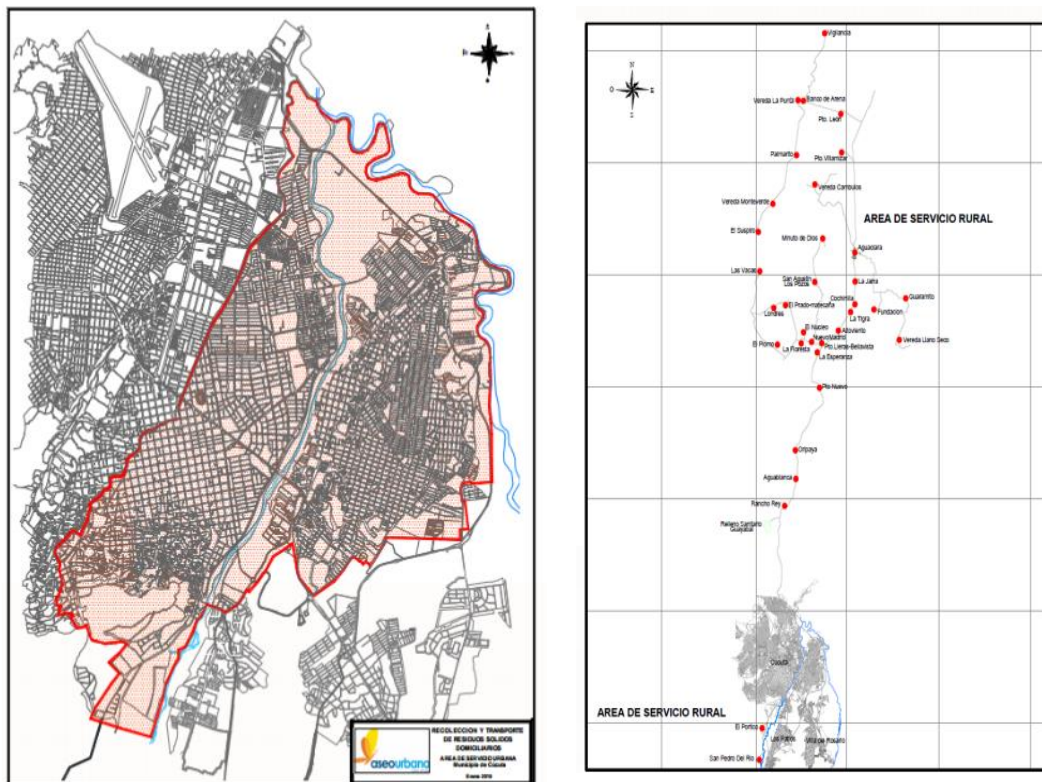


Figura 19. Área de cobertura de la prestación del servicio urbano municipio de San José de Cúcuta

Fuente: Veolia (2019).

4.1.2 Criterios de selección de grandes generadores. Dada la identificación de ciertas características (grandes generadores de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos de la ciudad) y las condiciones establecidas para el proceso de selección del lugar, teniendo en cuenta la dinámica de producción, disposición final de los residuos sólidos, así como la obtención de información en sitio relacionada con la etapa inicial de caracterización.

En la Tabla 7 se presentan los criterios mínimos de selección usados para identificar las principales fuentes generadoras de residuos comprendiendo su tipo de generación y validación del proceso.

Tabla 7. Condiciones mínimas de selección de las zonas

Condiciones mínimas de selección de las zonas		Condiciones de validación	
Condiciones de análisis	Tipo de zona comerciales		Condiciones
	Mínimos	Máximos	
Generación de residuos (Kg/semana)	200	Igual o superior a 1000	Cantidad en kilogramos de residuos sólidos orgánicos generados a la semana en la zona analizada.
Tiempo de desplazamiento hacia el lugar (min)	-	60	Tiempo máximo de desplazamiento de los residuos al lugar de tratamiento
Acceso al residuo generado	-	-	Permisos o autorizaciones para realizar el proceso de caracterización.
Condiciones de separación en la fuente	-	-	Residuos previamente separados Residuos con carga contaminante

Una vez establecidos los criterios de selección, se procedió con la utilización de la herramienta Google Earth la cual facilito la identificación de los puntos de caracterización a partir de los criterios de selección y las condiciones de análisis:

Selección de supermercados. De acuerdo con la información suministrada por los estudios previos y a partir de la identificación de los establecimientos denominados como supermercados en la plataforma digital, se identifica que en Cúcuta existen 239 supermercados legalmente constituidos distribuidos a lo largo del municipio. Sin embargo, dada las condiciones del estudio se aplicó un filtro de distancia relacionando un perímetro de 8 km a la redonda del lugar seleccionado como punto final de disposición. A continuación, se relaciona la figura satelital tomada de durante la etapa de selección:

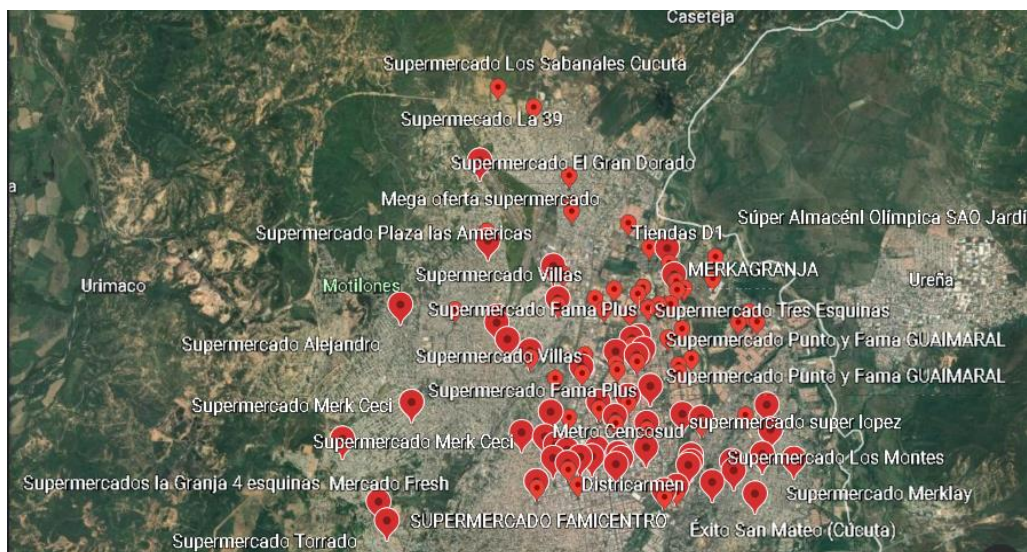


Figura 20. Selección de supermercados cercanos al punto de disposición final

Fuente: Google Earth (2022).

El resultado final obtenido durante la delimitación de la cantidad de establecimientos identificados como supermercados, permitió relacionar un total de 63 establecimientos identificados como supermercados de baja, media y alta concurrencia por la comunidad, presentados en la siguiente tabla:

Tabla 8. Identificación de supermercados

Supermercados				
Punto y Fama Guaimaral	Fama Plus	Merk Granja	Atalaya Carrefourt	Merkahorros La Actava Viveres y Confitería
Éxito San Mateo	Tiendas Makro	Merk+	Merkagusto de La 0	La Canasta Campesina
Los Montes	Metro	Markacero	Supermercado Betel	Ebenezer Ceiba Cucuta
Merkagusto	Mer"K Económico	Merk 5° Express	Supermercado Tres Esquinas	Frutería El Patin De Las Frutas
Alcaraván	Supertienda Olímpica Quinta	Quinta Bosch	La Granja Supermercado	Donde Meyi

Supermercados				
	Oriental			
Famicentro	Maxifama (Mayorista)	Olímpica	Abastos y Carnecería Donde Fercho	Motilón Center
Olímpica	El Criollito	Ebenezer	Districarmen	Donde Se Ahorra Mas
Supermercado La Canasta	Max y Fama	La Gran Economía	Metro Cencosud	Merklay
Supermercado Merk Ceci	Supermercado Quinta Bosh	Distribuciones Maxifama	Supermercado Villas	Supermercado Plaza las Américas
Supermercado Famicentro	El Cosechero	Merkabueno de Pizarro	Supermercado Alejandro	Mega Oferta Supermercado
Supermercado Punto y Fama Niza	Supermercado El Líder	Supermercado Merkmas	Merka Abastos Único	Abastos Ahorra Mas
Supermercado La 39				

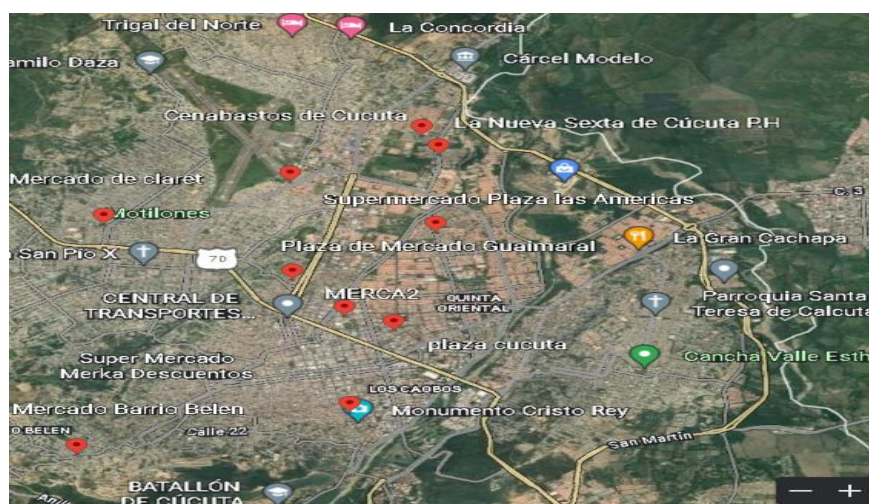
Sin embargo, dada la necesidad del estudio se realizó la elección de dos supermercados que cumplieran con los criterios de selección y su disposición al proceso de caracterización de residuos sólidos orgánicos fuera factible, se escogieron: Supermercado El Cosechero ubicado en la Cl. 8 # 0-164 y Supermercado la Canasta ubicado Av. 3 E 3-12, barrio la ceiba.

Selección de plazas de mercado. A partir de la información suministrada por los estudios previos y a partir de la identificación de los establecimientos denominados como plazas de mercado en Google Earth, se identificó que en Cúcuta existen 12 plazas de mercado legalmente constituidos distribuidos a lo largo del municipio. En la Tabla 9 se presentan las plazas de mercado identificadas en el municipio.

Tabla 9. Identificación de plazas de mercado

Plazas de Mercado		
Cenabastos Cúcuta	Plaza de Mercado de Cúcuta	Nueva Sexta de Cúcuta P.H
Plaza de Mercado la Cabrera	Supermercado Plaza de las Américas	Mercado de Claret
Plaza de Mercado Barrio Belén	Merca2	Plaza de Banderas
Plaza de Mercado Guaimaral	Tienda Mixta la Playita	Asociación de Vendedores De Mercado Libre Cúcuta

Sin embargo, dada las condiciones del estudio se aplicó un filtro de distancia relacionando un perímetro de 8 km a la redonda del lugar seleccionado como punto final de disposición. En la siguiente figura se presenta la identificación satelital de las plazas de mercado, teniendo como referente las necesidades del estudio de caracterización:

**Figura 21. Selección de plazas de mercado cercanos al punto de disposición final**

Fuente: Google Earth (2022).

Según la necesidad del estudio se realizó la elección de dos plazas de mercado que cumplieran con los criterios de elegibilidad y su disposición al proceso de caracterización de

residuos orgánicos fuera factible, se escogieron: la central mayoritaria de abastecimiento denominada CENABASTOS y la Asociación de vendedores de mercado libre de Cúcuta.

Selección de restaurantes (universidades). De acuerdo con la información suministrada por los estudios previos y a partir de la identificación de la necesidad de caracterizar restaurantes, se considera de manera objetiva la selección de restaurantes universitarios, dado que facilita la cuantificación de producción per cápita de los estudiantes. Se identifica que en Cúcuta existen 14 universidades legalmente constituidos distribuidos a lo largo del municipio. Sin embargo, dada las condiciones del estudio, respecto a la generación de residuos solo es posible considerar aquellas universidades que cuenta con el programa de almuerzos estudiantiles subsidiados, generando la delimitación en una Universidad.

A continuación, se presenta la identificación satelital de las universidades, teniendo como referente las necesidades del estudio de caracterización:

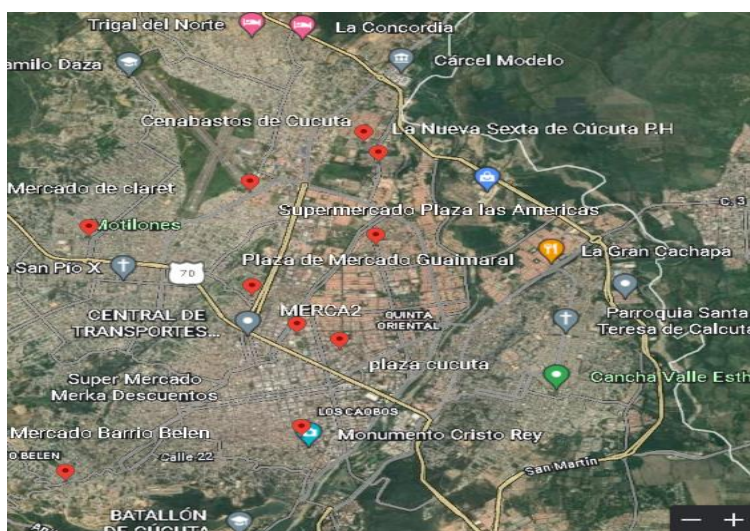


Figura 22. Selección de universidades cercanos al punto de disposición final

Fuente: Google Earth (2022).

Por las características de estudio se realizó la elección de una universidad que cumplieran con los criterios de elegibilidad y su disposición al proceso de caracterización de residuos orgánicos fuera factible, para esto se eligió la Universidad Francisco de Paula Santander.

Selección de la agroindustria. De acuerdo con la gestión realizada y la identificación previa durante la etapa de construcción metodológica del estudio, se identificó como prioridad la vinculación del sector de agroindustria al estudio de caracterización, identificando que existen 5 agroindustrias de frutas en la ciudad, las cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 10. Identificación de Agroindustrias

Agroindustrias de Frutas		
Fruttec	Fruti Paisa	Norpulpas
Cosechas	D'Frutas	

La vinculación de la agroindustria se realizó en el marco de gestión de la Universidad y la transformadora de frutas FRUTECH, por lo que su elección se realiza de manera directa facilitando los escenarios de caracterización y la cuantificación de la cantidad de residuos orgánicos producidos durante procesos derivados de la transformación de la fruta.

Selección de empresa de impacto. Se identificó como prioridad la vinculación del sector empresarial, en especial, el sector de prestación de servicios dado que, desde el componente de planeación e intervención del territorio, la prestación de servicios básicos como lo es la energización genera residuos sólidos orgánicos producto de las podas locales cercanas a la malla de electricidad. Esta vinculación, se realiza en el marco de gestión de la Universidad y la empresa Centrales Eléctricas de Norte de Santander CENS.

4.2 Caracterización Cuantitativa y Cualitativa de los Lugares Seleccionados

Con base a los criterios de selección de los grandes generadores de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos en la ciudad de Cúcuta y los datos recolectados durante el trabajo de campo en el proceso de caracterización se presentan los siguientes resultados:

4.2.1 Cenabastos. El proceso de caracterización y cuantificación realizado en la Central de Abastos de la Ciudad de Cúcuta evidenció que, durante las dos semanas cuantificadas, se generaron 99,042 kg de residuos sólidos, comprendidos en residuos orgánicos e inorgánicos, siendo en su mayoría residuos de frutas y verduras tales como cascaras de piña, plátano, cebolla, ajo, tomate, limón, naranja, sandía, zanahoria, uchuva, cilantro, entre otros. Por otra parte, la densidad promedio de los residuos orgánicos sin compactar equivale a 259 kg/m^3 . En el anexo 2, se presenta la cuantificación diaria realizada en Cenabastos durante las dos semanas de toma de datos.



Figura 23. Proceso de caracterización Cenabastos

En la Tabla 11, se relaciona la cantidad de residuos generados diariamente durante las dos semanas de análisis, así mismo, se lista el promedio de generación de residuos en kilogramos, evidenciando así, que en promedio la generación de residuos sólidos semanal en Cenabastos corresponde a 49.521 Kg.

Tabla 11. Cuantificación de residuos generados en Cenabastos

Cenabastos			
Días Caracterizados	Peso Residuos Kg semana 1	Peso Residuos Kg semana 2	Promedio de peso en Kg
Lunes	3298	3223	3260
Martes	8226	9154	8690
Miércoles	3752	6312	5032
Jueves	6235	7692	6964
Viernes	10667	8059	9363
Sábado	9992	9985	9989
Domingo	6335	6112	6224
Total	48505	50537	49521

Los datos presentados en la figura 1, refieren al promedio de la cantidad cuantificada durante la caracterización. De acuerdo con la figura, se evidencia que el día de mayor generación de residuos son los sábados, con un total de 9.989 Kg en promedio, lo cual equivale al 20 % del promedio total de residuos cuantificados durante el proceso de caracterización. Así mismo, en promedio los viernes y martes son considerados días de gran producción de residuos, generando 9.363 kg (es decir el 19% del promedio semanal total cuantificado) y 8.690 kg (representando el 18% del promedio semanal total cuantificado) respectivamente.

