



ANÁLISIS DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS RESPECTO AL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PGIRS DEL MUNICIPIO DE GUADUAS CUNDINAMARCA

Fredy Humberto García Rodríguez

Universidad de Manizales
Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente
Manizales, Colombia

2020

Análisis de los procedimientos para el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos respecto al plan de gestión integral de residuos sólidos del municipio de Guaduas Cundinamarca

Fredy Humberto García Rodríguez

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Director (a):

Título (Ph.D., Doctor, etc.) Diego Hernández

Línea de Investigación:

Nombrar la línea de investigación en la que se enmarca la tesis o trabajo de investigación

Grupo de Investigación:

Nombrar el grupo en caso que sea posible

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas

Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Manizales, Colombia

2020

(Dedicatoria o lema)

La única forma, si vamos a mejorar la calidad del medio ambiente, es involucrar a todo el mundo.

Richard Roger

Dedicado a todas las personas que siempre han estado apoyándome, impulsándome y motivándome para lograr este objetivo.

Los llevo en mi corazón, hacen parte de mi vida...

Agradecimientos

A Dios, por darme vida y sabiduría para terminar mi maestría.

A mi familia por su apoyo constante, en cada paso recorrido.

Al licenciado, Diego Hernández, que siempre estuvo incondicionalmente en el desarrollo de este proyecto.

A todas esas personas especiales en mi vida que me han brindado su aprecio y cariño y me han enseñado que vale la pena luchar por los sueños.

Gracias Dios por esta nueva meta en mi vida...

Este trabajo presenta las opiniones personales de los autores, por lo que los posibles errores y conceptos emitidos son de responsabilidad exclusiva de éstos y no comprometen a la Universidad de Manizales ni a sus directores, asesores y jurados.

Resumen

Este trabajo parte del objetivo de analizar los procedimientos para el manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos respecto al plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) del municipio de Guaduas, Cundinamarca. De modo que se pueda dar solución al conjunto de problemas que se presentan por la deficiencia en la gestión de residuos sólidos orgánicos generados por la plaza de mercado y contribuir con el mejoramiento del medio ambiente y la disminución de riesgos sanitarios. Así este estudio de tipo analítico y enfoque mixto, con una población de 4570 se fijó una muestra de 61 suscriptores, 16 establecimientos del sector comercial más representativo del Municipio y 2 en el sector institucional, además de la recopilación de datos mediante entrevista y para el análisis estadística descriptiva. En conclusión, se encontró que existe una gran cantidad de materia prima de origen orgánico que en su mayoría puede ser utilizada en la implementación de un proyecto de aprovechamiento en procesos técnicos de compostaje, lombricultura o producción de Biogás.

Palabras clave: ambiente, residuos, orgánicos, aprovechamiento, gestión

Abstract

This work starts from the objective of analyzing the procedures for the management and use of organic solid waste with respect to the comprehensive solid waste management plan (PGIRS) of the municipality of Guaduas, Cundinamarca. So that a solution can be given to the set of problems that arise from the deficiency in the management of organic solid waste generated by the market place and contribute to the improvement of the environment and the reduction of health risks. Thus, this study of analytical type and mixed approach, with a population of 4570, established a sample of 61 subscribers, 16 establishments in the most representative commercial sector of the Municipality and 2 in the institutional sector, in addition to data collection through interviews and for the descriptive statistical analysis. In conclusion, it was found that there is a large amount of raw material of organic origin that most of it can be used in the implementation of a project to take advantage of technical processes of composting, vermiculture or production of Biogas

KEYWORDS: environment, waste, organic, use, management

Contenido

	<u>Pág.</u>
I Diseño teórico.....	18
1.1 Título del Trabajo	18
1.2 Problema de Investigación.....	18
1.3 Descripción del Área Problemática.....	19
1.4 Antecedentes investigativos.	23
1.5 Justificación.....	27
1.6 Objetivos, General y específicos	30
Objetivo general.....	30
Objetivos Específicos.....	30
1.7 Hipótesis y variables (si es cuantitativo). Supuestos y categorías de Análisis (si es cualitativo).	31
II Marco teórico.....	32
2.1 Residuos sólidos.....	32
2.1.1 Problemáticas en el control de los residuos sólidos.	33
2.2. Clasificación de los residuos sólidos	37
2.4 Gestión de residuos orgánicos.....	40
2.5 El PGIRS	45
2.7 Legislación nacional	48
2.7.1. Legislación ambiental colombiana.....	49
III DISEÑO METODOLÓGICO.....	53
3.1 Tipo de Investigación.	53
3.2 Población y Muestra	53
3.3 Diseño Metodológico.....	55
3.4 Técnicas e Instrumentos.	55
Análisis de información.....	57
4.1 Caracterización y producción de residuos sólidos en la plaza de mercado y los fruver's del casco urbano del municipio de Guaduas.....	58
4.2 Descripción de las alternativas técnicas utilizadas para el manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados por la plaza de mercado y los fruver's del casco urbano del municipio de Guaduas Cundinamarca.	69
4.2.1. El compostaje.....	69
4.2.2. Lombricultura.....	71

4.2.3. Digestión anaerobia o Biogás.....	73
4.3 Determinación del cumplimiento en el uso de alternativas técnicas amigables con el medio ambiente respecto a lo establecido en el plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS)	75
4.3.1 Campañas de clasificación de residuos o reutilización	76
4.3.2. Almacenamiento	78
4.3.3. Recolección	79
4.3.4. Aprovechamiento.....	79
4.3.5. Transferencia	86
4.3.5 Disposición final	87
4.4. Plan de gestión integral de residuos sólidos.....	88
4.4.1. Requerimientos de los entes de control y entidades territoriales	91
4.4.2. Comparendo ambiental	93
IV. Conclusiones	96
V. Recomendaciones.....	98
VI. Bibliografía.....	99

Listado de figuras

Figura 1. Generación de desechos a nivel regional. Tomado de: Kaza, Yao, Bhada-Tata, & Van Woerden (2018).	34
Figura 2. Proyecciones de generación de residuos, 2015-2030. Fuente: Cálculos DNP a partir del estudio de infraestructura. Sector residuos (DNP y BM, 2015, citado por CONPES, 2016).	34
Figura 3. Distribución de sistema de disposición final. Tomado de Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios & Departamento Nacional de Planeación (2018).	35
Figura 4. Clasificación de Residuos, adaptado de: Decreto 2676, 2000. (Ministerio de Medio Ambiente, 2000).	39
Figura 5. Caracterización de residuos sólidos en algunas ciudades de Colombia, BID (2015, citado por CONPES, 2016).	40
Figura 6. Jerarquía de la gestión de residuos, Macdonald (2017).	42
Figura 7. Ciclo de vida de ocho fases de los RSU Fernández & Sánchez (2007).	43
Figura 8. Contenido del PGIRS, tomado de (Macdonald, 2017)	46
Figura 9. Recolección muestreo residuos sólidos Municipio de Guaduas Fuente: Autor (2019).	61
Figura 10. Granja municipal. Fuente: datos del proyecto (2019).	62
Figura 11. Muestra sectores residencial y comercial. Fuente: datos del proyecto (2019).....	62
Figura 12. Caracterización sector comercial. Fuente: datos del proyecto (2019).	63
Figura 13. Caracterización Gran productor comercial. Fuente: datos del proyecto (2019).	64
Figura 14. Caracterización sector residencial. Fuente: datos del proyecto (2019).....	65
Figura 15. Caracterización sector institucional. Fuente: datos del proyecto (2019).	65
Figura 16. Caracterización Plaza de Mercado Municipio de Guaduas.	66
Figura 17. Caracterización global. Fuente: datos del proyecto (2019).	67
Figura 18. Ecopuntos repartidos por Pacific Rubiales. Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).	77
Figura 19. Campaña llegó la hora de reciclar (Capirito mascota de campaña). Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).	78
Figura 20. Área de almacenamiento a cielo abierto. Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).	79
Figura 21. Vía de acceso planta de aprovechamiento. Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).	80
Figura 22. Recepción administrativa planta de aprovechamiento Municipio de Guaduas. Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).	81
Figura 23. Baños planta de aprovechamiento. Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).	81
Figura 24. Comedor Planta de aprovechamiento. Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).	82
Figura 25. Área de recepción de material. Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).....	83
Figura 26. : Chimenea incinerador planta de aprovechamiento. Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).....	83
Figura 27. Área de lombricultura. Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).	84