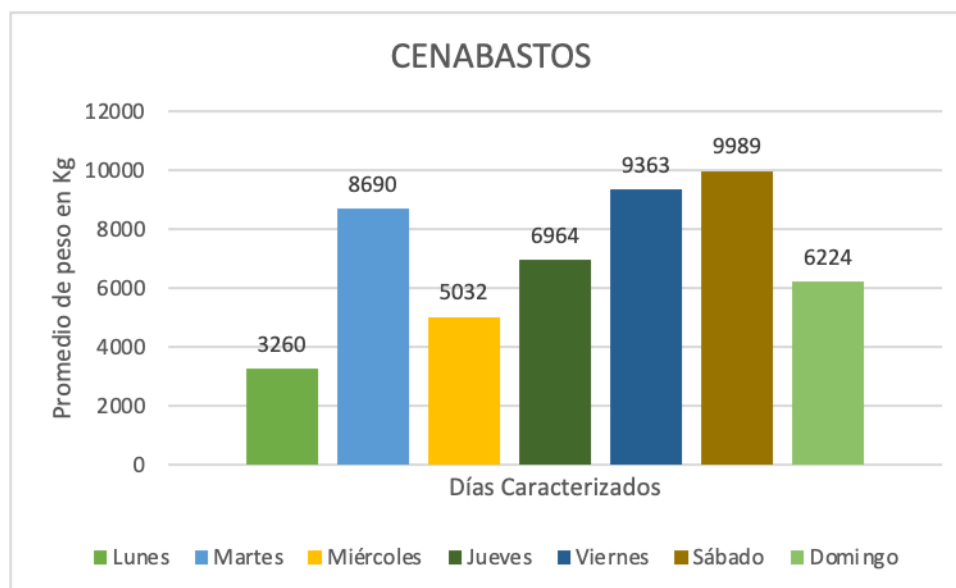


Figura 24. Cuantificación promedio de residuos generados en Cenabastos

Por otra parte, en la figura 1, se pueden identificar los días de menor generación de residuos, son los lunes y los miércoles, con un valor de 3.260 kg, representando un 7% del total semanal, y 5.032 kg, es decir 10% respectivamente.

De acuerdo con los registros presentados por Cenabastos se relaciona que, durante el periodo de análisis, la central de abastos realizó en promedio compras de 3.618.468 kg (CENABASTOS.2022) en productos como frutas, verduras, tubérculos, raíces y plátanos, de los cuales se genera en promedio un total de 49.521 kg de residuos, esta producción representa un promedio del 1.4 % del total de los productos comprados para el abastecimiento del lugar.

En la Tabla 12, se presenta la cantidad promedio de productos comprados para el abastecimiento, la cantidad promedio de residuos generados y su relación porcentual durante el periodo de análisis:

Tabla 12. Cantidad de productos comprados para el abastecimiento, promedio de residuos generados y el % de residuos día

Día	Promedio del Total de Recepción de productos kg	Promedio (semana 1 y semana 2) residuo generado en kg	% residuo día
Lunes	933.828	3.260	0,35%
Martes	428.575	8.690	2,0%
Miércoles	656.133	5.032	0,8%
Jueves	527.937	6.964	1,3%
Viernes	572.960	9.363	1,6%
Sábado	393.533	9.989	2,5%
Domingo	105.503	6.224	5,9%
Total	3.618.468	49.521	1,4%

Con base en los resultados presentados en la Tabla 7, es posible identificar dos contextos de producción de residuos: en primera medida se podría relacionar que, durante los lunes y miércoles, siendo estos los días de mayor abastecimiento, la generación de residuos sólidos es inferior a la media total de la semana, obteniendo tan solo el 0.35% y 0.8% de residuos generados en función de la cantidad de materia prima comprada; sin embargo, cabe destacar que el tercer día de mayor abastecimiento, el cual presenta un porcentaje superior a la media es el viernes, donde la adquisición de materias primas equivale a 572.960 kg, y a partir de estos se generan 9.363 kg de residuos, representando el 1.6 % de los productos comprados para abastecer los diferentes galpones de ventas; así mismo se evidencia que la generación de residuos de este día supera el promedio semanal evidenciando una mayor generación de residuos sólidos. A partir de la tabla, se puede identificar que por cada tonelada de productos, se generan 14 kilogramos de residuos.

En segundo caso se conoce la relación de compra y generación de residuos sólidos, la cual demuestra un porcentaje mayor a la media, esto quiere decir que durante los días de menor compra de productos de materia prima se genera la mayor cantidad de residuos, presentando datos de hasta un 5.9% como es el caso del domingo donde solo se compran 105.503 kg y se generan 6.224 kg de residuos. Además, los martes y los sábados evidencian la menor compra de productos y la mayor generación de residuos, obteniendo datos de 2.0% y 2.5% respectivamente. Con ellos se podría concluir que durante los días de mayor generación de residuos son aquellos en los que, se realizan compras elevadas de materia prima y no se cuenta con una participación alta de los clientes.

De acuerdo con la información presentada, mediante la cual se relacionan la tasa de generación de residuos, se hace necesario identificar la composición de estos a partir de la aplicación de la metodología seleccionada. Para este caso y de acuerdo con las condiciones del lugar y la dinámica de producción encontrada, se realizó el método de caracterización por cuarteo tanto en la jornada de la mañana como en la jornada de la tarde y se tomó como referencia la selección de una caneca al azar durante cada jornada de recolección, obteniendo resultados de la composición para cada día.

A continuación, en la figura 2, se presentan los resultados obtenidos durante el proceso de caracterización en la central de abastos.

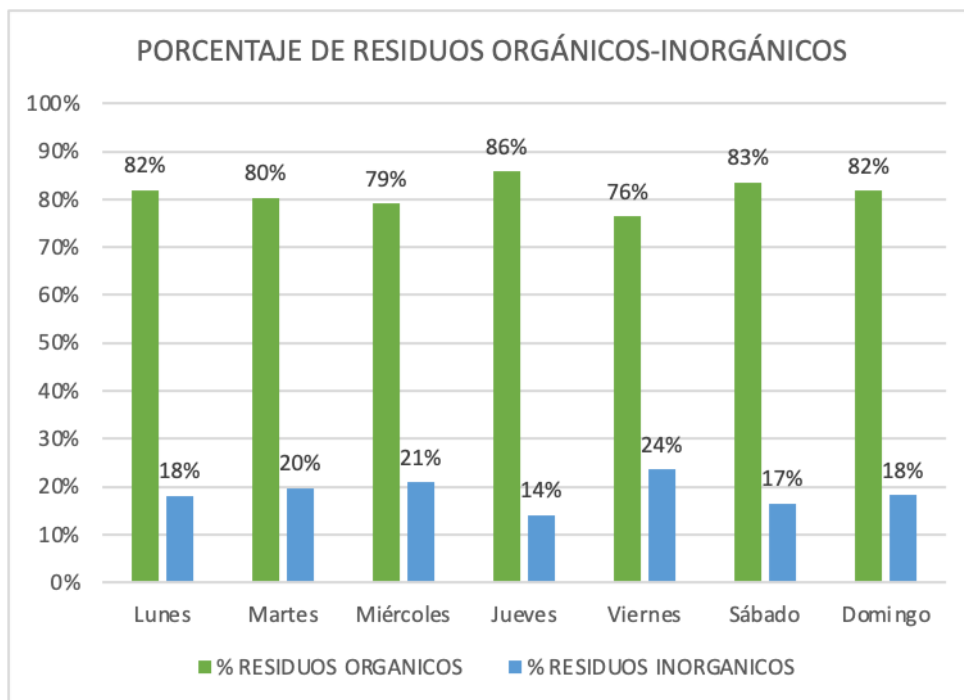


Figura 25. Caracterización de residuos Cenabastos

Con base a los datos presentados en la figura 2, es posible identificar la cantidad porcentual de los residuos orgánicos e inorgánicos generados en Cenabastos con base en el proceso de cuarteo, demostrando que la generación de residuos sólidos orgánicos es mayor a la producción de inorgánicos, representando un promedio de 82% y 18% respectivamente.

En relación con la composición física de los residuos inorgánicos durante el proceso realizado, es posible identificar la fracción (ver separación de fracciones en tabla 2), de los tipos de materiales presentes en los residuos sólidos inorgánicos. A continuación, en la Tabla 13, se relacionan los porcentajes promedio de composición obtenidos en los residuos inorgánicos durante el periodo de cuantificación y caracterización:

Tabla 13. Composición física de los residuos inorgánicos que llegan al lugar de disposición final en porcentaje

Días	% promedio de plásticos	% promedio de cartón y papel	% promedio de icopor	% promedio de costales	% promedio de botellas vidrio
Lunes	37%	43%	9%	5%	5%
Martes	49%	33%	1%	7%	11%
Miércoles	49%	42%	1%	8%	0%
Jueves	25%	61%	2%	10%	1%
Viernes	57%	34%	1%	8%	0%
Sábado	42%	54%	0%	1%	4%
Domingo	44%	44%	11%	0%	1%

Con base en la tabla anterior, se puede identificar que, las fracciones de residuos inorgánicos que llegan al lugar de disposición de los residuos orgánicos, obedece en su mayoría a plásticos, papel y cartón, representando en promedio 43% y 44% cada fracción respectivamente, a partir de esto, se puede deducir que existe un alto porcentaje de residuos aprovechables que se podrían utilizar en diferentes procesos de transformación, dando valor agregado a estos residuos. Además, se puede observar que residuos como botellas de vidrio, costales y residuos de icopor, representan el 3%, 5% y 4% respectivamente del total de la muestra, demostrando una baja composición dentro de la muestra tomada y del promedio total del estudio.

A continuación, en la figura 3, se relaciona de manera detallada la composición física promedio de los residuos sólidos caracterizados en la central de abastos Cenabastos, donde se evidencia que más del 70% de los residuos generados en la central de Abastos son residuos orgánicos aprovechables, y del total de residuos inorgánicos, las fracciones generadas son residuos reciclables y reutilizables.

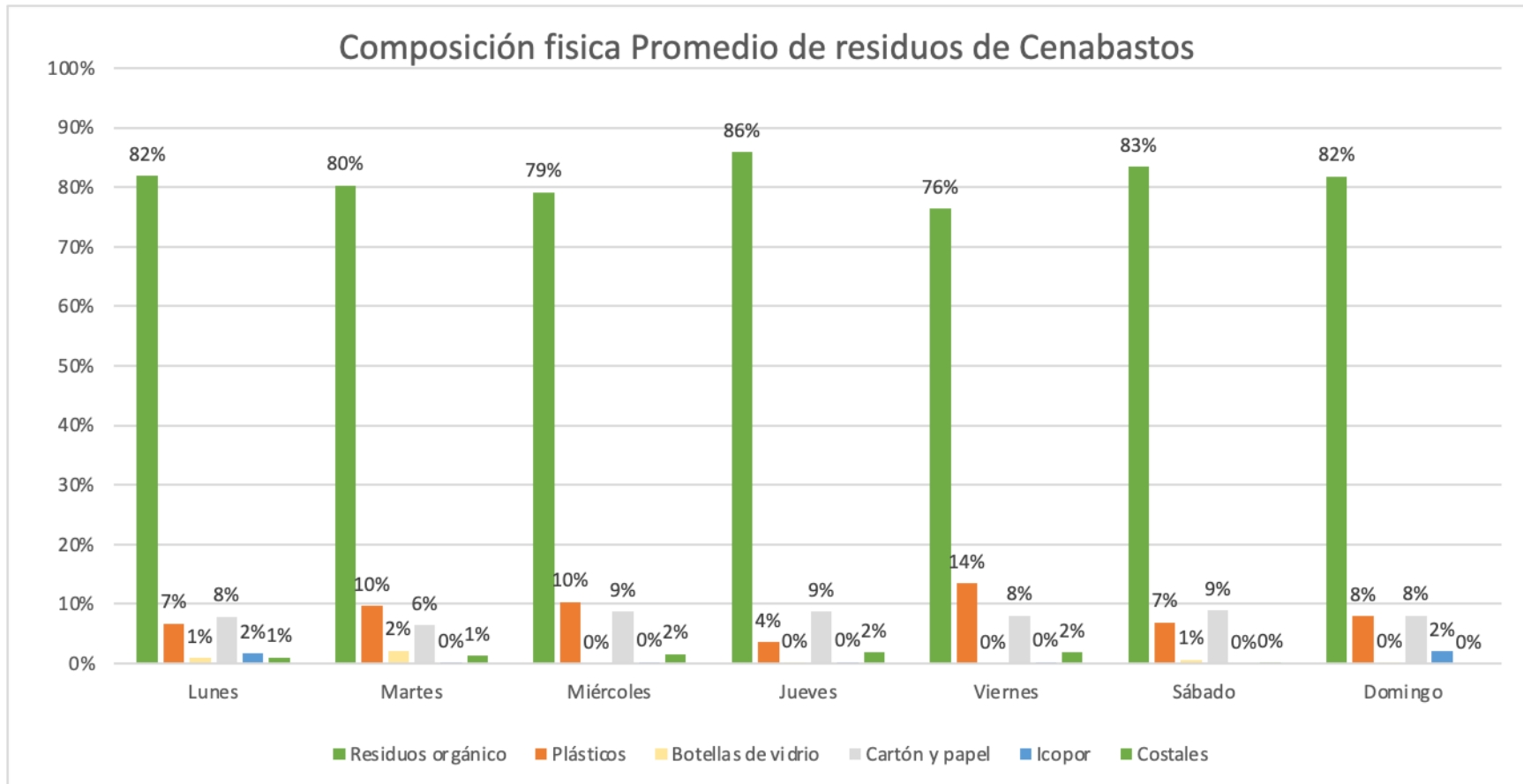


Figura 26. Porcentaje de composición física promedio de los residuos en Cenabastos

4.2.2 Análisis supermercado El Cosechero. Con base en los resultados obtenidos en el supermercado el Cosechero durante el proceso de cuantificación y caracterización en campo, se evidencia que para los 14 días de análisis (dos semanas) se produce un total de 4.634 kg de residuos sólidos, cuyo contenido es en su mayoría restos de verduras y frutas, como lechuga, repollo, tomate, apio, yuca, plátano, manzana, jengibre, pimentón, papa, arveja, piña entre otros. Así mismo, el promedio semanal de generación de residuos sólidos equivale a 2.317 kg. En el anexo 3, se presenta la cuantificación diaria realizada en el supermercado el Cosechero durante el periodo de toma de datos.



Figura 27. Proceso de caracterización supermercado el Cosechero

En la figura 4, presentada a continuación, se relaciona la cantidad de residuos generados para cada día analizado.

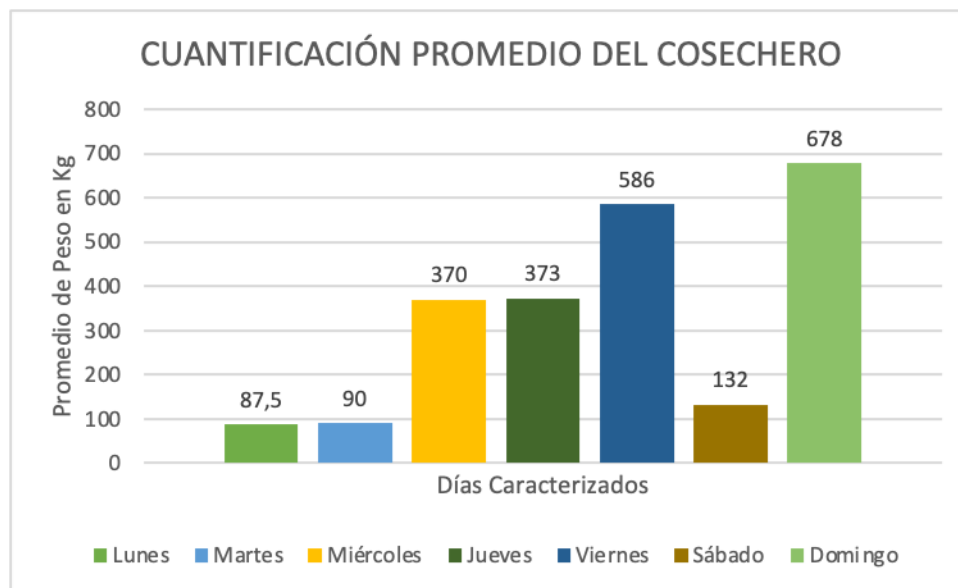


Figura 28. Promedio de generación diaria de residuos sólidos el Cosechero

A partir de la figura anterior, se obtiene que para el supermercado el cosechero, los días de mayor generación de residuos sólidos en promedio, corresponden al domingo y al viernes. Para el caso del domingo, se generaron un total de 678 kg, es decir, el 29 % del total de residuos semanales cuantificados; con relación con al segundo día de mayor producción, se evidencia la generación de 586 kg, es decir, un 25 % del total semanal. Por otra parte, también se puede identificar que existen tres días de menor producción, refiriendo al lunes, martes y sábado, con valores de 87.5 kg para el lunes, lo que equivale al 4% del total caracterizado, 90 kg el martes, es decir, el 4% del promedio total semanal y 132 kg para el sábado representando el 6% del promedio total semanal de generación de residuos.

De acuerdo con la información suministrada por el gerente del supermercado Cosechero, se identifica que, durante las dos semanas de análisis, se realizaron compras de 66.000 kg en promedio, (Cosechero, 2022) en productos de frutas, verduras, tubérculos, raíces y hortalizas, de los cuales se generaron un total de 2.317 kg en residuos en promedio durante las dos semanas

cuantificadas. Esta generación de residuos representa en promedio un 4% del total de los productos para el abastecimiento del lugar. En la Tabla 14, se presenta la cantidad de productos comprados por el supermercado, la cantidad de residuos generados y su relación porcentual durante el periodo de análisis:

Tabla 14. Cantidad de productos comprados para el abastecimiento, promedio de residuos generados y el % de residuos día

Día	Promedio Peso de residuo generado	Peso Total de Recepción de productos kg	% residuo Día
Lunes	87,5	9.000	1,0%
Martes	90	10.000	0,9%
Miércoles	370	9.000	4,1%
Jueves	373	9.000	4,1%
Viernes	586	9.000	6,5%
Sábado	132	10.000	1,3%
Domingo	678	10.000	6,8%
TOTAL	2317	66.000	4%

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla, se puede identificar una tendencia similar al porcentaje de relación de residuos generados versus la compra de la materia prima para la mayoría de los días, para este caso la media de producción es de aproximadamente 4% es decir, a partir de la compra de 66.000 kg se generan alrededor de 2.317 kg de residuos por semana. El porcentaje promedio de generación de residuos es superado durante el domingo, obteniendo el 7% de residuos producidos en función de la cantidad de materia prima comprada. Cabe mencionar que, en días como lunes, martes y sábado, se presenta el porcentaje de generación de residuos sólidos más bajo, representando el 1% (cada día genera el 1% de residuos en función a la materia prima) del total de materia prima comprada, es decir, que solo generan

250 kg de residuos y se compran 29.000 kg de productos durante los 3 días. A partir de la tabla, se puede identificar que, por cada tonelada de productos, se generan 35 kilogramos de residuos.

La caracterización de los residuos en el supermercado el Cosechero, consistió en la aplicación del método de cuarteo, refiriendo un proceso de homogenización de los distintos residuos dispuestos en la canecas y canastillas que dispone el supermercado. Dicho proceso se realizó al finalizar la jornada laboral del cosechero (6:00 pm) con el fin de encontrar la cantidad y las características de los residuos sólidos generados. A continuación, en la figura 5, se presentan los resultados de composición obtenidos.

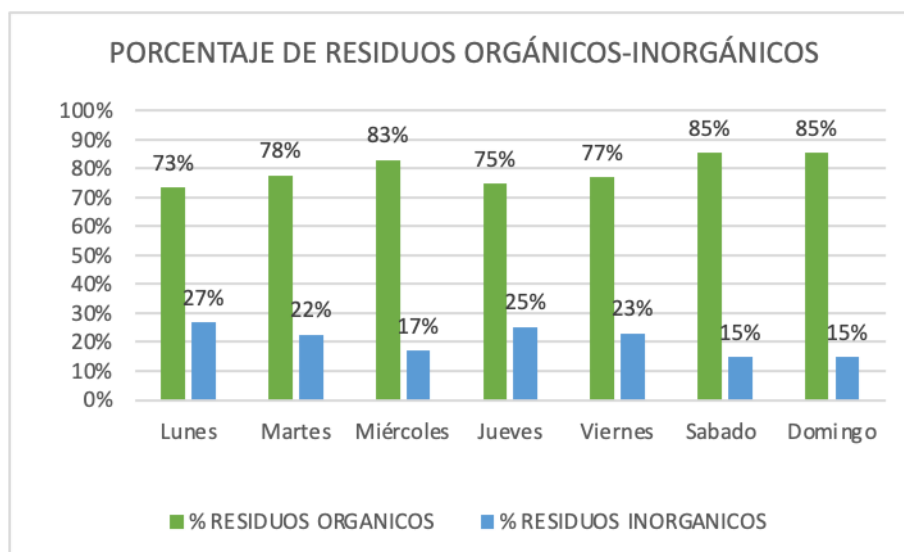


Figura 29. Porcentaje de producción promedio de residuos en el supermercado 1

En la figura 5, Se aprecia la caracterización promedio de los residuos generados durante las dos semanas de análisis. Los cuales demuestran una alta fracción de residuos orgánicos correspondientes al 79%, es decir 111 kg y el 21% con un valor de 30 kg de residuos inorgánicos, del total de residuos caracterizados. Con base a lo anterior es posible identificar que todos los días, la producción de residuos orgánicos es considerablemente superior a la media, destacando la

producción del sábado y del domingo quienes representan los días de mayor generación de residuos a orgánicos, es decir el 85% de la fracción tomada cada día. Cabe destacar que, esta relación es dada de acuerdo con la dinámica de disposición de residuos dispuesta en el lugar, donde se conoce que durante esta jornada su dinámica de recolección solo es enfocada a la limpieza de los cajones de verduras y frutas, debido a la gran afluencia de personas, entendiéndose que esta limpieza y disposición se ha preparado con un día de anterioridad en el sector del almacén, reduciendo la generación de residuos como papel, cartón o plásticos en el sitio.

Por otra parte, en la figura se evidencia que los días de mayor generación de residuos inorgánicos corresponde a los lunes y jueves, la relación evidencia que, para el lunes el 27% corresponde a la fracción total de estos residuos, presentando una similitud con el jueves donde se refleja un porcentaje de 25% de residuos sólidos inorgánicos. En la Tabla 15, se presenta el porcentaje de composición física promedio de los residuos inorgánicos generados durante el tiempo de análisis en el supermercado El Cosechero.

Tabla 15. Porcentaje de composición física promedio de residuos inorgánicos El Cosechero

Días	% promedio de plásticos	% promedio de cartón y papel	% promedio de icopor	% promedio de costales
Lunes	11%	40%	7%	43%
Martes	10%	21%	9%	60%
Miércoles	38%	32%	13%	17%
Jueves	17%	18%	5%	60%
Viernes	23%	37%	4%	36%
Sábado	33%	59%	7%	0%
Domingo	28%	23%	25%	25%

En cuanto a la composición general de los residuos producidos en el Supermercado el Cosechero, se encontró que en su mayoría son residuos orgánicos. Sin embargo, existe una generación de residuos inorgánicos, de acuerdo con la tabla presentada anteriormente, se evidencia que el mayor porcentaje de residuos inorgánicos obedece en su mayoría a tres tipos de fracciones, siendo estas: papel y cartón, costales y plásticos, para el caso de la fracción de papel y cartón, la mayor producción es obtenida durante los días sábado y lunes, representando el 59% y el 40% respectivamente; así mismo, para la fracción de costales, se evidencian dos días de mayor generación, el martes y el jueves, ambos días representan un porcentaje del 60% de este tipo de fracción en relación al total de residuos. Ya para el caso de los plásticos, su mayor generación se da en los miércoles, y sábado, obteniendo un porcentaje de generación del 38% y 33% respectivamente. Además, a partir de la tabla, se puede evidenciar que la fracción de menor generación en el supermercado 1 es el icopor, representando en promedio un 10% de generación del total de la muestra analizada.

En la figura 6, presentada a continuación, se relaciona el porcentaje de cada fracción de residuos sólidos encontrados en el supermercado el Cosechero. A partir de esta podemos evidenciar que más del 70% de estos equivalen a residuos orgánicos y el porcentaje restante equivale a fracciones de plásticos, cartón y papel, costales e icopor.

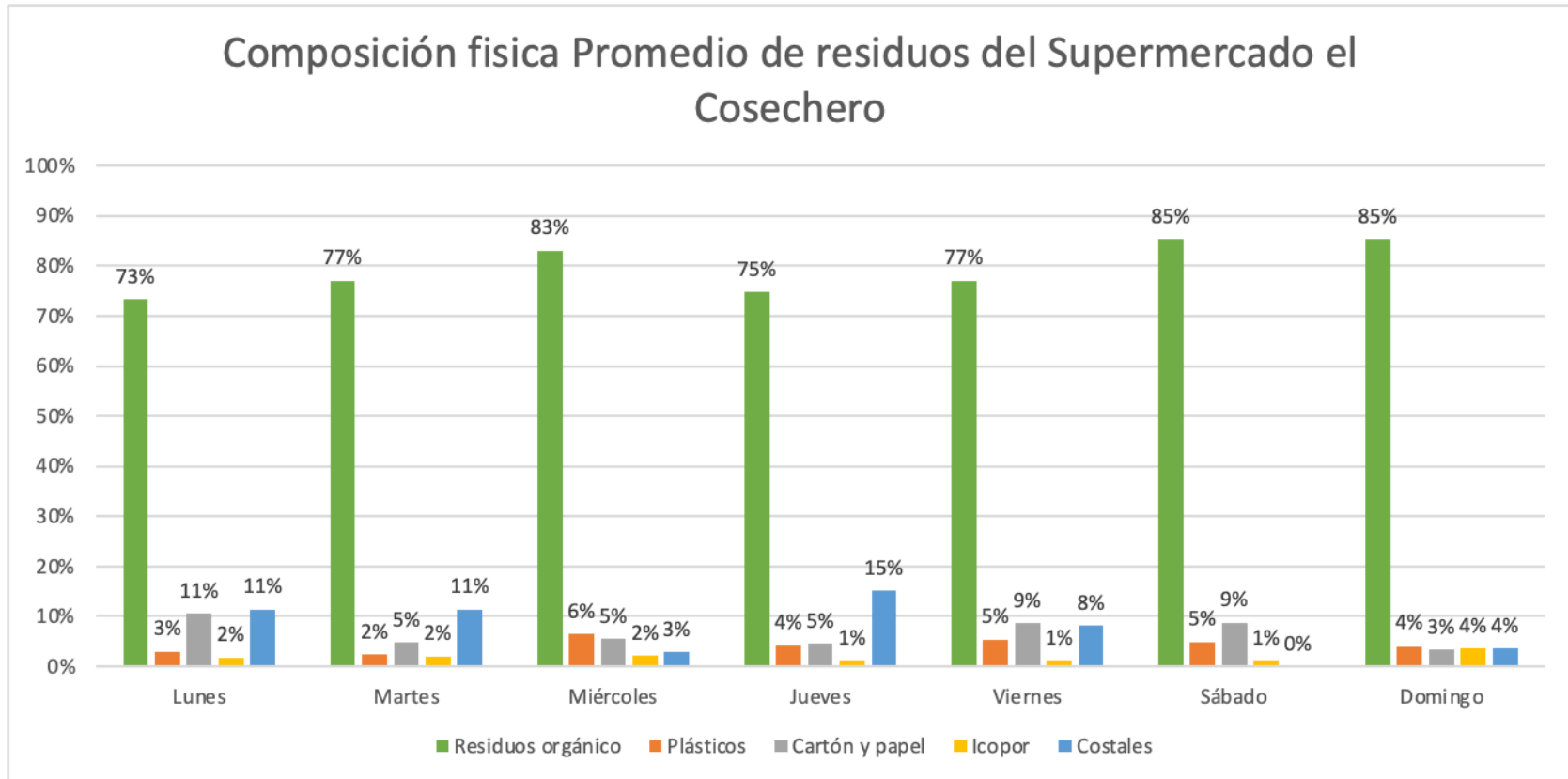


Figura 30. Composición física promedio de los residuos supermercado el Cosechero

4.2.3 Restaurante de la Universidad Francisco de Paula Santander. A continuación, la evidencia del proceso de caracterización restaurante:



Figura 31. Proceso de caracterización restaurante UFPS

En el restaurante de la Universidad Francisco de Paula Santander, la cuantificación de residuos generados por la producción de los almuerzos estudiantiles, evidencia que, durante las dos semanas de análisis de lunes a sábado, se produce en promedio un total de 1.137 kg de residuos sólidos, cuyo contenido es en su mayoría restos de cascaras de papa, plátano, sopa, jugos, restos de comida cocida y ensalada. La composición de estos varía según la programación del menú estudiantil establecido y a la cantidad de generación es equivalente al número de almuerzos preparados, así mismo la densidad promedio de los residuos sin compactar varía de acuerdo a los residuos sólidos orgánicos de la preparación y a los residuos cocidos, con valores de 413 y 765 kg/m³ respectivamente. En el anexo 6, se presenta la cuantificación diaria de residuos en el restaurante de la universidad durante las dos semanas cuantificadas.

De acuerdo con la figura 7 presentada continuación, es posible identificar que los días de mayor generación de residuos refieren a los jueves, miércoles y martes, así mismo, se evidencia que, los días de menor producción refieren al sábado y al viernes.

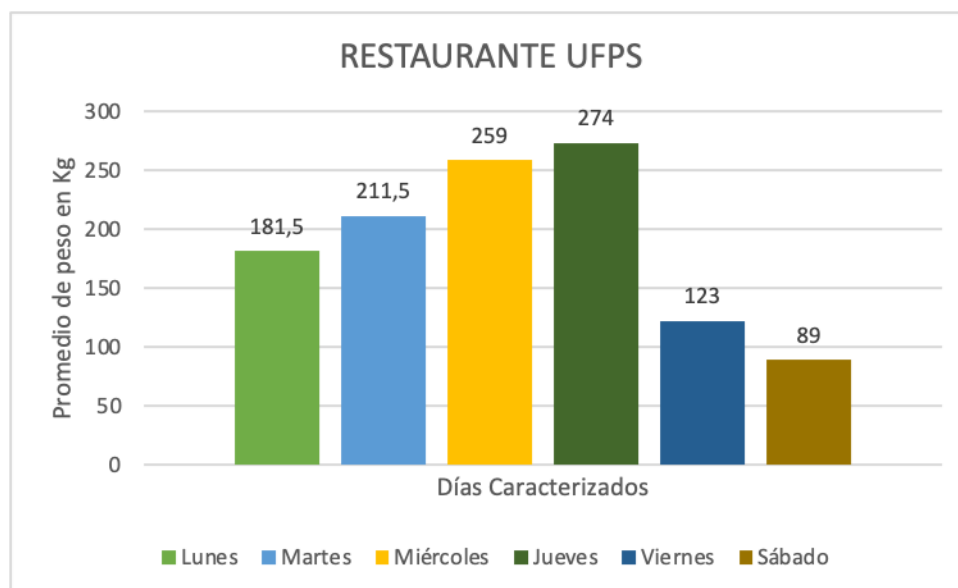


Figura 32. Producción promedio de residuos sólidos (frescos y cocidos) restaurante UFPS

A partir de la figura anterior, Se destaca que, dentro de los días de mayor producción, el jueves con un total de 274 kg, es decir, 24% y el miércoles con 259 kg, representando el 24% del total de residuos semanales. En cuanto a los días de menor producción se destaca el sábado con una producción de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos de 89 kg, es decir el 8% del total semanal caracterizada y el viernes, la generación de residuos equivale a 123 kg, lo cual representa el 11% del total de residuos generados durante la semana.

De acuerdo con la información suministrada por el personal administrativo y operativo del restaurante universitario; se establece que de lunes a viernes se prepara un total de 736 almuerzos, y el día sábado 470 almuerzos, lo que quiere decir que durante las dos semanas caracterizadas se prepararon un total de 8.300 almuerzos (UFPS,2022), de los cuales se generaron un total de 2.273 kg en residuos, obteniendo que, esta cantidad de residuos corresponde a residuos orgánicos cocidos y frescos como cascaras de frutas y verduras, y a un pequeño porcentaje de residuos inorgánicos. Ahora bien, dado que la producción de residuos contiene

diferentes elementos, y solo se cuenta con la referencia de la cantidad de personas que acceden al servicio de restaurante, por ello se establece la relación per cápita de residuos orgánicos para la UFPS. A continuación, en la figura 8, se presenta la producción per cápita durante el periodo de análisis:

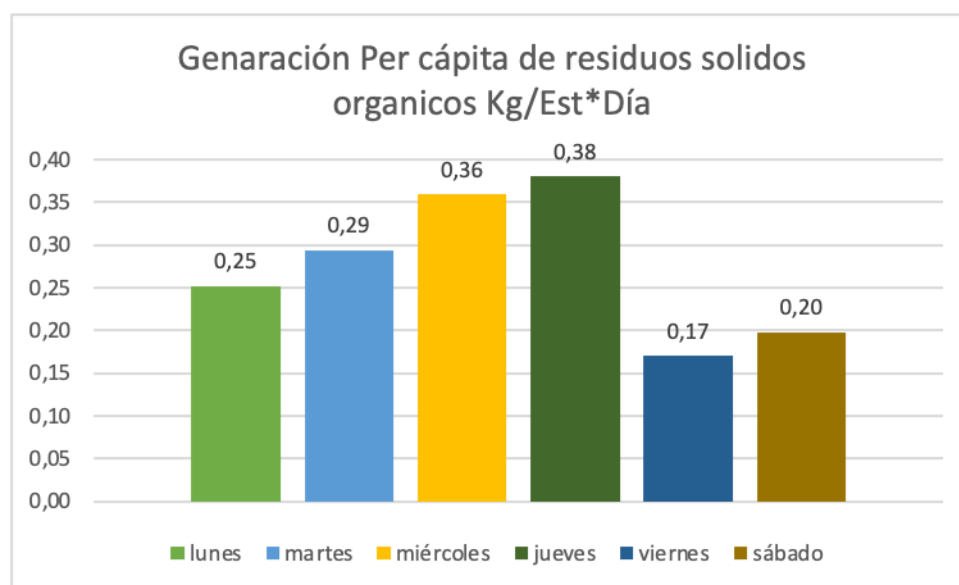


Figura 33. Generación Per cápita de residuos sólidos orgánicos Kg/Hab*Día

Con base en la figura 8, se identifica que el día de mayor generación de residuos sólidos orgánicos por estudiante es el jueves con un valor de 0.38 kg/est.*día, seguido del miércoles con un valor de 0.36 kg/est.*día. Adicionalmente, durante la semana de análisis, el menor día de producción de residuos es el viernes, obteniendo un valor de 0.17 kg/est.*día. Para este tipo de análisis es importante relacionar que la cantidad de almuerzos vendidos durante la jornada estudiantil es de 720, por lo que se evidencia una generación constante de residuos la cual varía en función del tipo de comida o de alimentos preparados.

La caracterización de los residuos realizada para la UFPS consistió en la identificación de los distintos tipos de residuos generados, dada la producción de residuos orgánicos cocidos, el

proceso de pesaje fue realizado en función de dos condiciones, por un lado, se pesaron los residuos sólidos generados, como conchas, residuos inorgánicos y restos de productos. Adicionalmente se realizó el pesaje de residuos cocidos, despreciando el peso de los residuos líquidos, obteniendo tres características distintas durante el pesaje. Para este proceso solo se realizó una caracterización por día debido a la cantidad de residuos sólidos generados. A Continuación, en la figura 9, se presentan los resultados de composición obtenidos. El promedio de generación per cápita de residuos por estudiante equivale a 0.28 kg/día.