Figura 28. Área de cernido. Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P - Consorcio JASB (2019).	84
Figura 29. Área de almacenamiento de humus. Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consorcio JASB (2019).	85
Figura 30. Área de acopio de material clasificado. Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consorcio JASB (2019).	85
Figura 31. Antigua zona de disposición final. Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consorcio JASB (2019).	86
Figura 32. Relleno sanitario Doradita. Fuente: plan de manejo ambiental para la construcción y Operación del relleno sanitario “la doradita” (2010).	87

Listado de tablas

Tabla 1.....	38
Tabla 2.....	54
Tabla 3.....	59
Tabla 4.....	61
Tabla 5.....	63
Tabla 6.....	70
Tabla 7.....	72
Tabla 8.....	73
Tabla 9.....	75
Tabla 10.....	88

Introducción

La gestión de los residuos en Colombia, ha sido abordada a partir de las visiones de los sectores salud, saneamiento básico y medio ambiente, con diferentes niveles de desarrollo sin que exista claridad suficiente en sus competencias. Lo cual, además genera vacíos normativos que impiden el adecuado desempeño de las entidades involucradas.

Cabe recordar que, en el país aún se utilizan los rellenos sanitarios para la disposición final de residuos donde en su mayoría, son poco o nada clasificados. Solamente, se ve un poco disminuido gracias a la preselección que hacen algunos recuperadores de materiales que luego son vendidos por ellos mismos para el sustento de sus hogares, pero dichos residuos están conformados por materiales plásticos, metales, papel entre otros. Por lo cual, los residuos orgánicos terminan en los vertederos. Además de que la vida útil de los rellenos sanitarios cada vez es menor y que en el caso del el Relleno Sanitario La Doradita recibe los residuos generados de varios municipios vecinos de los departamentos de Tolima, Cundinamarca, Boyacá y Antioquia. Esto trae consigo, la necesidad de buscar otro lugar que pueda suplir la necesidad de disposición de residuos sólidos.

Ahora bien, el concepto de manejo integral contempla todas las etapas de la gestión desde la separación en la fuente hasta la disposición final, de modo que considerando las responsabilidades de los actores involucrados y teniendo como objetivos minimizar la cantidad de residuos, aumentar su aprovechamiento y mejorar los sistemas para su eliminación, tratamiento y disposición final. Y cuando en el mundo actual, la reutilización y reciclaje de residuos sólidos cada vez tiene más acogida; esta recuperación de materia prima aporta alto valor en la disminución del uso materiales que pueden afectar al medio ambiente y, asimismo, beneficia la reducción de costos de producción.

De modo tal que, que, con este estudio se busca analizar los procedimientos para el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, respecto al plan de gestión integral de residuos sólidos PGIRS del municipio de Guaduas, Cundinamarca.

En el capítulo I, se abordan las cuestiones teóricas que respaldan el planteamiento del problema. En este, se hace una recopilación de las particularidades más importantes que ayudan a comprender la problemática tratada. Luego se encuentra los antecedentes investigativos acordes con el proyecto, la justificación y los objetivos general y específicos y la hipótesis causa y efecto. En el capítulo 2, se hace una profundización de las teorías y conceptos fundamentales que ayudan a comprender y encontrar la respuesta al problema formulado como es la gestión de residuos, principios, las características de los PGIRS y aspectos legales. En el capítulo 3, se expone la metodología pertinente al estudio con su correspondiente población y muestra, diseño metodológico y las técnicas e instrumentos utilizados.

En el capítulo 4, se presentan los resultados que completan los objetivos de estudio, la argumentación y los principios identificados que fortalecen al objetivo general. Para en el capítulo 6, culminar con las conclusiones y recomendaciones principales y a su vez esenciales que cierran y hacen la apertura a nuevas investigaciones.

I Diseño teórico

1.1 Título del Trabajo

ANÁLISIS DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS RESPECTO AL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PGIRS DEL MUNICIPIO DE GUADUAS CUNDINAMARCA

1.2 Problema de Investigación

Uno de los objetivos de la creación de los PGIRS bajo la resolución 0754 del 25 de noviembre de 2014, es la de identificar alternativas de manejo de los residuos sólidos que se producen en Colombia. De forma que, con esta reglamentación se establecen las pautas para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos con énfasis en programas de separación en la fuente, presentación y almacenamiento, tratamiento, recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final.

Cabe aclarar, que, en el municipio de Guaduas bajo el enfoque de esta resolución, no existe una gestión eficiente de residuos sólidos orgánicos generados por las plazas de mercado lo cual perjudica a la comunidad en general y al medio ambiente; esto debido al cerramiento de algunas de las funciones de la planta de aprovechamiento que actualmente, solo se dedica a clasificar y almacenar materiales. Problemática que se ha producido por la falta de gestión en recursos de los entes públicos del municipio. También, debido a la falta de educación y cultura por parte de los vendedores y consumidores, donde, más del 50% de la población no se preocupa por hacer separación en la fuente y sumado a la falta de compromiso por parte de la administración municipal y la empresa de servicios públicos prestadora del servicio (Mesa et al., 2015).

Una de las consecuencias del mal manejo de los residuos sólidos orgánicos generados en la plaza de mercado, consiste en la pérdida de material potencial aprovechable que se

dispone en el relleno sanitario La Doradita. Lo que ocasiona, una reducción de la vida útil del mismo y un aumento en los costos asociados a la disposición final. En particular, este relleno inició su operación en el año 2004, con una vida útil proyectada de 22 años, tiene una capacidad para acumular optimizada del relleno de 1.596.394 m³ en 31,9 hectáreas; de los cuales hasta el momento se utiliza cerca del 34% del área. Es un vertedero mecanizado, que, de acuerdo con la normatividad se clasifica con un nivel de complejidad alto, ya que la población que acoge supera los 60.000 habitantes. Integrada por los municipios de Mariquita, Guaduas, Lérída, Puerto Salgar, Norcasia, Fresno, Caparrapi, Yacopi, Casbianca, Helios y Consol. Los materiales que recolecta son de origen, doméstico, comercial, institucional, industrial no peligroso y el barrido de calles y áreas públicas generados en el área urbana del municipio y los de otros municipios y entidades (Rincón, 2013) .