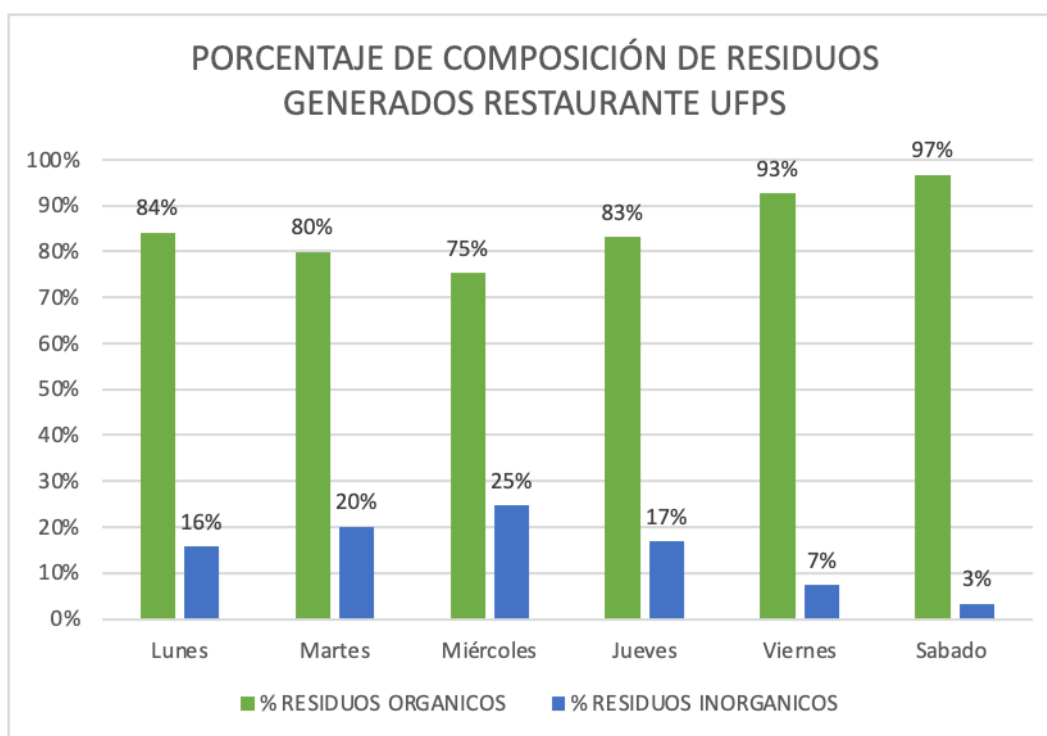


Figura 34. Porcentaje de la composición de los residuos generados UFPS

Como se observa en la figura anterior, la composición de los residuos generados durante el proceso de caracterización corresponde en promedio a un 84 % de residuos orgánicos (residuos de preparación y residuos de alimentos cocidos) y el 16% corresponde a residuos sólidos inorgánicos como plásticos, papel y cartón. Así mismo se evidencia que el día de mayor

generación de residuos sólidos orgánicos corresponde el sábado con un porcentaje del 97%, superando la media promedio de generación. Ahora bien, los días que presentan mayor porcentaje de generación de residuos sólidos inorgánicos corresponden al miércoles y al martes, con valores del 25% y 20 % de la fracción total respectivamente.

Tabla 16. Porcentaje de composición de residuos sólidos generación

Restaurante UFPS			
Días caracterizados	% de residuos sólidos orgánicos cocidos	% de residuos sólidos orgánicos preparación	% de residuos sólidos inorgánicos
Lunes	40%	58%	1%
Martes	47%	51%	2%
Miércoles	46%	52%	3%
Jueves	41%	58%	1%
Viernes	75%	24%	1%
Sábado	45%	52%	3%

Con base en la Tabla 16, es posible identificar que en promedio la generación de residuos sólidos orgánicos de la preparación y residuos orgánicos cocidos corresponden a 49% (cada uno) del total cuantificado, así mismo el porcentaje promedio de residuos sólidos inorgánicos refiere al 2% de la generación total. Demostrando que los residuos generados en la universidad Francisco de Paula Santander son en su mayoría residuos orgánicos.

A continuación, en la Tabla 17, se presenta la cantidad de residuos inorgánicos en las fracciones encontradas durante el proceso.

Tabla 17. Porcentaje de composición física de residuos inorgánicos UFPS

Días	% promedio de plásticos	% promedio de carton y papel
Lunes	30%	70%
Martes	41%	59%
Miércoles	48%	52%
Jueves	63%	37%
Viernes	40%	60%
Sábado	0%	100%

De acuerdo con la tabla anterior, se evidencia que, el mayor porcentaje de residuos obedece en su mayoría a cartón y papel, con un valor promedio del 63% del total de residuos inorgánicos presentes en la muestra, en segundo lugar, se observa a los residuos plásticos cuyo porcentaje promedio es de 37%. Adicionalmente, se identifica que los jueves, la cantidad de residuos inorgánicos, son en su mayoría plástico, presentando porcentajes de 63%. Para el caso de la fracción de cartón y papel, se evidencia el sábado, lunes y viernes, son los días con mayor generación de estos residuos, reflejando porcentajes de 100%, 70% y 60% respectivamente, del total de la muestra.

Finalmente, los resultados obtenidos durante la caracterización de los residuos generados en el restaurante de la universidad demuestran una alta generación de residuos orgánicos y una baja generación de residuos inorgánicos. Para este caso el análisis final, permite comprender la composición del total de las diferentes fracciones de residuos dentro de la muestra, reconociendo que todos los días son de mayor generación de residuos aprovechables para el proceso de compostaje.

En la figura 10, presentada a continuación, es posible evidenciar el porcentaje de las fracciones encontradas en la muestra.

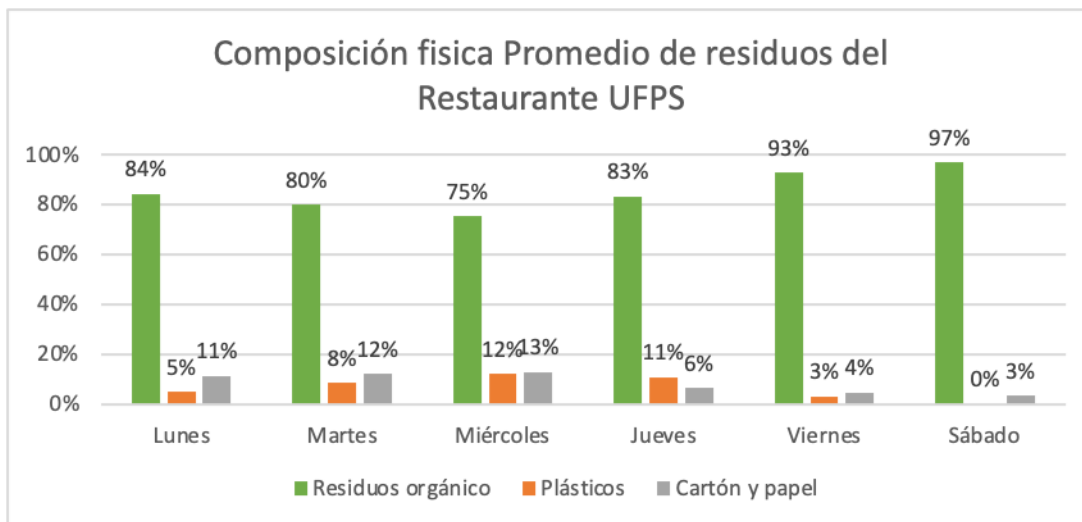


Figura 35. omposición física promedio de los residuos del restaurante de la UFPS

4.2.4 Asociación de vendedores de Mercado Libre. A continuación, la evidencia del proceso de caracterización de asociación de vendedores de mercado libre:



Figura 36. Proceso de caracterización asociación de vendedores de mercado libre

A partir de los resultados obtenidos para los mercados campesinos durante el proceso de cuantificación en campo, se evidencia que, durante la semana de análisis, en promedio se produce

un total de 2.488 kg de residuos sólidos, cuyo contenido es en su mayoría restos de verduras y frutas. En el anexo 4, se presenta la cuantificación de los residuos generados en la Asociación durante las dos semanas de cuantificación en cada uno de los barrios en los cuales venden sus productos.

En la figura 11 presentada a continuación, se refleja la cantidad de residuos generados en promedio para cada día cuantificado:

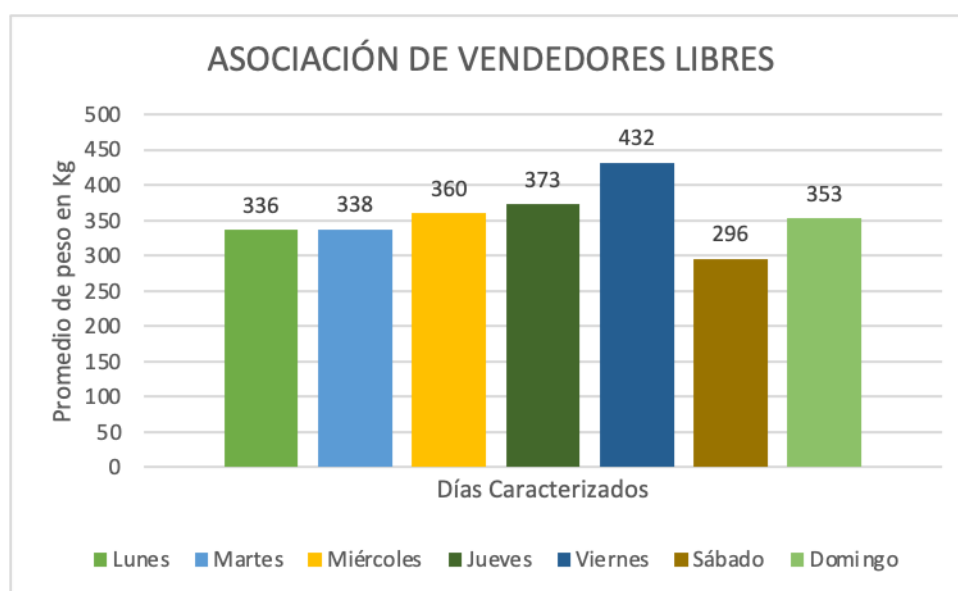


Figura 37. Cuantificación promedio de residuos sólidos asociación de mercados libres

A partir de la figura anterior, se puede identificar que los días de mayor generación de residuos corresponden al viernes y al jueves. El viernes tuvo una producción de 432 kg es decir el 17% del total de los residuos cuantificados, y el jueves equivale a 373 kg de residuos, representando el 15% de generación. Por otra parte, el día de menor producción de residuos fue el sábado con una generación de 296 kg con un porcentaje del 12%; así mismo para los demás días, el porcentaje de generación de residuos es similar reflejando el 14% en los lunes, martes, miércoles y domingo.

Ahora bien, el método de separación por cuarteos se utilizó para identificar la cantidad de residuos inorgánicos arrojados durante los días de caracterización. Dado que es un mercado ambulante se encontró que la cantidad de residuos arrojados al piso era considerable, y que la mayor parte de ellos venían mezclados de residuos tanto orgánicos como inorgánicos. Una vez se realizó el método de cuarteo se procedió a separar los componentes en fracciones de residuos orgánicos e inorgánicos, los cuales en la figura 12, se relaciona el porcentaje de estos residuos.

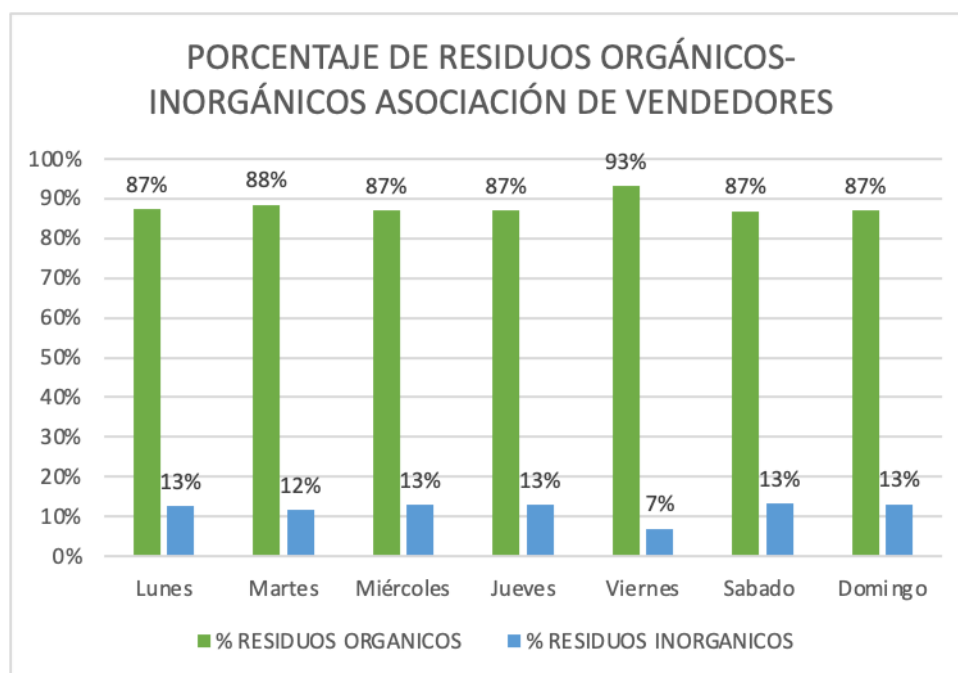


Figura 38. Porcentaje Total de Residuos orgánicos e inorgánicos Asociación de Vendedores Mercado Libre

En la figura anterior, se evidencia que la generación de residuos orgánicos equivale al 88% del total de los residuos mientras que el 12% corresponde a residuos inorgánicos. Así mismo se evidencia que el día de mayor generación de residuos orgánicos en relación con los inorgánicos y superando la media de generación corresponde al viernes con un total de 93% de residuos orgánicos y solo 7% de inorgánicos.

Ahora bien, en la Tabla 18, se presentan los porcentajes totales de las fracciones de residuos inorgánicos encontrados en el proceso de caracterización.

Tabla 18. Composición física de los residuos inorgánicos Asociación de Vendedores

Mercado Libre

Días	% promedio de plásticos	% promedio de cartón y papel
Lunes	67%	33%
Martes	69%	31%
Miércoles	63%	37%
Jueves	65%	35%
Viernes	64%	36%
Sábado	46%	54%
Domingo	40%	60%

De acuerdo con la tabla anterior, se puede concluir que los tipos de residuos inorgánicos generados corresponden a plásticos, papel y cartón, lo que quiere deducir que el 100 % de residuos sólidos generados en la asociación de mercados campesinos es aprovechable.

Adicionalmente, se observa que durante la mayoría de los días se generan residuos plásticos en gran proporción, como por ejemplo para el caso del martes y el lunes donde el porcentaje equivale al 69% y al 67% del total de la muestra de residuos inorgánicos.

En la figura 13, se relaciona la composición física promedio de los residuos generados por la asociación de vendedores de mercado libre.

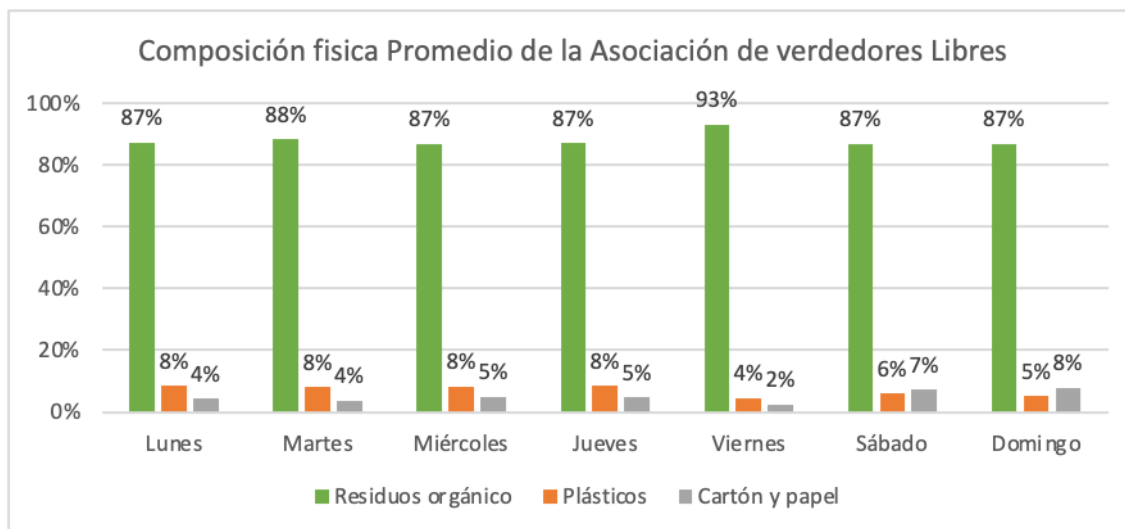


Figura 39. Composición física promedio de la Asociación de Vendedores de Mercado Libre

4.2.5 Supermercado La Canasta. El proceso de caracterización supermercado la Canasta se visualiza a continuación:



Figura 40. Proceso de caracterización supermercado la Canasta

A partir de la cuantificación y caracterización de los residuos, se puede comprender que durante los días cuantificados se generó en promedio 219 kg de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos. En el anexo 5, se presenta la cuantificación realizada diariamente en el

supermercado la Canasta durante las dos semanas de estudio.

En la figura 14, se muestra la cantidad promedio de residuos generados durante las dos semanas cuantificadas. Cabe resaltar que la cantidad de residuos generados corresponden en su totalidad a residuos orgánicos.