Por otro lado, aunque la empresa de servicios públicos Aguas del Capira S.A.E.S.P, contempla un PGIRS; en éste no se incluyen estrategias específicas para un productor potencial de residuos orgánicos como lo es la plaza de mercado, situación que ocasiona problemas internos como vectores, contaminación visual, malos olores, entre otros, que terminan afectando el buen funcionamiento de la plaza y que a su vez afecta a la comunidad aledaña. Igualmente, motivados por esta problemática surge la siguiente pregunta problema:

¿Cómo se desarrollan los procedimientos para el manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos respecto al plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) que se dan en el municipio de guaduas Cundinamarca?

1.3 Descripción del Área Problemática

El aumento en la generación de residuos sólidos, asociado al crecimiento poblacional, las actividades domésticas, comerciales, industriales, culturales y turísticas en el municipio; la falta de cultura social, la inadecuada formulación y desarrollo de políticas para el manejo de

residuos sólidos. Y aunque a la fecha existe el documento PGIRS creado por Mesa et al., (2015) sin ejecución completa. Según un informe publicado por la contraloría al año 2017 (Análisis de la Contraloría de Cundinamarca de la información remitida por las entidades CAR con radicado 20172149868, CORPOGUAVIO con radicado del 02 de noviembre de 2017 y CORPORINOQUIA con radicado CA-2017-013117), Guaduas solo cumplía en la implementación de este en un 0,71%. Demostrando con esto, que las prácticas actuales están colapsando el equilibrio del medio ambiente, causando daños irreversibles a los recursos naturales, los cuales hacen parte importante dentro del desarrollo social y económico de una población y no hay gran preocupación por parte del gobierno municipal, ni la E.S.P, para activar planes o alternativas eficientes para evitar esta problemática.

Así pues, la ineficiencia en la gestión de residuos sólidos conlleva a problemáticas ambientales que disminuyen la calidad del mismo y a su vez de las personas convirtiéndose en una complicación de salud pública. En el primero, causa impactos negativos en el suelo, aire, suelo y degradación del paisaje natural; en el segundo puede ocasionar la proliferación de vectores y la transmisión de enfermedades como son la *Peste bubónica*, el *Tifus murino*, la *Malaria*, el *Dengue* etc. causado por la reproducción de animales como son las ratas, mosquitos, zancudos, cucarachas entre otros. Desde el punto de vista económico aumenta el gasto público, en el manejo inadecuado de residuos y así también, se pierde un aporte al crecimiento económico, que está valorizado en los residuos aprovechables, reutilización o reciclado (Macdonald, 2017). Más aún que según un informe del CONPES elaborado por Castro, Gaviria, & Mejía, (2016) las tasas de aprovechamiento de los materiales en Colombia son demasiado bajas en comparación con las tasas de fabricación primaria. O en número, 65 billones de toneladas de materias primas que entraron al sistema económico mundial en 2010, es posible que se incremente a 82 billones de toneladas en 2020.

Con esto se quiere decir, que esta problemática ambiental, en el municipio de Guaduas. Uno de los escenarios que promueven esta dificultad se encuentra ubicada en la plaza de

mercado y en algunas calles donde disponen los residuos algunos fruver's. Que como bien se mencionó antes, se ve reflejada en la calidad del ambiente y de vida de las personas que allí laboran y algunos vecinos que allí viven o realizan actividades de comercio. De allí, la importancia para buscar la mejor alternativa para reducir la contaminación en todos los ámbitos que se genera por la pésima disposición de estos residuos. En este último caso se da cuando la comunidad recolecta en contenedores o canecas los desechos y los dejan al aire libre, a la espera de la recolección de la empresa de aseo. Ocasionando que los animales y recicladores, desordenen estos residuos de forma irresponsable. Sumado, a que no existe un programa que controle y maneje integralmente los residuos y que permita ejecutar acciones que busquen contribuir a la gestión ambiental del municipio. Y la recolección de los desechos, argumenta Mesa et al., (2015) no cuentan con una estación de transferencia, sino que los residuos van directamente al relleno sanitario La Doradita.

Por otro lado, el Municipio de Guaduas no es ajeno a la problemática que genera la mala disposición, según el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS, la producción de residuos (correspondiente a la suma de todos los sectores domiciliarios, industriales, institucionales, oficiales, hospitalarios y comerciales); es de aproximadamente 400 toneladas mes; dato que incluye la producción urbana y las áreas rurales donde la empresa tiene cobertura, las cuales van al relleno sanitario la Doradita sin ningún tipo de clasificación.

A pesar que en la plaza de mercado cuenta con contenedores, no se lleva a cabo un proceso de manejo adecuado e integrado de los residuos sólidos, debido a que los vendedores, dueños de negocios como restaurantes y estancos no separan los residuos sólidos que generan. Y En ocasiones estos residuos generados van a dar a fuentes hídricas y/o botaderos satélites aumentando la problemática. Es de aclarar que la entidad prestadora del servicio no percibe ningún recurso por la prestación del servicio en la plaza de mercado. De modo tal que los actores implicados dentro de la problemática están conformados por el ente público del

Municipio de Guadua, la plaza de mercado, los Fruver's del Casco Urbano, la administración Municipal y la empresa de Servicios públicos.

1.4 Antecedentes investigativos.

Se plantea como primer antecedente internacional, el trabajo titulado “Aprovechamiento de los Residuos orgánicos para la implementación de bio - huertos domiciliarios en el asentamiento humano Millpo Ccachuana del distrito de Ascensión – Huancavelica”, elaborado por Torres (2018). El objetivo de este trabajo fue el determinar la influencia que podría tener la instauración de este estudio en la comunidad mencionada. Partiendo de la identificación de los residuos, dependiendo de la fuente de generación, naturaleza según las características físicas y su respectiva tipificación. Utilizó un enfoque de investigación aplicada de tipo descriptivo, con una muestra de 162 familias pertenecientes al asentamiento Millpo Ccachuana distrito de Ascensión, Provincia y departamento de Huancavelica. Los resultados arrojados por la investigación consistieron en que el 51% de los hogares el aprovechamiento de los residuos orgánicos era inadecuado. Esto, a causa de que no clasificaban los residuos orgánicos; no utilizan practicas correctas de reúso de residuos orgánicos de acuerdo con el tipo de generación, naturaleza o característica física.

Una vez aplicada las sesiones y la implementación del Bio-huerto, logró que el 96% de la comunidad involucrada en el estudio, incorporará prácticas de aprovechamiento orgánico adecuadas. Como es el caso de la clasificación, y la reutilización de residuos para la producción de compost. En síntesis, encontró que el aprovechamiento de los residuos orgánicos influye significativamente en la implementación de bio-huertos domiciliarios en el asentamiento humano Millpo Ccachuana, mediante el compost (Torres, 2018).

Ahora bien, un segundo trabajo, denominado “Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia” Solanyi Castañeda-Torres y Juan Pablo Rodríguez Miranda. Los autores buscaban con el estudio realizar una aproximación a un modelo de optimización conceptual, técnico y matemático para el apoyo en la toma de decisiones con el fin de minimizar impactos ambientales. Utilizando como materiales y métodos, una investigación aplicada, descriptiva y cuasi-experimental (causa-efecto); realizaron

un registro de la información de las plantas de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en el Departamento de Cundinamarca; incluyeron parámetros fisicoquímicos que afectan la calidad, del compostaje y lombricultivo. Siendo estos el contenido de humedad, la relación Carbono/Nitrógeno (C/N), la composición bioquímica y aspectos físicos como son el pH, la temperatura y la textura. Luego realizaron un análisis del mercado en relación con el precio de venta y aspectos técnicos para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos (RSO). Y finalmente, ejecutaron los cálculos de producción de RSO para crear el modelo conceptual, técnico y matemático y finalmente el software de cálculo. Una de las conclusiones más sobresalientes del estudio obtenido por los investigadores fue que el aprovechamiento de RSO permite disminuir las emisiones en toneladas de CO₂ emitidos a la atmósfera. Por consiguiente, los productos finales del compostaje y lombricultivo reducen las emisiones de gases efecto invernadero capturando el CO₂ en abonos y fertilizantes orgánicos, de modo que el modelo es ambientalmente sostenible en el tiempo (Torres & Rodríguez, 2017).

Un tercer trabajo encontrado titulado “El valor potencial de los residuos sólidos orgánicos, rurales y urbanos para la sostenibilidad de la agricultura y realizado por Aníbal Quispe Limaylla, (2015). Se estableció con la finalidad de entender las razones de la mala gestión y tratamiento de los RSU y consecuentemente generar formas alternativas de manejo apropiado de la parte orgánica, tanto en lo rural como urbano, revalorando su importancia para la agricultura sostenible. De forma tal que con dicha información el autor pudiera generar conocimientos, tecnologías y experiencias de manejo y aprovechamiento de los RSO a nivel local con la participación ciudadana. La metodología empleada por el investigador fue bajo el modelo de investigación-acción, es decir, experimentación y sistematización. Manejando como variables, el nivel de participación de la gente en el proceso de manejo de los RSO desde su separación; la efectividad de las tecnologías usadas; el nivel de adopción de las tecnologías introducidas; la calidad de la composta y efectividad para la producción de hortalizas; y los niveles de impacto de las acciones de los proyectos. Conformó una muestra con 20 familias

rurales a las cuales orientó el trabajo hacia el manejo de los RSO con lombrices y 260 familias urbanas estableció un módulo comunitario con la infraestructura requerida para manejar aproximadamente 30 toneladas de RSO al mes y con la composta producir hortalizas en invernadero y a cielo abierto. De los resultados obtenidos, logró que las familias produjeran vermicomposta de buena calidad y apropiadas para la producción de hortalizas, evidenciado con la producción de hortalizas. De las conclusiones más notables fueron que la comunidad tiene una grandiosa oportunidad para disponer de abono de calidad de las inmensas cantidades de RSO, que diariamente se genera para una agricultura que exige sea orgánica y sostenible. Además de que se hace necesario que se esgrimen esfuerzos en promover esta técnica como forma de proteger al medio ambiente y producir productos agrícolas más limpios (Limaylla, 2015).

En cuarto y último lugar, se encontró un estudio elaborado por Castro (2014) el cual se relacionó con “Estrategias para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la plaza de mercado de Fontibón, Bogotá D.C”. lo anterior, debido a la cantidad de residuos que se producen en este lugar y la poca gestión que se ejecuta. El autor entonces propuso la implementación de un conjunto de estrategias que permitieran el aprovechamiento, minimización, valorización, transformación y disposición controlada de los Residuos Sólidos Orgánicos RSO. Usando como metodología, el estudio de caso, bajo un enfoque cualitativo con una población conformada por 323 locales, y una muestra de 63 comerciantes. Aplicó una encuesta y una caracterización física de los residuos orgánicos mediante el método de cuarteo y la observación directa. De esto, el investigador encontró que la mayoría de los desechos estaban integrados por plantas herbáceas, verduras, hortalizas y frutas. De modo que, como resultados del proyecto obtuvo un modelo práctico para el manejo integral de los RSO basado en la metodología del Mejoramiento Continuo Ciclo PHVA: Planear, Hacer, Verificar y Actuar, elemento útil en la planeación de los sistemas de gestión ambiental y apoyados en la Matriz de Marco Lógico (MML). De las conclusiones encontró que es fundamental, que en el

planteamiento de estrategias de aprovechamiento y valorización de los RSO estén acordes a los criterios técnicos y normativos de gestión integral, reincorporándolos al ciclo productivo y que a su vez, beneficien al medio ambiente y la economía de la comunidad de la plaza (Castro, 2014).

1.5 Justificación

La composición física de los residuos sólidos urbanos en nuestro país está constituida en más del 50% por residuos orgánicos; es por esto, que se debe buscar una alternativa para el aprovechamiento de estos con fines beneficiosos para el medio ambiente apuntando a una eficiente gestión integral de residuos sólidos desde la presentación hasta la disposición final.

Este aprovechamiento conduce de manera directa a la disminución de impactos ambientales y sociales generados en especial en el componente de disposición final lo cual es competencia de la gestión ambiental. Razón por la cual, la disposición final y la aplicación de los planes de manejo ambiental a este componente a la luz de la exigente normatividad ambiental generarán seguramente en un futuro cercano incrementos tarifarios que afectarán la economía familiar. O, por el contrario, de no aplicarse pondrían en riesgo la viabilidad económica y financiera de las empresas prestadoras del servicio público domiciliario del aseo. De manera que, con este trabajo se pretende consolidar y sistematizar la información existente para hacer un análisis reflexivo en torno al aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos urbanos que sirva de insumo en la formulación de lineamientos y directrices para los entes reguladores.

Por consiguiente, es necesario al buscar alternativas que beneficien el medio ambiente, disminuir la cantidad de residuos sólidos dispuestos en rellenos sanitarios con el fin de aumentar la vida útil y la capacidad de los mismos. Adicionalmente contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de sus pobladores brindando así a las actuales y futuras generaciones un desarrollo sostenible en lo referente al manejo y tratamiento de los residuos sólidos. Además de que es importante buscar alternativas de manera urgente, ya que en la actualidad se están presentando botaderos satélites a las afuera de los perímetros urbanos y la comunidad comienza a ver el río San Francisco, fuente hídrica que abastece el acueducto municipal, como una fuente eliminadora de residuos sólidos, los cuales inciden de manera

directa en la contaminación de la cuenca del río negro haciendo que lo logrado hasta ahora, se vea afectado por la presente situación. De forma tal que este trabajo tendrá relevancia a nivel:

Social pues sensibiliza e incentiva en la comunidad perteneciente al municipio de Guaduas, la importancia de realizar un consumo responsable de los productos que generan residuos sólidos orgánicos y su disposición final por parte del usuario para lograr el aprovechamiento del mismo con una técnica adecuada. Además, que ayudará a disminuir la proliferación de roedores e insectos, que fomentan la aparición de enfermedades al mejorar la disposición de los desechos.

En el ámbito ambiental, disminuye los impactos negativos que se producen por la acumulación de desechos al aire libre y la producción de lixiviados. Lo cual se verá reflejado, en una calidad más limpia del aire libre de olores; protección del suelo y los cuerpos de agua y mejora en la visualización del paisaje natural. Fomentado a su vez, la implementación del PGIRS pues ayuda a organizar y mejorar la recolección selectiva de los residuos sólidos orgánicos.

En el aspecto económico del municipio, el aprovechamiento de residuos orgánicos de forma eficiente promueve el flujo de nuevos ingresos tanto para el municipio como para los propios habitantes; pues crea nuevas opciones de empleo disminuyendo los índices de desempleo en el país.