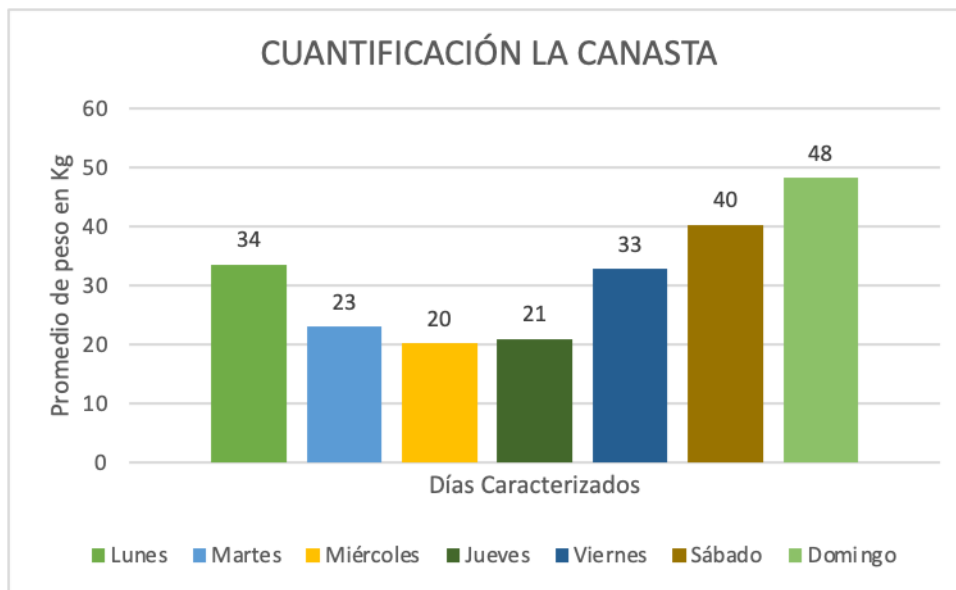


Figura 41. Cuantificación de residuos sólidos supermercado La Canasta

De acuerdo con la figura anterior se puede concluir que en promedio la producción de residuos orgánicos no es mayor a 50 kg diarios, sin embargo y de acuerdo con el decreto 345 del 2020 describe a los grandes generadores o productores como: usuarios no residenciales que generan y presentan para la recolección de residuos sólidos en volumen superior a un metro cubico mensual.

Con base en la figura 14, se evidencia que los días de mayor generación corresponden al domingo y sábado, con un total de 48 kg, es decir el 22% y 40 kg, representando el 18% del total cuantificado respectivamente. Así mismo se evidencia que el miércoles y jueves son los menores

generadores con un total de 21 kg (10% del total semanal) y 20 kg (9% del total semanal) respectivamente.

4.2.6 Agroindustria Fruttec. A continuación, el proceso de caracterización agroindustria Fruttec:



Figura 42. Proceso de caracterización agroindustria Fruttec

El análisis realizado a los residuos generados en la agroindustria Fruttec y de acuerdo con las caracterizaciones realizadas en campo, es posible identificar la dinámica de producción diaria de residuos orgánicos por parte de la empresa. De acuerdo con los datos obtenidos es posible inferir que durante la semana se generar alrededor de 1464 kg semanalmente de residuos orgánicos. En la figura 15, se identifica que los días de mayor generación de residuos sólidos orgánicos son el jueves y el martes, con valores de 436 kg y 320 kg respectivamente, por otra parte, el día de menor generación es el sábado con un valor de 204 kg de residuos sólidos orgánicos. Así mismo se identifica que los lunes no se realiza transformación de frutas.

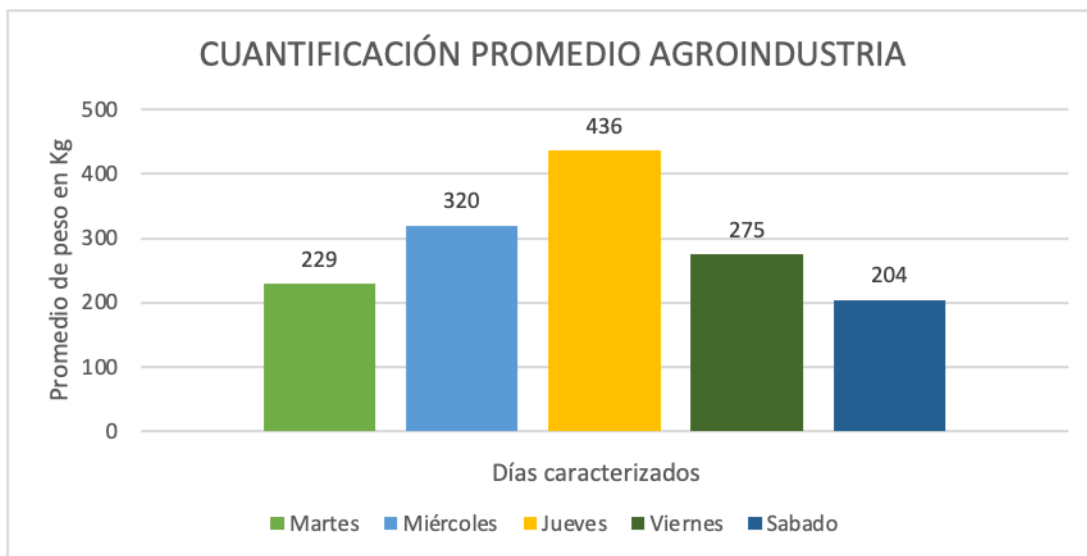


Figura 43. Cuantificación promedio de la agroindustria de frutas

De acuerdo con registros presentados por la empresa, se cuenta con una tendencia de producción para tres meses, relacionando la fluctuación de generación de residuos de estos meses, entendiendo que su variación depende de la demanda del mercado, generando alrededor de 8.784 kg de residuos orgánicos, cuyo contenido son cascaras y semillas de frutas entre las cuales se encuentran maracuyá, fresa, mora, lulo, guanábana, mango, entre otros. Además, se relaciona que, durante el periodo de análisis, se realizaron compras de aproximadamente 33.634 kg de frutas (Fruttec, 2022). Generando una producción de residuos en promedio un 24% del total de frutas compradas para suplir la necesidad de materias primas de la empresa. A continuación, se presenta la cantidad de productos comprados por la empresa, la cantidad de residuos generados y su relación porcentual durante el periodo de análisis.

Tabla 19. Generación de Residuos orgánicos por kilogramo de frutas procesada

Meses cuantificados 2022	Peso total recepción materia prima KG	Peso total residuos orgánicos Kg	% de generación de residuos
Enero	10774	3368	31%
Febrero	6540	681	10%
Marzo	16319	4735	29%
TOTAL	33634	8784	24%

Con base en los resultados presentados anteriormente, es posible identificar dos escenarios de producción de residuos: en primera medida se podría relacionar que, durante los meses de mayor abastecimiento, es decir, enero y marzo, la producción de residuos orgánicos es mayor a la media total del trimestre, obteniendo el 31% y 29% de residuos generados en función de la cantidad de materia prima comprada.

Para el caso del segundo escenario, la relación de compra y de generación de residuos demuestra un porcentaje inferior a la media, esto quiere decir, que durante el mes de menor compra de productos de materia prima se genera la menor cantidad de residuos, presentando datos de tan solo 10% como es el caso de febrero donde tan solo se compran 6.540kg y se generan 681kg de residuos. A su vez, a partir de la tabla, se puede identificar que por cada tonelada de productos, se generan 261 kilogramos de residuos.

4.2.7 Residuos de podas. En la siguiente figura se observa el proceso de caracterización residuos de podas:



Figura 44. Proceso de caracterización residuos de podas

Los resultados obtenidos según los datos de Centrales eléctricas de Norte de Santander, en relación con las podas durante el proceso de cuantificación en campo, es decir, validación de los residuos generados durante las jornadas de limpieza y mantenimiento de redes eléctricas en los sectores de la ciudad, evidencia que, durante los 14 días de análisis, se produce un total de 58.951 kg de residuos semanales, cuyo contenido es en su mayoría restos de hojas verdes y algunas secas y troncos.

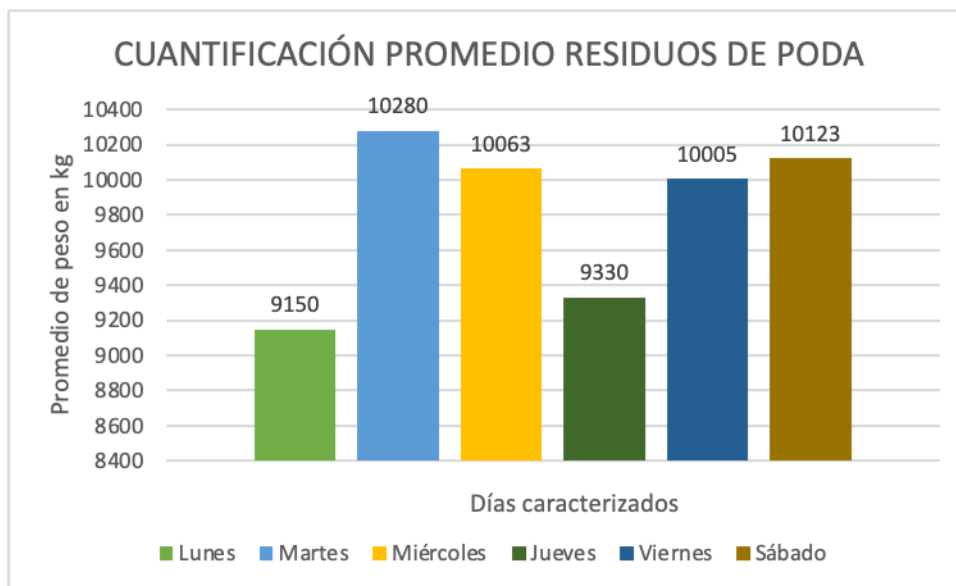


Figura 45. Cuantificación promedio de residuos sólidos orgánicos podas (CENS)

De acuerdo con la figura presentada anteriormente, se evidencia, que los días de mayor generación de residuos son los martes, sábados y miércoles, alcanzando valores de aproximadamente 10.280 kg, 10.123 kg y 10.063 kg por día respectivamente, esta relación varía de acuerdo con las zonas establecidas para las podas y con base en el proceso de limpieza y mantenimiento de redes locales. Los residuos generados de podas presentan una alta eficiencia en el proceso de conservación, por lo que su utilización deberá ser considerada de manera práctica y técnica como estrategia complementaria al proceso de abono generado en la planta.

A continuación, en la figura 17 se presenta la totalización de generación de residuos sólidos producidos por los grandes generadores de la ciudad. Cabe resaltar, que el valor diario presentado relaciona el total de establecimientos seleccionados como grandes generadores.

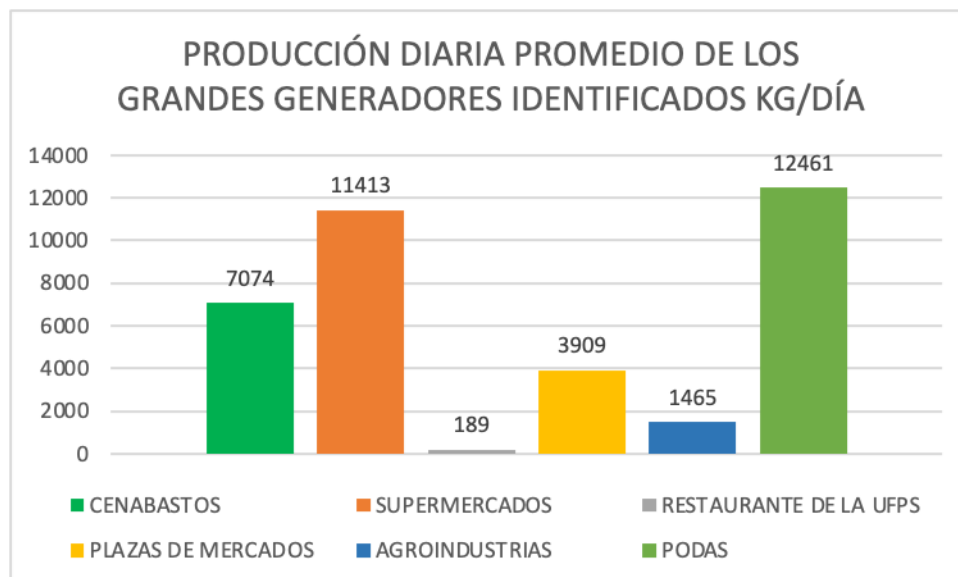


Figura 46. Totalización de generación diaria de residuos sólidos

A partir de la figura, se evidencia que los mayores generadores de residuos sólidos corresponden a los residuos de podas y los supermercados (el valor presentado incluye los 63 supermercados identificados, ver Tabla 8) con valores de 12.461 kg y 11.413 kg respectivamente, representando el 34% y el 31% del total de residuos generados durante un día. Por otra parte, se evidencia que los menores generadores de residuos sólidos diarios corresponden al restaurante de la universidad Francisco de Paula Santander con un valor de 189 kg equivaliendo al 1% del total de generación diario. Por otra parte, se evidencia que los residuos sólidos generados en Cenabastos diariamente, equivale en promedio a 7.074 kg, representando el 19% del total de generación, así mismo las plazas de mercado identificadas (11 plazas de mercado, excluyendo Cenabastos, ver Tabla 9) generan diariamente en promedio 3.909 Kg de residuos orgánicos (11% del valor total de generación), ya para el caso de las agroindustrias (5 agroindustrias identificadas, ver Tabla 10), diariamente se generan en promedio 1.465 kg de residuos sólidos orgánicos, equivaliendo al 4% del valor total de generación de residuos.

La dinámica de producción de los grandes generadores permite resaltar tres posibles proveedores puntuales, los cuales refieren a los residuos de podas, Cenabastos, y los supermercados, resaltando que los residuos de podas son utilizados como material estructurante dentro de la formula establecida, donde se estima el porcentaje de utilización en la mezcla.

4.2.8 Densidad de residuos sólidos orgánicos. En la grafica presentada a continuación, se observa la densidad de los residuos sólidos orgánicos sin compactar de Cenabastos y los residuos cocidos y de la preparación de almuerzos en la Universidad Francisco de Paula, se evidencia que los residuos cocidos poseen una densidad mayor con un valor de 765 kg/ m^3 , debido a que el peso especifico de estos residuos es mayor en comparación a residuos de preparación de los alimento o a los residuos de Cenabastos, los cuales tienen una densidad promedio de 413 kg/ m^3 y 259 kg/ m^3 respectivamente.

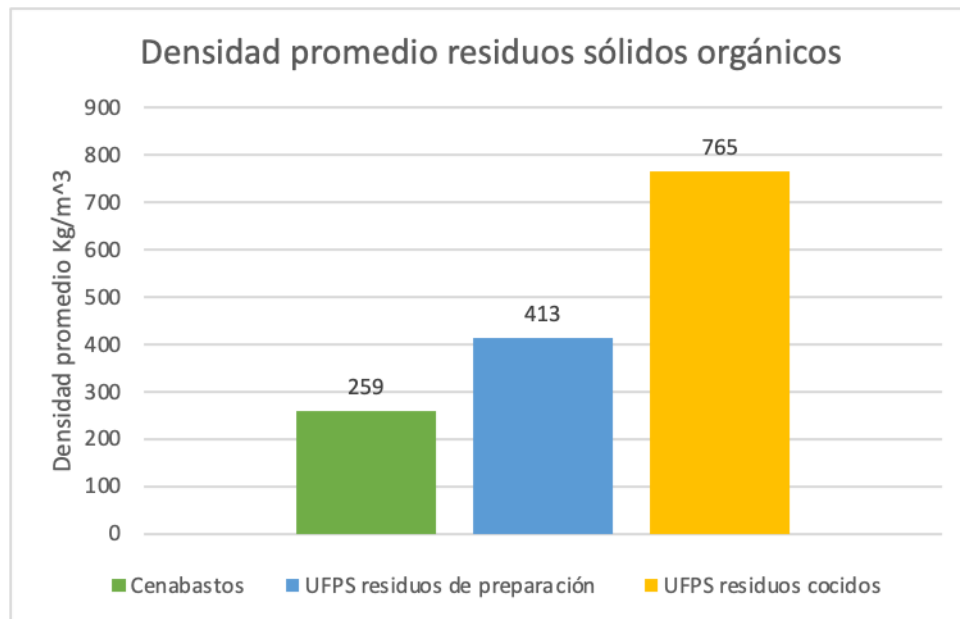


Figura 47. Densidad de residuos sólidos orgánicos sin compactar

4.2.9 Caracterización fisicoquímica y microbiológica de residuos sólidos orgánicos

4.2.9.1 Resultados de análisis fisicoquímico. A continuación, se presentan los resultados de análisis fisicoquímico:

Cenabastos. En la Tabla 20, se presentan el resultado de los análisis fisicoquímicos realizados a la muestra de residuos sólidos orgánicos de la central de Abastos.

Tabla 20. Resultado de los análisis fisicoquímicos realizados a la muestra Cenabastos

Cenabastos		
Variable	Método	Resultados
Carbono orgánico total	NTC 5403 Walkey & black	37,50 %
Humedad	ISO 11465:2011	83,44 %
Materia orgánica	Walkey & black	64,65 %
Nitrógeno total	NTC 5889	1,83 %
pH	NTC 5264	4,32
Relación C/N	Cálculo	20,49

Fuente: Lb. Siama SAS, 2022.

Con base en los resultados obtenidos, se evidencia que el residuo sólido orgánico posee un porcentaje de humedad alto, 83,44%, sobrepasando la humedad óptima para los procesos de compostaje, la cual debe estar entre 40% y 60%. Para el caso del pH, el valor obtenido evidencia que los residuos orgánicos poseen un pH ácido, lo cual podría afectar el proceso de compostaje si este no es controlado; si el valor de pH se encuentra muy lejano a 7 (pH neutro), el proceso se detenga o se relentice notablemente.

Por otra parte, la relación C/N de la muestra se encuentra baja de acuerdo a las condiciones iniciales ideales, se recomienda mezclarlo con otros materiales ricos en carbono, siendo la relación óptima 25/1 a 35/1.

El porcentaje de materia orgánica en base seca de la muestra se encuentra entre los parámetros óptimos para el proceso, (50% a 70%), con un valor de 54,56%. Así mismo, el valor de nitrógeno total se encuentra más bajo al rango ideal para el proceso de compostaje (2,5 - 3%), con un valor de 1,83%.

Supermercado el Cosechero. A continuación, en la Tabla 21, se presentan el resultado de los análisis fisicoquímicos realizados a la muestra de residuos sólidos orgánicos del supermercado el Cosechero.

Tabla 21. Resultado de los análisis fisicoquímicos realizados a la muestra Cosechero

El Cosechero		
Variable	Método	Resultados
Carbono orgánico total	NTC 5403 Walkey & black	33,24 %
Humedad	ISO 11465:2011	81,15 %
Materia orgánica	Walkey & black	57,30 %
Nitrógeno total	NTC 5889	2,03 %
pH	NTC 5264	8,45
Relación C/N	Cálculo	16,37

Fuente: Lb. Siama SAS, 2022.

A partir de los resultados obtenidos, se evidencia que el residuo sólido orgánico posee un porcentaje de humedad alto, 81,15%, sobrepasando la humedad óptima para los procesos de compostaje, la cual debe estar entre 40% y 60%. Para el caso del pH, el valor obtenido evidencia que los residuos orgánicos poseen un pH alcalino, con un valor de 8,45, lo cual podría afectar el proceso de compostaje si este no es controlado; si el valor de pH se encuentra muy lejano a 7 (pH neutro), el proceso se detenga o se disminuya notablemente la velocidad del proceso.

Por otra parte, la relación C/N de la muestra se encuentra baja de acuerdo a las condiciones iniciales ideales, se recomienda mezclarlo con otros materiales ricos en carbono, siendo la relación óptima 25/1 a 35/1.

El porcentaje de materia orgánica en base seca de la muestra se encuentra entre los parámetros óptimos para el proceso, (50% a 70%), con un valor de 57,30%. Así mismo, el valor de nitrógeno total se encuentra con un valor de 2,03%.

Restaurante UFPS. A continuación, en la Tabla 22 se presentan el resultado de los análisis fisicoquímicos realizados a la muestra de residuos sólidos orgánicos cocidos del restaurante de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Tabla 22. Resultado de los análisis fisicoquímicos realizados a la muestra UFPS

Restaurante UFPS		
Variable	Método	Resultados
Carbono orgánico total	NTC 5403 Walkey & black	46,05 %
Humedad	ISO 11465:2011	76,90 %
Materia orgánica	Walkey & black	79,39 %
Nitrógeno total	NTC 5889	1,40 %
pH	NTC 5264	6,59
Relación C/N	Cálculo	32,89

Fuente: Lb. Siana SAS, 2022.

A partir de los resultados obtenidos de los residuos cocidos del restaurante de la UFPS, se puede evidenciar que, la relación C/N de la muestra se encuentra superior que las condiciones óptimas para el proceso de compostaje 32.89, evidenciando un exceso de carbono, ocasionando que la descomposición sea más lenta. Por otra parte, este residuo posee un porcentaje de humedad alto, 76,39%, sobrepasando la humedad óptima para los procesos de compostaje, la cual debe

estar entre 40% y 60%.

Para el caso del pH, el valor obtenido es de 6,59, encontrándose en el rango ideal para el inicio del proceso de compostaje.

El porcentaje de materia orgánica en base seca de la muestra se encuentra superior a los parámetros óptimos para el proceso, (50% a 70%), con un valor de 79,39 %. Así mismo, el valor de nitrógeno total se encuentra más bajo al rango ideal para el proceso de compostaje (2,5 - 3%), con un valor de 1,40%.

Agroindustria Fruttec. A continuación, en la Tabla 23, se presentan el resultado de los análisis fisicoquímicos realizados a la muestra de residuos sólidos orgánicos de la Agroindustria Fruttec.

Tabla 23. Resultado de los análisis fisicoquímicos realizados a la muestra de Fruttec

Agroindustria Fruttec		
Variable	Método	Resultados
Carbono orgánico total	NTC 5403 Walkey & black	42,24 %
Humedad	ISO 11465:2011	84,12 %
Materia orgánica	Walkey & black	72,83 %
Nitrógeno total	NTC 5889:2011	1,14 %
Relación C/N	Cálculo	37,1

Fuente: Lb. Siama SAS, 2022.

A partir de los resultados obtenidos de los residuos orgánicos de la Agroindustria Fruttec, se puede evidenciar que, la relación C/N de la muestra se encuentra superior que las condiciones óptimas para el proceso de compostaje 37,1, evidenciando un exceso de carbono, ocasionando que la descomposición sea más lenta. Por otra parte, este residuo posee un porcentaje de humedad

alto, 84,12 %, sobrepasando la humedad óptima para los procesos de compostaje, la cual debe estar entre 40% y 60%.

El porcentaje de materia orgánica en base seca de la muestra se encuentra superior a los parámetros óptimos para el proceso, (50% a 70%), con un valor de 72,83 %. Así mismo, el valor de nitrógeno total se encuentra más bajo al rango ideal para el proceso de compostaje (2,5 - 3%), con un valor de 1,14%.

Residuos de Podas. A continuación, en la Tabla 24, se presentan el resultado de los análisis fisicoquímicos realizados a la muestra de residuos sólidos orgánicos de las podas realizadas por centrales eléctricas.

Tabla 24. Resultado de los análisis fisicoquímicos realizados a la muestra de Podas

Residuos de Podas		
Variable	Método	Resultados
Carbono orgánico total	NTC 5403 Walkey & black	45,05 %
Humedad	ISO 11465:2011	59,28 %
Materia orgánica	Walkey & black	77,66 %
Nitrógeno total	NTC 5889:2011	0,98 %
Relación C/N	Cálculo	45,97

Fuente: Lb. Siama SAS, 2022.

A partir de los resultados obtenidos de los residuos orgánicos de las podas, se puede evidenciar que, la relación C/N de la muestra se encuentra superior que las condiciones óptimas para el proceso de compostaje 45,97, evidenciando un exceso de carbono, ocasionando que la descomposición sea más lenta. Por otra parte, este residuo posee un porcentaje de humedad alto, 59,28 %, encontrándose en la humedad óptima para los procesos de compostaje.

El porcentaje de materia orgánica en base seca de la muestra se encuentra superior a los parámetros óptimos para el proceso, (50% a 70%), con un valor de 77,66 %. Así mismo, el valor de nitrógeno total se encuentra más bajo al rango ideal para el proceso de compostaje (2,5 - 3%), con un valor de 0.98 %.

4.2.9.2 Resultados de análisis microbiológicos. A continuación se presentan los resultados de los análisis microbiológicos:

Cenabastos. En la Tabla 25, se presentan el resultado de los análisis Microbiológicos realizados a la muestra de residuos sólidos orgánicos de la central de Abastos.

Tabla 25. Resultado de los análisis microbiológicos realizados a la muestra Cenabastos

Cenabastos		
Variable	Método	Resultados
Recuento de aerobios mesófilos	NTC 4519	59 x 10 ² UFC/g
Coliformes Termotolerantes (coliformes fecales)	SM 9222 D Modif.	48 x 10 ² UFC/g (base seca)
Escherichia coli	SM 9222 J Modif.	66 x 10 UFC/g (base seca)
Salmonella spp	ISO 6579	Ausencia

Fuente: Lb. Siama SAS, 2022.

Con base en los resultados obtenidos y de acuerdo a la NTC 5167/2004, se evidencia que la muestra supera el límite de tolerancia de coliformes termo tolerantes, (<1000 ufc/g), con un valor de 4800 ufc/g, así mismo se evidencia la ausencia de Salmonella Spp en la muestra.

Supermercado El Cosechero. A partir de los resultados obtenidos y de acuerdo con la NTC 5167/2004, se evidencia que la muestra se encuentra en el límite de tolerancia de coliformes termotolerantes, (<1000 ufc/g), con un total de 1000 ufc/g., los resultados manifiestan la ausencia de Salmonella Spp en la muestra.

Tabla 26. Resultado de los análisis microbiológicos realizados a la muestra Cosechero

Supermercado El Cosechero		
Variable	Método	Resultados
Recuento de aerobios mesófilos	NTC 4519	75 x 10 ² UFC/g
Coliformes Termotolerantes (coliformes fecales)	SM 9222 D Modif.	10 x 10 ² UFC/g (base seca)
Escherichia coli	SM 9222 J Modif.	79 x 10 UFC/g (base seca)
Salmonella spp	ISO 6579	Ausencia

Fuente: Lb. Siama SAS, 2022.

Restaurante UFPS. A continuación, en la Tabla 27, se presentan el resultado de los análisis microbiológicos realizados a la muestra de residuos sólidos orgánicos cocidos del restaurante de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Tabla 27. Resultado de los análisis microbiológicos realizados a la muestra UFPS

Restaurante UFPS		
Variable	Método	Resultados
Recuento de aerobios mesófilos	NTC 4519	56 x 10 ² UFC/g
Coliformes Termotolerantes (coliformes fecales)	SM 9222 D Modif.	46 x 10 ² UFC/g (base seca)
Escherichia coli	SM 9222 J Modif.	50 x 10 UFC/g (base seca)
Salmonella spp	ISO 6579	Ausencia

Fuente: Lb. Siama SAS, 2022.

Con base en los resultados obtenidos y de acuerdo con la NTC 5167/2004, se evidencia que la muestra supera el límite de tolerancia de coliformes termotolerantes, (<1000 ufc/g), con un valor de 4600 ufc/g. Así mismo se evidencia la ausencia de Salmonella Spp en la muestra.

Agroindustria Fruttec. A continuación, en la tabla 28, se presentan el resultado de los análisis microbiológicos realizados a la muestra de residuos sólidos orgánicos de la agroindustria

Fruttec.

Tabla 28. Resultado de los análisis microbiológicos realizados a la muestra de Fruttec

Agroindustria Fruttec		
Variable	Método	Resultados
Recuento de aerobios mesófilos	NTC 4519	80 x 10 UFC/g
Coliformes Termotolerantes (coliformes fecales)	SM 9222 D Modif.	30 x 10 UFC/g (base seca)
Escherichia coli	SM 9222 J Modif.	80 UFC/g (base seca)
Salmonella spp	ISO 6579 Modif.	Ausencia

Fuente: Lb. Siama SAS, 2022.

Con base en los resultados obtenidos y de acuerdo con la NTC 5167/2004, se evidencia que la muestra se encuentra dentro del límite de tolerancia de coliformes termotolerantes, (<1000 ufc/g), con un valor de 300 ufc/g. Así mismo se evidencia la ausencia de Salmonella Spp en la muestra.

Residuos de Podas. A partir de los resultados obtenidos y de acuerdo con la NTC 5167/2004, se evidencia que la muestra supera en el límite de tolerancia de coliformes termotolerantes, (<1000 ufc/g), con un total de 10.000 ufc/g., los resultados manifiestan la ausencia de Salmonella Spp en la muestra.

Tabla 29. Resultado de los análisis microbiológicos realizados a la muestra de Podas

Supermercado el Cosechero		
Variable	Método	Resultados
Recuento de aerobios mesófilos	NTC 4519	28 x 10 ⁴ UFC/g
Coliformes Termotolerantes (coliformes fecales)	SM 9222 D Modif.	10 x 10 ³ UFC/g (base seca)
Escherichia coli	SM 9222 J Modif.	25 x 10 ² UFC/g (base seca)
Salmonella spp	ISO 6579 Modif.	Ausencia

Fuente: Lb. Siama SAS, 2022.

4.2.10 Discusión de resultados. De acuerdo con los resultados encontrados durante la implementación del proyecto se corrobora que más del 80% de residuos que generan los grandes productores de residuos sólidos orgánicos de la ciudad de Cúcuta se pueden aprovechar. Teniendo en cuenta los 7 establecimientos caracterizados: Cenabastos, El Cosechero, Comedero estudiantil UFPS, La Canasta, Asociación de Vendedores de Mercado Libre, Fruttec y Residuos de poda suministrados por Centrales Eléctrica.

El porcentaje de residuos sólidos orgánicos obtenido durante el estudio, es corroborado en diferentes documentos como la “Guía para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos (2020)” (obtuvieron que el 67 % de residuos sólidos generados en Bogotá obedecen a residuos orgánicos) y el documento de la Superintendencia de servicios públicos domiciliarios (2021), en el cual se expresa que hasta el 70% de los residuos sólidos del país son residuos orgánicos que pueden convertir en compostaje.

El método utilizado en cada uno de los lugares seleccionados fue el método del Cuarteo, el cual tiene como objetivo obtener una muestra con porciones representativas de tamaño adecuado para efectuar las pruebas de laboratorio que requieran. Dichas muestras fueron trasladadas al laboratorio SIAMA S.A.S en la ciudad de Bucaramanga. El método de cuarteo ya ha sido utilizado en diferentes procesos de caracterización de residuos sólidos, uno de ellos fue el estudio realizado en Bogotá, titulado “Aprovechamiento de los residuos generados en la plaza de mercado de Corabastos para la elaboración de productos de valor agregado: contexto actual, perspectiva y posibles soluciones”, donde los autores evidencian la efectividad de este método al ser aplicado en procesos de caracterización de residuos sólidos.

En los lugares caracterizados se evaluó: materia orgánica, humedad, pH, carbono oxidable total, relación carbono/nitrógeno, nitrógeno total, nitrógeno orgánico, mesófilos, termófilos, salmonella, Escherichia Coli. Los cuales los resultaron arrojaron resultados favorables en sus condiciones fisicoquímicas y microbiológicas, permitiendo que los residuos generados puedan ser aprovechados como materia prima para diferentes procesos o transformaciones. A su vez, los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos y microbiológicos han sido corroborados o validados por estudios como el “Informe de la caracterización de residuos sólidos generados en el sector residencial del área urbana y rural del Municipio de Medellín y sus cinco corregimientos”, estudio realizado por el consorcio de residuos sólidos de Medellín, en el cual se obtuvieron características similares en los análisis, ya las diferencias presentadas son debido a las características climáticas y formas de cultivos de los productos en cada uno de los municipio.

De igual forma se plantearon diferentes alternativas para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, las cuales constan de: aprovechamiento mediante el compost, lombricultura y la producción de biogás. Estos métodos no solo favorecen la utilización de los residuos sólidos orgánicos para impedir que lleguen juntos a los rellenos sanitarios, sino que se les da una segunda vida útil, ya sea para enriquecer los suelos con su aplicación, como fuente de proteína animal y de equilibrio ecológico o aprovechando esos residuos sólidos orgánicos para disminuir la dependencia de otras fuentes de energía.

Las alternativas propuestas para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados ya han sido evaluadas y validadas en otros estudios, como es el caso del Proyecto LIC2-120 FPA: “Implementación del sistema de manejo integral de residuos sólidos urbanos en el distrito de Las Lomas”, donde el autor a partir de la caracterización realizada a los residuos generados en el municipio, propuso la elaboración de Humos y compost para dar valor agregado

a estos residuos y disminuir la contaminación generada por estos. Además, los resultados de este estudio también validan el porcentaje de generación de residuos sólidos orgánicos en mercados (en su estudio obtuvieron que más del 70% de los residuos sólidos generados son residuos orgánicos aprovechables), obtenido durante el proceso de caracterización a dos de los 63 supermercados identificados como grandes generadores.

4.3 Propuesta para el Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos de los Grandes Generadores

El propósito del proyecto fue evaluar y caracterizar grandes generadores de residuos sólidos orgánicos de la ciudad de Cúcuta, los cuales han sido manejados de forma incorrecta, haciendo que terminen en el relleno sanitario El Guayabal, el cual cuenta aproximadamente con 9 años de vida útil. Es por ello la importancia de formular e implementar propuestas que ayuden al aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.

De acuerdo con el Documento CONPES 3874: Política Nacional Para la Gestión de Residuos Sólidos, menciona que el aprovechamiento se entiende como el conjunto de fases sucesivas de un proceso, cuando la materia inicial es un residuo. El objetivo principal del procesamiento es valorizarlo u obtener un producto o subproducto utilizable.

A continuación, se presentan las alternativas con las cuales se podría aprovechar los residuos sólidos orgánicos que diariamente terminan en los rellenos sanitarios. Ocasionando lixiviados, malos olores y daños ambientales.

1. Transformación de los residuos en compostaje. Según Tortosa (2016), el compostaje es un proceso bio oxidativo controlado, que se desarrolla sobre sustratos orgánicos heterogéneos en

estado sólido. Según su composición y sus características, puede tener diferentes usos: cuando muestra contenidos relativamente altos de metales pesados puede utilizarse en parques y jardines urbanos, pero si se presenta cierto exceso de sales, con ciertas precauciones se puede utilizar en la recuperación de suelos degradados.

En cuanto a los sistemas de compostaje, los más utilizados son los sistemas abiertos y cerrados. En el método abierto, el material que se va a fermentar se mueve periódicamente, esto con el fin de permitir la entrada de oxígeno, controlar la temperatura y mezclar el material para que el producto sea homogéneo; mientras que el método cerrado, el material que se va a fermentar permanece quieto y a través de él, se inyecta aire. Es lo que se conoce como apilamiento con ventilación forzada, el cual es un sistema mecánico de ventilación por tuberías o canales. El aire viene del exterior y es empujado a través de una tubería, sale por las perforaciones y pasa a través de la pila de producto en compostaje por lo que no necesita ser volteado. Esta técnica se utiliza en zonas abiertas o en contenedores y se llama aireación forzada positiva (Bohórquez, 2019).

Los beneficios de la utilización y producción del compost van desde la disminución de la presión de los rellenos sanitarios, la recuperación de suelos degradados hasta la disminución de la producción de gas efecto invernadero; ya que el compostaje no produce metano, si dióxido de carbono, el cual es un gas efecto invernadero 21 veces menos contaminante que el metano. (Armony sustentable, 2020).