En el campo científico, sirve como modelo para su adaptación en otros tipos de investigaciones debido a que aporta datos empíricos de la realidad para promover nuevas investigaciones.

Vale la pena decir, que mediante la caracterización los residuos generados en la plaza de mercado y los fruver's del casco urbano del municipio de Guaduas se puede analizar las alternativas técnicas para el manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos con el fin de contribuir amigablemente con el medio ambiente generando beneficios ambientales, económicos, sociales al municipio. De forma tal, que apoye la implementación del PGIRS

obligatorio para el territorio, sensibilice y haga a la comunidad responsable en la producción de desechos y la importancia de su disminución. Y de igual modo, se establezca como base para promover el desarrollo sostenible de la región. Además de que servirá para el análisis de la situación ambiental actual del casco urbano y de la plaza de mercado de Guaduas respecto a los residuos sólidos; al brindar información que permita buscar una alternativa viable a dicha problemática siendo articulada con la implementación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) del municipio y teniendo en cuenta elementos de carácter social, ambiental, técnicos, logísticos y administrativos.

Y, por otro lado, el resultado esperado de la investigación irá dirigido, al mejoramiento de la calidad de vida y al entorno ambiental, donde, se resalta la importancia de sensibilizar a cada uno de los actores principales de la problemática; y la multiplicación formativa en otros contextos como el del hogar, el barrio, instituciones educativas y extenderlo finalmente a todo el municipio, para dar cumplimiento a la normatividad vigente. También llegará a ser una herramienta concreta para instituciones o personas que deseen ahondar en el tema de aprovechamiento de residuos sólidos y cómo contribuye para la solución del problema planteado. Asimismo, como se dijo antes, a lo largo de la historia, el problema de los residuos sólidos ha sido su eliminación, pues su presencia es más evidente que la de otro tipo de residuos y su proximidad resulta molesta. La sociedad solucionó este problema quitando los residuos de la vista arrojándolos a las afueras de las ciudades a los cauces de los ríos o en el mar, u ocultándolo mediante enterramiento. Por ende, el crecimiento acelerado de la población en los últimos años, así como el proceso de industrialización, han aumentado la generación de residuos. En síntesis, por medio de esta propuesta investigativa se pretende analizar la alternativa más viable para dar solución a esta problemática de modo que se pueda aprovechar estos residuos orgánicos para aumentar la vida útil del relleno en beneficio del medio ambiente.

1.6 Objetivos, General y específicos

Objetivo general.

Analizar los procedimientos para el manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos respecto al plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) del municipio de Guaduas Cundinamarca

Objetivos Específicos.

Caracterizar los residuos generados en la plaza de mercado y los fruver's del casco urbano del municipio de Guaduas.

Describir las alternativas técnicas utilizadas para el manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados por la plaza de mercado y los fruver's del casco urbano del municipio de Guaduas Cundinamarca.

Determinar el cumplimiento en el uso de alternativas técnicas amigables con el medio ambiente respecto a lo establecido en el plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS)

1.7 Hipótesis y variables (si es cuantitativo). Supuestos y categorías de Análisis (si es cualitativo).

El aprovechamiento adecuado de residuos sólidos orgánicos de acuerdo con el PGIRS, en el municipio de Guaduas, disminuye la disposición final de estos materiales, en vertederos o rellenos sanitarios.

II Marco teórico

2.1 Residuos sólidos

En siglos pasados, las basuras eran calificados como desechos, que, para su control el único sistema utilizado era el vertido práctica aplicada a nivel urbano y rural. Sin embargo, con el transcurrir de los tiempos y la aparición de nuevas tecnologías se crearon nuevas opciones para su manejo y al mismo tiempo, su terminología ha cambiado a uno más práctico como es el de residuo (Antuña, 2016). Según la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial Fernández & Sánchez, (2007) los desechos son considerados como un residuo heterogéneo, que, de acuerdo a su conformación en altas probabilidades será difícil de reintroducir dentro del ciclo natural de un ecosistema; pues al ser originado a partir de la actividad antropogénica y sin un control o clasificación del mismo podría considerarse como un material contaminante cuyo destino final será el aumento de los índices de impacto ambiental negativo o dañinos para los demás seres vivos y el planeta.

De igual modo, Cabildo y Claramut (2008, citado en Flores, Fray, & Moran, 2017) lo identifican como cualquier tipo de material considerado como inservible, que, al ser producto de la actividad humana sin importar el estado físico de la materia y sus distintas mezclas es arrojado a cualquier sitio sea a la atmósfera, el agua o el suelo.

Por otro lado, la definición dada por decreto 1713 de 2002, Macdonald (2017) establece a los residuos como diferentes tipos de materiales sólidos, sustancias, u objetos; que se caracterizan por ser de un solo uso al ser desechados por la sociedad y que se originan a partir de diferentes actividades, en donde el generador elimina de forma inapropiada estos desechos, sin valorar la capacidad de este para ser reutilizado, reciclado etc.

2.1.1 Problemáticas en el control de los residuos sólidos.

Ahora bien, una de las problemáticas que más aquejan a la sociedad actual y que pone en riesgo al planeta es la producción descontrolada de residuos y sin ningún tipo de clasificación o rehusó para dichos materiales. De acuerdo con un informe del banco mundial *What a Wastw 2.0 o los desechos 2.0* en el mundo se producen 2010 millones de toneladas de desechos municipales. Y de estos, aproximadamente un 33% no realiza ningún tipo de gestión medio ambiental, que, de seguir así, para el año 2030 es posible que los desechos se incrementen hasta lograr una espeluznante cifra del 70% de desechos equivalentes a 3400 millones de toneladas por año. Así también en la clasificación en la producción de desechos en el planeta se determinó que según la Figura 1, Asia Oriental y El Pacífico son los mayores productores de residuos con 468 millones de toneladas, seguidos por Europa y Asia Central con 392 millones/ton, Asia Meridional con 334 millones/ton, América del Norte con 289 millones/ton y América Latina y El Caribe 231 millones/ton. Esta última, en la que se incluye Colombia muestra que la cifra aún sigue alta y con posibilidad de incrementarse (Kaza, Yao, Bhada, Tata, & Van, 2018).

Figura 1.

Generación de desechos a nivel regional

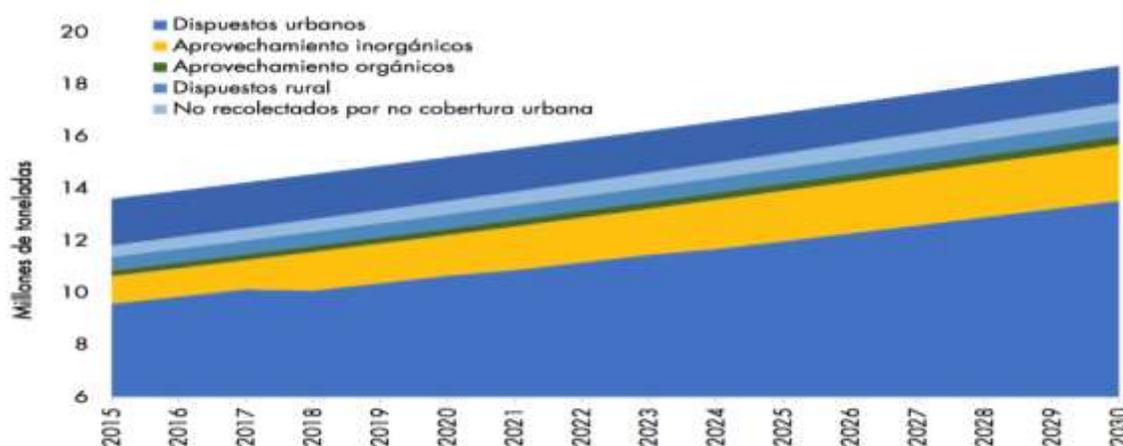


Fuente: Kaza, Yao, Bhada, & Van Woerden (2018).