2. Lombricultura. La lombricultura es un conjunto de operaciones para la cría, producción o tratamiento de lombrices para la descomposición de la materia orgánica y obtención de humus o lombricomposta. En este proceso se convierten los desechos en composta, reduciendo la

contaminación de los residuos sólidos orgánicos y conllevando a la conservación del medio ambiente. Así mismo, la lombricultura es una fuente de proteína animal y de equilibrio ecológico (Pineda, 2021).

3. Elaboración de Biogás. El biogás es el producto gaseoso de la digestión anaerobia de compuestos orgánicos. Su composición, depende del sustrato digerido y del tipo de tecnología utilizada. La producción de biogás por descomposición anaeróbica es un modo considerado útil para tratar residuos biodegradables, ya que produce un combustible de valor, además de generar un efluente que puede aplicarse como acondicionador de suelo o abono genérico (Dueñas & Espinosa, 2019).

Este gas se puede utilizar para producir energía eléctrica mediante turbinas o plantas generadoras a gas, o para generar calor en hornos, estufas, secadoras entre otros sistemas de combustión a gas, debidamente adaptadas para tal efecto. En el caso del compost, el empleo de este se hace de manera directa sobre el suelo o el sustrato a fertilizar, mientras que el biogás demanda el control de variables como la presión que intervienen en el uso de este (Servicios Manufactureros, 2010). Lo cierto es que cualquier industria que genere residuos orgánicos puede establecer un biodigestor, reduciendo la dependencia de otras fuentes de energía, como los combustibles fósiles o inclusive puede llegar a que la unidad sea autosuficiente.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los 7 establecimientos caracterizados se puede comprobar que entre el 70% y el 80% de residuos generados por dichos establecimientos se pueden aprovechar de esta manera. Ya que se encuentra un alto porcentaje de residuos sólidos orgánicos en relación con los inorgánicos. Es por esto por lo que se propone la creación e implementación de una planta piloto de abono orgánicos con capacidad mínima de 20 ton diarias.

Esta planta de tratamiento y aprovechamiento de compost (abono orgánico), deberá estar ubicada a una distancia máxima de 20 kilómetros a los lugares seleccionados como grandes generadores, debido a los costos de transporte.

5. Conclusiones

Gracias a los criterios de selección implementados y a la selección de la muestra por el método de conveniencia se permitió seleccionar tanto el universo como la muestra a caracterizar.

Dadas las dificultades presentadas para acceder a los permisos u autorizaciones en los diferentes establecimientos de la ciudad de Cúcuta fue imposible caracterizar importantes sectores como los son los centros comerciales y los colegios públicos y privados.

La metodología de cuarteo permitió conocer las características físicas y fisicoquímicas de los residuos sólidos orgánicos generados por los siete sitios seleccionados como grandes generadores.

Con la implementación de la metodología de cuarteo en la caracterización de los residuos sólidos orgánicos en los grandes generadores de la ciudad de Cúcuta, se confirma que es la metodología más idónea, para conocer el volumen y características (orgánico o inorgánico) de los residuos en grandes concentraciones.

La metodología de caracterización seleccionada permitió cuantificar los residuos sólidos orgánicos generados en cada uno de los sitios, así mismo la cuantificación de los residuos inorgánicos que alcanzan a llegar al lugar de disposición de los residuos orgánicos.

Los resultados de la caracterización permiten concluir que el mayor generador de residuos sólidos orgánicos en la ciudad de Cúcuta es la central de abastos (Cenabastos) con un promedio de 7.074 kg de residuos al día.

La producción de residuos sólidos orgánicos totales, de los grandes generadores seleccionados en la ciudad de Cúcuta es de 36.512 kg diarios, de los cuales entre el 80% a 85%

de ellos son residuos sólidos orgánicos que pueden ser aprovechados evitando que lleguen al relleno sanitario Guayabal, mientras que el otro restante, el 20% o 15% procede en su materia de residuos sólidos inorgánicos (papel, cartón, plástico, vidrio, costales) que al ser separados adecuadamente se les puede dar una segunda vida.

Se confirma que más del 80% de residuos que son desechados en los rellenos sanitarios se pueden aprovechar implementando un sistema de compostaje controlado, disminuyendo los impactos ambientales asociados a una mala gestión de residuos sólidos y a la pérdida de su potencial de aprovechamiento.

Se confirma la ausencia de *Salmonella* spp en los siete sitios seleccionados como grandes generadores de residuos sólidos orgánicos de la ciudad de Cúcuta.

Los resultados fisicoquímicos realizados por el laboratorio SIAMA SAS en Bucaramanga muestran características favorables para cualquier proceso de obtención de abono orgánico según la norma NTC 5167 de 2004 o para la producción de biogás.

Los resultados fisicoquímicos proporcionados por el laboratorio SIAMA SAS, evidencian que los residuos sólidos orgánicos cuentan con características que pueden ser controladas durante el proceso de compostaje para obtener un abono de alta calidad.

Los residuos con menor humedad son los residuos de podas y los residuos cocidos de la UFPS con valores de 59,28% y 76,90% respectivamente. Por otra parte, los residuos que presentan mayor humedad son los residuos de la Agroindustria Frutas con un de 84,12%.

De implementarse una planta de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos a escala de 20 ton/día en la ciudad de Cúcuta, existe un alto potencial para aumentar la vida útil del relleno

sanitario Guayabal.

Se puede concluir que se cumplieron con los objetivos planteados en la investigación, a partir de la descripción de la metodología de cuarteo para la caracterización de los residuos sólidos producidos por los grandes generadores y con base en estos resultados se propuso dos alternativas para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánico que permitirá disminuir la presión del relleno parque tecnológico el Guayabal.

6. Recomendaciones

Para próximos estudios de caracterización de residuos sólidos en la ciudad de Cúcuta se recomienda tener una población objetivo antes de iniciar la caracterización. Todo esto para poder identificar los porcentajes de residuos tanto orgánicos e inorgánicos de los diferentes sectores, ya sean industriales o domésticos.

Se recomienda formular e implementar un plan de manejo interno de residuos sólidos en la ciudad para mejorar la disposición de residuos.

Se recomienda el manejo de temperatura en todo el proceso, para garantizar la higienización del producto final; esto debido a que la materia prima esta cargada con contaminantes que si no se controlan adecuadamente afectaría la calidad del producto final.

Para obtener una muestra y llevarla al laboratorio se recomienda trozar los residuos a un diámetro de no mayor de 3 cm. Todo esto para facilitar la toma de pruebas en el laboratorio.

Se recomiendan realizar pruebas de laboratorio teniendo en cuenta los siguientes parámetros químicos: N, C, P, N, Ca, K, Mg y relación C: N para constatar la calidad del abono obtenido. Al igual que mantener una correcta cadena de frio de las muestras para evitar resultados erróneos en las pruebas.

Implementar campañas de educación ambiental con el fin de promover el uso de tecnologías limpias, una correcta separación de la fuente y tratamiento de residuos solidos con el fin de fomentar la conciencia ambiental y el uso de las estrategias amigables con el medio ambiente.

Se debe dar mayor prioridad al adecuado manejo de residuos sólidos orgánicos, dado que estos pueden convertirse en un problema de salud pública si no se cuenta con estrategias

adecuadas de aprovechamiento o disposición.

Referencias Bibliográficas

Alcaldía de Bogotá. (2005). *Decreto 838 de 2005. Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones*. Bogotá: Gaceta Oficial.

Alcaldía de san José de Cúcuta. (2021). *Decreto N° 0241 2021. Por el cual se adopta la actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS*” Recuperado de: https://cucuta.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/51581_decreto-241-de-2021.pdf.

Aldana, M. & Viera, J. (2017). *Proyecto de implementación de sistemas biodigestores para el aprovechamiento de residuos orgánicos generados por usuarios residenciales en la región Piura*. Universidad de Piura. Piura, Perú.

Aragón, M., Díaz, D., García, M., Sánchez, F. & Vargas, D. (2018). *Estudio de viabilidad para la producción y comercialización de abono orgánico-Onoba*. Tesis de grado. Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia.

Arango Orozco, M. J. (2017). *Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos*. Tesis doctoral. Corporación Universitaria Lasallista. Bogotá, Colombia.

Arango, M. (2017). *Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos*. Tesis de grado. Corporación Universitaria Lasallista. Bogotá, Colombia.

Armony Sustentable. (2020). *El compostaje, su proceso y beneficios*. Recuperado de: <https://www.armony.cl/el-compostaje-su-proceso-y-beneficios/#:~:text=%2D%20Aireaci%C3%B3n%20forzada%20Otra%20opci%C3%B3n%2>

Oes,que%20no%20necesita%20ser%20volteado.

Bohórquez, W. (2019). *El proceso de compostaje*. Bogotá: Universidad de la Salle.

Canales, Á. & García, A. (2021). *Revisión del aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para la elaboración y usos del Bokashi*. Tesis de grado. Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú.

Capera, Y. (2019). *Estudio de prefactibilidad para la implementación de planta generadora de compost en el relleno sanitario del Municipio de Cocorna–Antioquia*. Tesis de grado. Institución Universitaria Esumer. Medellín, Colombia.

Castro, E. (2020). Guía para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos. *Inventum*, 15(29), 76-94.

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2016). *Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos*. Recuperado de:
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3874.pdf>.

Consorcio Residuos Sólidos Medellín. (2019). *Informe de la caracterización de residuos sólidos generados en el sector residencial del área urbana y rural del Municipio de Medellín y sus cinco corregimientos*. Recuperado de:
<https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/medellin/Temas/MedioAmbiente/Programas/Shared%20Content/Documentos/2019/Informe%20-Residencial%20Final.pdf>

Cooperativa Multiactiva Mercado Libre de Cúcuta. (2021). *Construcción y puesta en marcha del plan de negocio: "Logística para la operación y el funcionamiento de plazas de mercados itinerantes"* Recuperado de:

<https://www.apccolombia.gov.co/sites/default/files/proyectos/47.pdf>.

Departamento Nacional de Planeación. (2016). *Política nacional para la gestión de residuos sólidos*. Bogotá: DNP.

Dueñas, J. & Espinosa, P. (2019). *Evaluación del compostaje y la generación de biogás como alternativas de manejo para el residuo vegetal de clavel generado en la finca Arrayanes de Colibrí Flowers SA, ubicada en el municipio de Facatativá*. Tesis de grado. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Facatativá, Colombia.

Freire, J. (2011). *Análisis del manejo de residuos sólidos inorgánicos de los hoteles de primera y segunda categoría de la ciudad de Loja*. Tesis doctoral. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja, Ecuador.

García, A. & Jiménez, K. (2015). *Estudio de la gestión ambiental del relleno sanitario "El guayabal" Cúcuta-Norte de Santander*. Tesis de grado. Institución Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga, Colombia.

Gros, A., Lefèvre, J., Soriano, R. & De la Vega, J. (1966). *Abonos: guía práctica de la fertilización*. Bogotá: Mundi-Prensa.

Guzmán, D. V., Hernández, J. B., López, T., Horta, J. M., & Giraldo, D. A. (2021). Uso de agregado de pavimento asfáltico reciclado para un pavimento rígido. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 22(1), 1-15.

Huamán, K. (2020). *Caracterización de residuos sólidos municipales*. Tesis de grado. Universidad Científica. Lima, Perú.

Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2018) *Programa de manejo de residuos regional norte de Santander*. Cúcuta: ICBF.

Le, C. (2010). *Guía para el manejo integral de residuos sólidos en las fincas bananera*. Mejores Prácticas.

Le, C. (2010). *Guía para el manejo integral de residuos sólidos en las fincas bananera*. Mejores Prácticas.

Márquez, P., Blanco, J. & Capitán, F. (2008). *Factores que afectan al proceso de*

Compostaje. Recuperado de:

<https://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores%20que%20afectan%20al%20proceso%20de%20compostaje.pdf>

Mejías, N., Orozco, E. & Galáan, N. (2016). Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2(6), 27-41.

https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales/vol2num6/Revista_de_Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales_V2_N6_4.pdf

Mejías, N., Orozco, E. & Galán, N. (2016). Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2(6), 27-41.

Ministerio del Medio Ambiente. (2019). *Resolución 2184 de 2019. Por la cual se modifica la resolución 668 de 2016 sobre el uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones*. Recuperado de:

http://www.andi.com.co/Uploads/res._2184_2019_por_la_cual_se_modifica_la_resolucion_668_de_2016_sobre_uso_racional_de_bolsas_plasticas_y_se_adoptan_otras_disposiciones_1.pdf

Moreno, J. & Vela, A. (2020). *Implementación de una planta piloto para el manejo y tratamiento de los residuos orgánicos generados en la plaza de mercado del municipio de Cachipay, Cundinamarca*. Tesis de grado. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Facatativá, Colombia.

Muñoz, A. & Sánchez, C. (2013). Un método de gestión ambiental para evaluar rellenos sanitarios. *Gestión y Ambiente*, 16(2), 105-120.

Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de: <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/page/objetivos-de-desarrollo-sostenible>)

Pastrana, A., Pizano, E. & Mayr, J. (2002). *Decreto 1713 de 2002. Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Bogotá: Diario Oficial No. 44.893.

Pineda J. (2021). *Lombricultura*. Recuperado de: <https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a/lombricultura/>

Polanco, J. (2018). *Formulación del plan de gestión integral de residuos sólidos del supermercado Mercadodo S.A - sede floresta*. Tesis de grado. Universidad Autónoma de Occidente. Cali, Perú.

Presidencia de Colombia. (1974). *Decreto 2811 de 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente*. Bogotá: Gestión Pública.

Presidencia de Colombia. (2008). *Conpes 3530 de 2008*. Recuperado de:
<https://minvivienda.gov.co/normativa/conpes-3530-2008>

Presidente de la Republica. (2005). *Decreto 838 de 2005. Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones*. Bogotá: Gestión Pública.

Presidente de la Republica. (2016). *Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos*. Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3874.pdf>

Presidente de la Republica. (2018). *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022*. Recuperado de:
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Resumen-PND2018-2022-final.pdf>

Rendón, F. (2012). Caracterización de residuos sólidos. *Cuaderno Activa*, 4(1), 67-72.

Residuos Orgánicos. (s,f). *RSU consorcio provincial residuos sólidos urbanos Málaga*. Recuperado de: <https://www.consorciorsumalaga.com/5936/residuos-organicos>

Rodrigo, J. A. (2016). *ANOVA análisis de varianza para comparar múltiples medias*. Recuperado de: [https://support.minitab.com/es-mx/minitab/21/help-and-how-to/statistical-modeling/anova/supporting-topics/basics/what-is-anova/#:~:text=Un%C3%A1lisis%20de%20varianza%20\(ANOVA,diferentes%20niveles%20de%20los%20factores](https://support.minitab.com/es-mx/minitab/21/help-and-how-to/statistical-modeling/anova/supporting-topics/basics/what-is-anova/#:~:text=Un%C3%A1lisis%20de%20varianza%20(ANOVA,diferentes%20niveles%20de%20los%20factores).

Runfola, J. & Gallardo, A. (2009). *Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas.*

Recuperado de: <http://univirtual.utp.edu.co/pandora/recursos/0/834/834.pdf>

Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. (s,f). *Residuos orgánicos.* Recuperado de: <http://data.sedema.cdmx.gob.mx/nadf24/organicos.html>.

Servicios Manufactureros. (2010). *Realidad, Impacto y Oportunidades de los Biocombustibles en Guatemala (Sector Productivo).* Recuperado de: <https://docplayer.es/50819101-Realidad-impacto-y-oportunidades-de-los-biocombustibles-en-guatemala-sector-productivo-biogas.html>

Siatoya, K. & Arce, Y. (2019). *Aprovechamiento de los residuos generados en la Plaza de Mercado de Corabastos para la elaboración de productos de valor agregado: Contexto actual, perspectiva y posibles soluciones.* Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12010/6708>.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2021). *Hasta el 70% de los residuos sólidos del país se pueden convertir en compostaje.* Recuperado de: <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/hasta-70-de-los-residuos-solidos-del-pais-se-pueden-transformar-en-compostaje-2762298#:~:text=Una%20manera%20de%20contrarrestar%20la,pueden%20aprovechar%20de%20esta%20manera>.

Trujillo, E. (2021). *Convenio.* Recuperado de: www.Economipedia.com

Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos. (2020). *Decreto 345 de 2020*.

Actualización del plan de gestión integral de residuos sólidos- PGIRS del distrito capital y se dictan otras disposiciones. Recuperado de:

https://www.uaesp.gov.co/sites/default/files/planeacion/DECRETO_345_DE_2020.pdf

Veolia. (2019). *Contrato de condiciones uniformes municipio de Cúcuta*. Recuperado de:

<https://www.veolia.com.co/oriente/sites/g/files/dvc3111/files/document/2019/12/CCU-19-02-2019.pdf>

Veolia. (2020). *Parque tecnológico el Guayabal*. Recuperado de:

<https://www.veolia.com.co/oriente/servicios/disposicion-final/parque-tecnologico-ambiental>

Veolia. (2022). *Renovando el Mundo. Parque Tecnológico Ambiental Guayabal*. Recuperado de:

<https://www.veolia.com.co/oriente/servicios/disposicion-final/parque-tecnologico-ambiental>.

Anexos

Anexo 1. Folleto de sensibilización

Importancia de la separación en la fuente

La separación de residuos sólidos en la fuente ayuda a mitigar el impacto perjudicial al medio ambiente y prolonga la vida útil de los rellenos sanitarios.

Nuevo código de colores

La resolución 2184 de 2019, de Ministerio del Ambiente, busca facilitar la separación de los residuos sólidos en la fuente, unificando los colores de los recipientes y bolsas plásticas, con el objetivo de fomentar la cultura ciudadana en materia de separación de residuos en el país.



Tipo de residuo según color del recipiente

Blanco: residuos aprovechables limpios y secos, como plástico, vidrio, metales, papel y cartón.