En relación con Colombia en un documento publicado por el CONPES 3874 estima que para el año 2035 Figura 2, la producción de residuos entre zonas urbanas y rurales podría alcanzar un valor de 18,74 millones/ton anual acumulado entre 64 ciudades con más 100.000 habitantes. Además de que, para esa fecha muy posiblemente unos 14,2 millones/ton anual de desechos serán ubicados en rellenos sanitarios sobrepasando su vida útil y capacidad para un funcionamiento adecuado (Castro, Gaviria, & Mejía, 2016).

Figura 2.

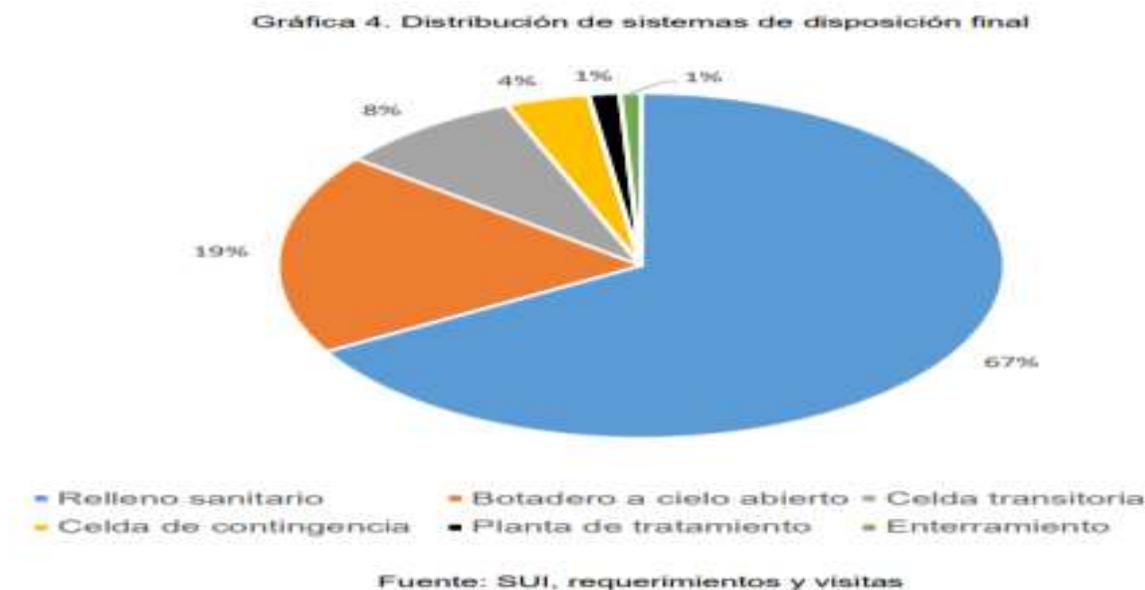
Proyecciones de generación de residuos, 2015-2030.



Fuente: Cálculos DNP a partir del estudio de infraestructura. Sector residuos (DNP y BM, 2015, citado por CONPES, 2016).

En conexión con lo anterior, es tal la problemática suscitada en Colombia que el manejo que se realiza de los residuos según la Figura 3 la disposición final en un 58% se reducen a rellenos sanitarios, un 20% en botaderos a cielo abierto, un 12% a celdas transitorias, un 5% en celdas de contingencia, un 3% son enterradas y solamente el 2% es llevado a plantas de tratamiento (Beltrán, Marú, Quintero, & Hernández, 2018).

Figura 3.
Distribución de sistema de disposición final



Fuente: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios & Departamento Nacional de Planeación (2018).

Es importante establecer que la acumulación de residuos sólidos y su mal manejo puede acarrear impactos ambientales negativos irreversibles que podrían llegar a condenar la supervivencia de diversas especies en el mundo. Como bien lo plantea, Sameh Wahba, director de Desarrollo Urbano y Territorial, Gestión de Riesgos de Desastres, y Resiliencia del Banco Mundial (citado en Kaza, Yao, Bhada-Tata, & Van Woerden, 2018) estas consecuencias de una inconciencia humana está aumentando la contaminación en los océanos del planeta impidiendo el flujo continuo de los drenajes, que causan inundaciones; incremento de la contaminación atmosférica a causa de las quemadas, lo que generan problemas de salud pública,

a través del incremento en la presentación de enfermedades respiratorias y termina afectando la economía y los recursos bajo una relación sustentable.

Cuando las toneladas de residuos producidas en la urbe son llevadas a vertederos estos a corto plazo perfeccionan un nuevo problema ambiental causando afectaciones al suelo, la flora y fauna, destrucción del paisaje natural e incremento en la contaminación atmosférica y el agua. Además de que se crean reacciones bioquímicas entre la materia orgánica e inorgánica, las cuales, como producto generan sustancias tóxicas que son conducidos por el agua hacia el interior del suelo y aguas subterráneas. O también, emitidas al aire, en forma de gases lo que con el tiempo modificará todas las actividades dentro del ecosistema y el desplazamiento de las especies por destrucción de sus hábitats (Mora, 2004).

Es fundamental entender, que esta problemática es de índole global los residuos sólidos y su inadecuada gestión comprometen los recursos naturales de las futuras generaciones, desvirtúan el concepto y las políticas ideales de un desarrollo sostenible pues se encaminan hacia el crecimiento económico, pero dejan de lado al primero. Al actuar en contravía a este principio, la situación es tan desbordante que los residuos plásticos por ejemplo, ya conforman islas de basura en el mar que lo único que traen son daños a las especies presentes en este medio pues mucho los considera como un alimento que jamás logran digerir causándoles la muerte (Hernández & Corredor, 2017). También, como lo hace notar Tejada (2013) algunos factores que encrudecen esta situación son determinados a su vez por la explosión demográfica a nivel urbano; el uso de bienes materiales de corta duración y el incremento en el uso de envases no retornables que son cero o poco biodegradables.

De manera semejante, los residuos orgánicos pueden ocasionar daños ambientales severos cuando su gestión es inadecuada. Entre ellos se cuenta el desequilibrio visual del paisaje al producir una sensación de suciedad y malos olores; fermentaciones inadecuadas con residuos tóxicos que pueden llegar a ser inflamables y producir incendios que implican daños al ecosistema, bosques y aumento de la contaminación atmosférica. Asimismo, la aparición de

lixiviados en vertederos que resultan de una mezcla de sustancias orgánicas e inorgánicas insolubles e inertes de difícil descomposición favoreciendo la contaminación de las aguas y el suelo. Y, por último, la atracción con este tipo de residuos de roedores, plagas, microorganismos patógenos que conducen a la proliferación de enfermedades respiratorias y cutáneas en poblaciones cercanas, niños y ancianos (Herminio, Bueno, & Lavín, 1998).