Negro: residuos no aprovechables como papel higiénico; servilletas, residuos de COVID papeles y cartones contaminados con comida o papel metalizado.

Verde: residuos orgánicos aprovechables como restos de comida, césped y jardín, entre otros.



Cúcuta 2050
Estrategia para todos

IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE PROPAGACIÓN DE ESPECIES NATIVAS Y UN PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL PROGRAMA DE SILVICULTURA URBANA DEL MUNICIPIO DE CÚCUTA



Convenio 3096
firmado entre:



ALCALDÍA
DE SAN JOSÉ DE
CÚCUTA



Universidad Francisco
de Paula Santander

**ETAPA I.
CARACTERIZACIÓN DE
RESIDUOS SOLIDOS
ORGÁNICOS PRODUCIDOS
POR GRANDES
GENERADORES**



Objetivo

Caracterizar los residuos sólidos producidos en diferentes productos por los grandes generadores de la ciudad de Cúcuta, con la finalidad de conocer la cantidad producida y las características fisicoquímicas que estos poseen, así mismo, identificar si los residuos sólidos orgánicos cuentan con las características adecuadas para la elaboración de abonos orgánicos.

**¿Qué son los
residuos Sólidos?**

Los residuos sólidos son los materiales de desecho que se encuentran en estado sólido, entre los cuales se encuentran los metales, papel, cartón, restos de podas, jardinería, botellas, empaques, restos de alimentos, vidrio, entre otros. Los residuos sólidos se clasifican en orgánicos aprovechables y no aprovechables.



**Tipos de residuos
Sólidos**

Residuos aprovechables: Residuos con características que permiten su reutilización y aprovechamiento a través de diferentes procesos.



Residuos no aprovechables: Residuos que según sus características no tienen ningún tipo de aprovechamiento.



Residuos orgánicos: Son residuos que se descomponen naturalmente, entre ellos se encuentran los restos de alimentos, podas, jardinería, entre otros.



Anexo 2. Cuantificación de residuos sólidos Cenabastos

CUANTIFICACIÓN RESIDUOS SÓLIDOS CENABASTOS								
Semana 1				Semana 2				Promedio de generación de Residuos
Día Cuantificado	N° de viajes Día	N° de canecas Día	Total: residuos generados	Día Cuantificado	N° de viajes Día	N° de canecas Día	Total: residuos generados	
Lunes	12	51	3298	Lunes	10	46	3223	3260
Martes	8	119	8226	Martes	11	125	9154	8690
Miércoles	5	58	3752	Miércoles	6	62	6312	5032
Jueves	7	98	6235	Jueves	8	103	7692	6964
Viernes	11	160	10667	Viernes	9	122	8059	9363
Sábado	15	153	9992	Sábado	13	149	9985	9989
Domingo	9	79	6335	Domingo	7	75	6112	6224
TOTAL	67	718	48505	TOTAL	64	682	50537	49521

Anexo 3. Cuantificación de residuos sólidos El Cosechero

CUANTIFICACIÓN RESIDUOS SÓLIDOS EL COSECHERO						
Semana 1			Semana 2			Promedio de generación de Residuos
Día Cuantificado	N° de recipientes Día	Total: residuos generados	Día Cuantificado	N° de recipientes Día	Total: residuos generados	
Lunes	2	85	Lunes	46	90	88
Martes	4	98	Martes	3	82	90
Miércoles	14	362	Miércoles	12	378	370
Jueves	16	376	Jueves	15	370	373
Viernes	26	583	Viernes	28	590	586
Sábado	3	139	Sábado	3	125	132
Domingo	36	672	Domingo	38	684	678
TOTAL	101	2315	TOTAL	145	2319	2317

Anexo 4. Cuantificación de residuos sólidos Asociación de Vendedores de Mercado libre

CUANTIFICACIÓN RESIDUOS SÓLIDOS ASOCIACIÓN DE VENDEDORES DE MERCADO LIBRE						
Semana 1			Semana 2			Promedio de generación de Residuos
Día Cuantificado	Barrio	Total: residuos generados	Día Cuantificado	Barrio	Total: residuos generados	
Lunes	Alfonso López	333,1	Lunes	Alfonso López	339,6	336
Martes	San Rafael	340,6	Martes	San Rafael	335	338
Miércoles	San Luis	352	Miércoles	San Luis	368	360
Jueves	Claret	370	Jueves	Claret	375	373
Viernes	Cundinamarca	439,6	Viernes	Cundinamarca	425	432
Sábado	Colsag	296,8	Sábado	Colsag	295	296
Domingo	San José	355,5	Domingo	San José	350	353
TOTAL		2488	TOTAL		2488	2488

Anexo 5. Cuantificación de residuos sólidos supermercado La Canasta

CUANTIFICACIÓN RESIDUOS SÓLIDOS SUPERMERCADO LA CANASTA						
Semana 1			Semana 2			Promedio de generación de Residuos
Día Cuantificado	N° de canecas Día	Total: residuos generados	Día Cuantificado	N° de canecas Día	Total: residuos generados	
Lunes	4	32,2	Lunes	46	35	34
Martes	2	21,2	Martes	125	25	23
Miércoles	2	18,1	Miércoles	62	22,4	20
Jueves	2	20,0	Jueves	103	22	21
Viernes	3	30,1	Viernes	122	35,6	33
Sábado	5	42	Sábado	149	38,7	40
Domingo	5	46,2	Domingo	75	50,3	48
TOTAL	23	210	TOTAL	682	229	219

Anexo 6. Cuantificación de residuos sólidos restaurante UFPS

CUANTIFICACIÓN RESIDUOS SÓLIDOS RESTAURANTE UFPS										
Semana 1					Semana 2					Promedio de generación de Residuos
Día Cuantificado	Total: residuos sólidos orgánicos cocidos	Total: residuos sólidos preparación	Total: residuos sólidos inorgánicos	Total: de residuos generados	Día Cuantificado	Total: residuos sólidos orgánicos cocidos	Total: residuos sólidos preparación	Total: residuos sólidos inorgánicos	Total: de residuos generados	
Lunes	76	109	2,7	188	Lunes	82	90	3	175	181
Martes	97	106	4	208	Martes	87	125	2,6	215	211
Miércoles	116	132	6,4	254	Miércoles	124	135	4	263	259
Jueves	111	158	2,5	272	Jueves	123	149	3	275	273
Viernes	94	30	1	125	Viernes	77	42	1	120	123
Sábado	39	47	0,4	86	Sábado	41	51	0	92	89
TOTAL	533,552	582,3		1133	TOTAL	534		13,6	1140	1137

Anexo 7. Base de datos y antecedentes utilizados

Autoguardado validación de datos 🔍 Buscar (Alt+Q) Mayerlin Paredes Rojas Comentarios Compartir

G7 : Humedad (Hu), Residuos orgánicos (R.O), Residuos orgánicos verdes (R.O.V), Compostaje, Biodegradabilidad.

ITEM	NOMBRE DEL DOCUMENTO	CATEGORIA	RESUMEN	ENLACE DE ACCESO	APORTE AL PROYECTO	PALABRAS CLAVE
1	Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas.	caracterización	la investigación indica que no hay una metodología de caracterización estándar o general, sino que existen diferentes criterios de muestreo y precisión. teniendo en cuenta que la	http://univirtual.utp.edu.co/pandora/revistas/0/834/834.pdf	teniendo en cuenta los tipos de analisis para realizar una caracterización de rs nos podemos dar cuenta que el pertinente es el del analisis por muestreo estadístico. sin embargo esta investigación tambien	caracterización, residuos solidos,
2	aprovechamiento de los residuos generados en laplaza de mercado CORABASTOS para la elaboración de productos de valor agregado	impacto ambiental	describe el contexto internacional y nacional al que son sometidos los Residuos Organicos (rs) especialmente el del central de abastos CORABASTOS. muestra una metodología que se podría utilizar así como las diferentes normas técnicas que fueron utilizadas en la investigación para evaluar los factores físico químicos de los residuos. al final describe como esos residuos fueron aprovechados en diferentes productos de valor	https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20500.12010/6708/Trabajo%20De%20Grado%2C%20Biblioteca%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y	manejan la metodología de "Solid Waste Analysis Tool" (SAW-Tool) que tiene como objetivo proporcionar un proceso de análisis de rs de uso local y regional, adaptándose a cualquier área de investigación incluyendo una plaza de mercado. sin embargo para llevarlo a cabo esa metodología se necesitan 4 semanas de lunes a domingo y no creo que en el proyecto se pueda realizar. tampoco logre encontrar la metodología traducida al español	residuos organicos, corabastos, transformación de la biomasa
3	informe de la caracterización de rs generados en el sector residencial del área urbana y rural del municipio de medellin y sus cinco corregimientos	metodología	describe la importancia de conocer la cantidad de residuos que produce medellin ya que conociendolo y documentandolo se puede diseñar e implementar planes de gestión de acuerdo a la naturaleza de residuos que se encuentren. por eso la importancia de conocer que residuos es aprovechable y cual no. habla de la normativa que rige la caracterización de rs, así como la importancia de implementar un adecuado PGIRS en donde tenga en cuenta mínimo: - caracterización de los residuos de interés para el aprovechamiento, teniendo en cuenta tecnologías de acondicionamiento y transformación que generan valor agregado. - estudios de mercado (oferta, demanda, precios, frecuencia de venta - incorporar análisis tarifario	https://www.medellin.gov.co/rii/go/km/docs/pccdeslan/medellin/temas/medaAmbiente/Programas/Shared%20Content/Documentos/2019/Informe%20-Residencia%20Final.pdf	en la pagina 52 nos describe la metodología de caracterización utilizada: Cuarteo. así como la metodología de caracterización de los rs esta basada en el metodo sencillito del analisis de RS CEPIS/OPS (Kunitoshi, 2000)	PGIRS, residuos peligrosos, residuos solidos, cuarteo
4	guia para el manejo integral de residuos	metodología	habla el manejo integral de residuos: planeación y cobertura de las actividades realizadas con los residuos desde la generación hasta su disposición final. en la metodología de caracterización y aforo de residuos muestra el paso a paso para hacer una caracterización física	https://www.sabaneta.gov.co/files/doc-varios/Gu%C3%ADa%20para%20el%20Manejo%20Integral%20de%20Residuos%20Subsector%20Instituciones%20de%20activas.pdf	describe el paso a paso de los elementos necesarios para elaborar y poner en marcha el manejo integral de los residuos. se muestran unos formatos de recolección de la información, formatos de residuos solidos no peligrosos y peligrosos y formato de manejo de residuos generados	residuos solidos, caracterización, institución educativa

Hoja1 Hoja2

Accesibilidad: es necesario investigar

29°C Parc. soleado 11:28 a.m. 2/09/2022

Autoguardado validación de datos Buscar (Alt+Q) Mayerlin Paredes Rojas

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda Comentarios Compartir

G7 : Humedad (Hu), Residuos orgánicos (R.O), Residuos orgánicos verdes (R.O.V), Compostaje, Biodegradabilidad.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
3	Informe de la caracterización de rs generados en el sector residencial del área urbana y rural del municipio de medellin y sus cinco corregimientos	metodología	conociendolo y documentandolo se puede diseñar e implementar planes de gestion de acuerdo a la naturaleza de residuos que se encuentren. por eso la importancia de conocer que residuos es aprovechable y cual no. nor habla de la normativa que rige la caracterización de rs , así como la importancia de implementar un adecuado PGIRS en donde tenga en cuenta minimo: - caracterización de los residuos de interes para el aprovechamiento, teniendo en cuenta tecnologías de acondicionamiento y transformación que generan valor agregado - estudios me mercado (oferta, demanda, precios, frecuencia de venta. - incorporar analisis tarifario.	https://www.medellin.gov.co/ri/ko/km/40cs/pccdesjrn/medellin/temas/medambiente/Programas/Share%20Contenit/Documentos/2019/Informe%20Residencial%20Final.pdf	en la pagina 52 nos describe la metodologia de caracterización utilizada. Cuarteo. así como la metodología de caracterización de los rs esta basada en el metodo sencillo del analisis de RS CEPIS/OPS (Kunitoshi, 2000)	PGIRS, residuos peligrosos, residuos solidos, cuarteo			
4	guia para el manejo integral de residuos	metodología	habla el manejo integral de residuos: planeacion y cobertura de las actividades realizadas con los residuos desde la generacion hasta su disposicion final. en la metodología de caracterización y aforo de residuos muestra el paso a paso para hacer una caracterización fisica	https://www.sabaneta.gov.co/ri/ies/dos-vernos/Gu%20de%20para%20el%20Manejo%20Integral%20de%20Residuos.%20Sector%20Instituciones%20Educativas.pdf	describe el paso a paso de los elemntos necesarios para elaborar y poner en marcha el manejo integral de los residuos. se muestran unos formatos de recolección de la información, formatos de residuos solidos no peligrosos y peligrosos y formato de manejo de residuos generado	rsiduos solidos, caracterización, intitucion educativa			
5	Estudio del manejo actual de los residuos sólidos orgánicos en el aeropuerto internacional José María Córdoba	metodología	Se realizó la caracterización de los residuos sólidos, identificando su cantidad, composición y características fisicoquímicas. Además, utilizaron una fracción orgánica, para obtener su densidad, poder calorífico y humedad	https://repositorio.uco.edu.co/bitstream/handle/1123556789/568/Informe%20Final%20Proyecto%20Residuos%20Orgánicos%20Aeroporuerto%20Internacional%20JMC%20Gloria%20Urteny.pdf?sequence=1&isAllowed=y	En la página 29 describe el método de cuarteo y todas sus etapas, además, utilizan el ciclo de Deming para determinar y describir las actividades realizadas a través del ciclo de gestión de los residuos sólidos orgánicos.	Residuos sólidos, Residuos orgánicos, Aeropuerto Internacional JMC, Gestión integral.			
6	Aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos como abono organico en municipalidades distritales	impacto social	Este estudio busco conocer los detalles del diseño técnico, la adecuación e implementación de un sistema alternativo de proceso técnico para la	http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6242/FSMsottim.pdf?sequence	A partir de la pagina 14, se enumeran los impactos ambientales, economicos y sociales que generan los residuos solidos.	: Humedad (Hu), Residuos orgánicos (R.O), Residuos orgánicos verdes (R.O.V), Compostaje, Biodegradabilidad			
7	Retorno social de la inversión para gestionar los residuos sólidos urbanos de Metepec, México	impacto social	En este estudio se determina cual es el retorno social al realizar la gestión de los residuos solidos, para el cálculo del Retorno Social de la Inversión (SROI), por sus siglas en inglés) se desarrollan cinco fases: a) identificar y establecer el alcance de los grupos de interés; b) mapeo de los resultados o cambios; c) medición financiera de dichos cambios a través de variables proxy; d) medición del impacto social; y e) comunicación y reporte.	http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=52007-806&020000100319#--text=El%20retorno%20social%20es%20el%20valor%20presente%20de%20los%20beneficios%20sociales%20que%20se%20generan%20a%20través%20de%20la%20gestión%20de%20los%20residuos%20sólidos%20y%20de%20la%20inversión%20en%20la%20gestión%20de%20los%20residuos%20sólidos%20en%20Metepec%20México	El estudio determina cuales son los valores del retorno social vs la inversión para el manejo de los residuos solidos.	inversión; rentabilidad; residuos; gestión			
8	Influencia de los factores económicos y culturales de los habitantes en la generación de residuos sólidos, con la finalidad de minimizarlos en la ciudad de Nueva Cajamarca, Distrito de Nueva Cajamarca 2018		En este estudio se analiza la influencia de los ingresos economicos en la generación de residuos producidos por habitante, debido al poder adquisitivo.	https://209.45.90.232/handle/11458/3462	En la pagina 14, se establecen los factores que influncian en la generación de residuos y cuales son los tipos generados. y en la pagina 45, establece estrategias Para implementar el plan de manejo de	Factores, minimización, generación, residuos sólidos, plan			

Hoja1 Hoja2

Listo Accesibilidad: es necesario investigar

29°C Parc. soleado

11:32 a. m. 2/09/2022

Anexo 9. Presentación del proyecto en la REDCOLSI 2022





Anexo 10. Reportaje revista semana sobre la planta piloto de abonos diseñada a partir de los datos obtenidos en el proceso de caracterización de residuos sólidos orgánicos



En Cúcuta se implementa la primera planta piloto para producir abono orgánico

Estos sistemas de producción tecnificados nunca han sido utilizados en la región.

3/8/2022



mototaxismo

Por otro lado, cabe mencionar que la Universidad Francisco de Paula Santander, con la supervisión de la Subsecretaría de Medio Ambiente, ha integrado profesionales competentes, así como estudiantes de semilleros de investigación de los programas de Ingeniería Agroindustrial e Ingeniería Agronómica, y al grupo de investigación en ciencia y tecnología agroindustrial.

El proyecto caracterizó a grandes generadores de residuos orgánicos de la ciudad como plazas de mercado, supermercados, universidades, agroindustria y materia de poda, evidenciando una producción superior a 30 mil kilos de residuos orgánicos por día. [Ante la inexistencia de una planta de compostaje para el municipio, estos residuos son desechados sin ningún aprovechamiento.](#)

Con la planta piloto, y los hallazgos investigativos en la implementación de procesos novedosos de compostaje, el municipio podrá establecer una planta de compostaje moderna donde se procesen los residuos orgánicos de la ciudad, disminuyendo la presión al relleno sanitario Guayabal y produciendo abono orgánico de excelente calidad para su utilización en el mantenimiento de la silvicultura urbana, entre otras acciones de sostenibilidad ambiental.

Anexo 11. Boletín de la Alcaldía sobre el avance del proyecto



ABONOS.



Desde el componente abonos, liderado por la profesora Maribel Gómez Peñaranda, se busca implementar un sistema de compostaje piloto, para el suministro de abono para el programa de silvicultura urbana.

Se realiza la caracterización de material orgánico, recuperado de fuentes con mejores características para el manejo de residuos sólidos para la planta de abonos.