Frente a la situación anterior, el incremento de los residuos sólidos y su control a través de los años es considerado como un desafío para las políticas pública actuales que deben considerar crear estrategias más eficaces que mejoren la gestión de dichos materiales, su reincorporación a los ciclos naturales. y, que análogamente, las diferentes agencias públicas y privadas de todas las regiones, han convertido esta situación en una prioridad imprescindible a solucionar. De modo tal que la propuesta dada por estas entidades busca responsabilizar a los gobiernos en virtud de mejorar la gestión de residuos basados en la valorización creando una oportunidad de negocio que podría ayudar a mejorar las ventajas competitivas de un país en los mercados internacionales (Hernández & Corredor, 2017).

2.2. Clasificación de los residuos sólidos

Los residuos sólidos de acuerdo con la Tabla 1, se pueden categorizar dependiendo de la fuente donde fue producido, de esto se tiene que la composición química (orgánico o inorgánico) por lo general son de procedencia biológica, es decir, residuos orgánicos que contienen agua, restos de alimentos, estiércol o animales pequeños muertos. Su naturaleza, puede estar dada por centros hospitalarios, plazas de mercado, restaurantes o similares que en su proceso de descomposición producen sustancias tóxicas en algunos casos malos olores y atraen vectores. Por otro lado, el tipo de material generado puede conducir a la utilidad, es decir, si es reciclable o no reciclable. La fuente de origen (domiciliarios, comerciales, constructivos, industriales o agrícolas) recibirán un tratamiento diferente; de esta manera, si son considerados peligrosos (inertes o no inertes) deberán tener un manejo especial, que no

implique la afectación a la salud humana o impacte negativamente al medio ambiente. y las condiciones para su tratamiento cambian según la clasificación dada (Fernández & Sánchez, 2007).

Tabla 1.

Clasificación de los residuos sólidos urbanos (RSU) Orgánicos

Por su composición química	Orgánicos
	Inorgánicos
Por su utilidad o punto de vista económico	Reciclables
	No reciclables
Por su origen	Domiciliarios
	Comerciales
	Constructivos
	Industriales
	Agrícolas
Por el riesgo	Peligrosos
	No inertes
	Inertes

Fuente: Fernández & Sánchez (2007).

En Colombia, según Macdonald (2017) existen varios tipos de residuos los cuales se clasifican según su tipo, es decir, dependiendo del tipo de producto que termina siendo al final para su manejo en residuos sólidos aprovechables o no aprovechables y residuos peligrosos. Los primeros, son caracterizados como materiales no peligrosos que son producto de cualquier actividad sin que con ello representen algún riesgo para la salud humana y el medio ambiente, aunque sin valor de uso directo o indirecto en su generador pueden tener la propiedad de ser reincorporados a un proceso productivo. Los segundos, son sustancias sólidas o semisólidas de origen orgánico e inorgánico que pueden llegar a transformarse en sustancias putrefactas o no; las fuentes derivadas son los hogares, industrias, comercio, instituciones de servicios etc. sin que, desde estos medie un proceso de reclasificación, aprovechamiento o reutilización. Además, son considerados sin valor comercial, demandan tratamiento y una disposición final. Y los terceros, presentan particularidades infecciosas, tóxicas, explosivas o corrosivas, inflamables, que pueden poner en riesgo a la salud humana o la calidad del medio ambiente.

Esta información anterior, se comprueba con el decreto 2676 de 2000 del Ministerio de Medio Ambiente (2000) en el cual para la clasificación de los residuos hospitalarios y similares los catalogan según naturaleza Tabla 2, como no peligrosos, biodegradables, reciclables, inertes u ordinarios o comunes y los residuos peligrosos, subdivididas en infecciosos o de riesgo biológico, los químicos y los radiactivos.

Tabla 2

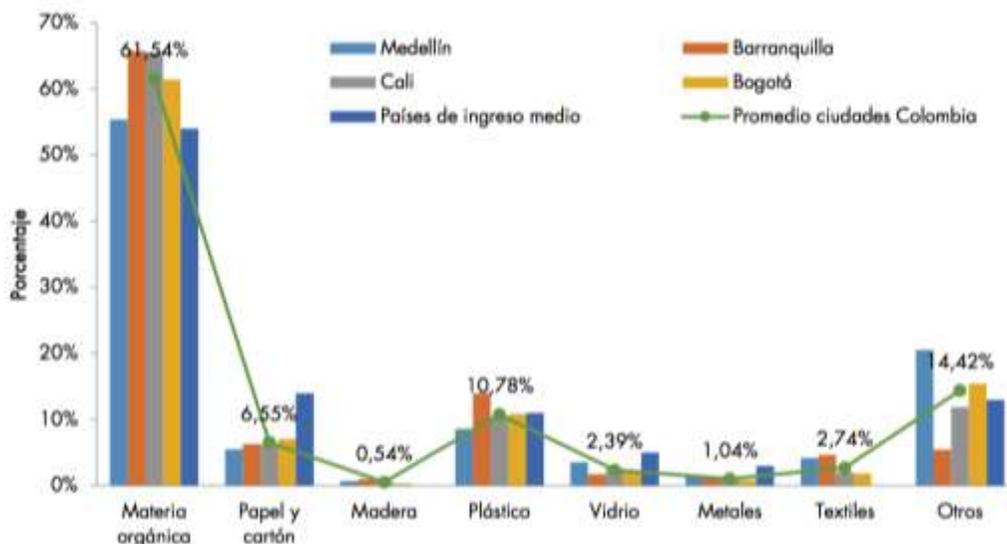
Clasificación de residuos			
Residuos no peligrosos		Residuos peligrosos	
Biodegradables	Infeciosos o de riesgo biológico	Químicos	Radioactivos
Reciclables	Biosanitarios	Fármacos	
Inertes	Anatomopatológicos	Citotóxicos	
Ordinarios o comunes	Corto punzantes	Metales	
	Animales	Reactivos	
		Contenedores presurizados	
		Aceites usados	

Fuente: adaptado de: Decreto 2676, 2000. (Ministerio de Medio Ambiente, 2000).

Se puede señalar entonces, que los residuos biodegradables son los que incorporan los despojos orgánicos catalogados por el ministerio como los restos químicos o naturales que tienen la posibilidad de descomponerse con mayor facilidad en el medio ambiente. De estos se distinguen los restos vegetales, residuos de alimentos, papeles no aptos para el reciclaje, jabones y detergentes biodegradables, madera y demás residuos que se puedan transformar en materia orgánica Decreto 2676, 2000. (Ministerio de Medio Ambiente, 2000, p.5). es importante resaltar, que en un estudio realizado por Castro et al., (2016) encontraron que los principales residuos sólidos que se producen en las ciudades Figura 4 en un 61.54% está integrada por materia orgánica, 6,55% papel y cartón, 10,87% plástico, 14,42% otros, 2,74% textiles, 1,04% metales, y madera 0,54%. Demostrando con esto, que lo que más se produce en exceso es materia orgánica.

Figura 4.

Caracterización de residuos sólidos en algunas ciudades de Colombia,



Fuente: BID (2015, citado en Castro et al., 2016)

2.4 Gestión de residuos orgánicos

Los residuos orgánicos se incorporan dentro del grupo de materiales biodegradables porque tienen características químicas o naturales que les provee la posibilidad de descomponerse fácilmente con su exposición al medio ambiente. Están conformados por restos vegetales, residuos alimenticios no infectados, papel higiénico, jabones y detergentes biodegradables, madera, u otros residuos que se pueden convertir con ligereza en materia orgánica.

Cuando se habla de gestión de residuos es fundamental comprender que este se describe como el involucramiento de todas las fases o actividades necesarias que se deben llevar a cabo para manipular adecuadamente un material o residuo producto de una actividad humana hasta lograr ubicarlo en una disposición final (Ochoa, 2012).

Los ciclos naturales como son el agua, nitrógeno, carbono etc. que se establecen en los ecosistemas cumplen la función de mantener el equilibrio de toda la cadena alimenticia que

depende de ella. De modo que todas las especies, es decir, productores, consumidores y descomponedores, dependen ampliamente de este sistema para su subsistencia y al mismo tiempo, deben cumplir un rol fundamental dentro de este. Si se aplica a los residuos estos también incorporan etapas que van desde la generación, el transporte, el almacenaje y la disposición final. Es decir que como humanos consumidores y productores de desechos es necesario que también tengamos conciencia de la responsabilidad que tenemos de controlar y gestionar adecuadamente dichos residuos (Fernández & Sánchez, 2007).

En pocas palabras, dependiendo del tipo de residuo este generara un impacto ambiental mayor o de menor grado, pero al final siempre causara algún tipo de daño tanto al medio, como a la salud humana u otras especies. De forma que la gestión del residuo dependerá de su principio y de este se deberán programar las etapas a las cuales debe ser sometido hasta su disposición final. En el caso por ejemplo de los residuos orgánicos su proceso de gestión se planificará conforme a su fuente que por lo general proviene de restaurantes, plazas de mercado o domiciliario (Castro et al., 2016).

Como lo hace notar Macdonald (2017) cuando se establece un proceso de manejo integral de residuos se debe seguir un esquema que incorpore cada una de las etapas de gestión para su disposición final. Estas están integradas por prevenir y minimizar la generación; reutilizar los residuos, aprovechar y valorizar los residuos; tratar los residuos y disponer de los residuos, todos resumidos en la Figura 5.

Figura 5.

Jerarquía de la gestión de residuos,



Fuente. DNP.

Fuente: Macdonald (2017).

De tal forma que como bien el mismo autor Macdonald (2017) señala:

La eficiencia en la gestión de residuos sólidos municipales no sólo depende de los municipios e instituciones responsables de su administración, sino también de los hábitos y costumbres de la población: es importante que la misma entienda la importancia del manejo de los residuos y participe activamente (p.12).

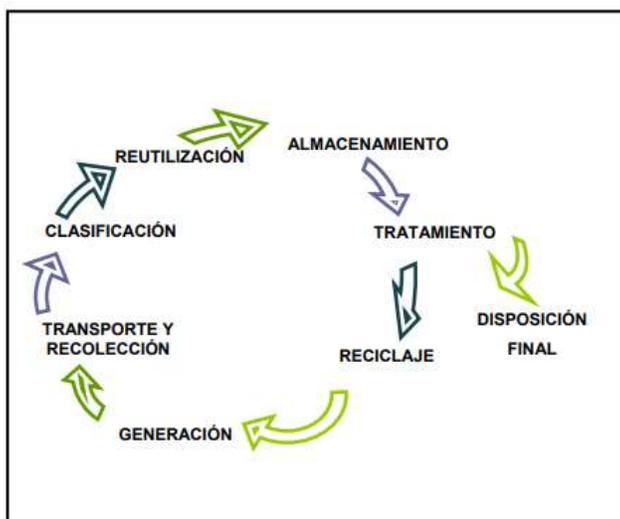
En definitiva, Castro et al., (2016) explica que es esencial comprender que estas medidas buscan reducir y gestionar los restos mediante la jerarquización de sus fases y la puesta en marcha de la política de una economía circular. Así pues, se presenta una pirámide inversa Figura 6, donde, en primer lugar, la prevención se visualiza bajo el principio de disminuir la producción de residuos desde la fuente con prácticas adecuadas e incentivando el consumo responsable. En segundo lugar, aplicar el proceso de reducción mediante la reutilización que continuará, en tercer lugar, con el aprovechamiento o reciclaje. El cuarto lugar,

lo ocupa, los residuos que no fueron incluidos en la etapa anterior y requieren de otro tipo de tratamiento. Por ejemplo, la reincorporación a un proceso de producción como es el compostaje o digestión anaerobia; la valorización energética; y/o la disminución del volumen o masa antes de su disposición final que está conformado por rellenos sanitarios o incineración sin que intermedie la valorización energética.

Por su parte, Fernández & Sánchez (2007) establece los criterios de gestión de residuos Figura 7 en ocho etapas que son generación, transporte y recolección, clasificación, reutilización, almacenamiento, tratamiento y/o reciclaje o disposición final.

Figura 6.

Ciclo de vida de ocho fases de los RSU



Fuente: Fernández & Sánchez (2007).

Desde este ciclo, Fernández & Sánchez (2007) describen los procesos para la gestión de los residuos. La generación comprende la etapa inicial del sistema la cual se interrelaciona con la responsabilidad y concientización antropogénica en la producción de residuos y el nivel socioeconómico de la comunidad. Seguida por el transporte y recolección este acto se puede ejecutar en forma manual o mecánica para ser llevada a las plantas de clasificación o disposición final como son los vertederos. Si se realiza el paso de clasificación según su composición y naturaleza los materiales útiles son convertidos en materia prima. Los demás,

son reutilizados en procesos que les permita extender su vida útil y fomentando la disminución de costos en producción. El almacenamiento, es una fase primordial para el sistema pues dependiendo de la forma en que este se realice estribará que el residuo pueda ser reutilizado o reciclado en otros procesos. Por lo general esta etapa se realiza desde donde es generado ya sea el hogar, el comercio, la industria, sitios públicos etc.

La fase del tratamiento se establece como el momento donde se ejerce una alteración de las características físicas, químicas o biológicas del material residual a tratar. El objetivo de este es de hacer más eficiente las técnicas de gestión de residuos ocupándose de reciclar o recuperar productos de conversión (Briganti, Díaz, & Vergara, 2003). Entonces, dependiendo del residuo producido este conlleva a un tratamiento específico, en el caso de los residuos orgánicos se les debe aplicar técnicas de preselección para categorizarlos, quitar impurezas y luego disponer de estos como estrategia para disminuir el volumen en los rellenos sanitarios, extender la vida útil del producto y generar empleo (Fernández & Sánchez, 2007). Contreras et al., (2016) agrega que es importante en la categorización de los residuos orgánicos para su tratamiento identificar el contenido de humedad, materia orgánica seca, contenido de proteína, contenido de nutrientes y macronutrientes.

Desde la posición de Macdonald (2017) un tratamiento específico para residuos orgánicos se compone de un proceso mecánico -biológico cuya meta es la extraer los materiales voluminosos inicialmente, obtener los residuos valorizables, acondicionar los que tiene capacidad biológica, y estos últimos, poder estabilizarlos para su uso como materia orgánica y destino final.

Pero existen otros tratamiento, que pueden esquematizarse como materia prima para el aprovechamiento en compostaje, lombricultura, combustión, digestión anaeróbica, licuefacción, fabricación de jabones elaboración de papel, alimentación animal, lecho hidropónico, fermentación alcohólica, gasificación, pirólisis, elaboración de papel aglomerados,

aprovechamiento de aceites vegetales, elaboración de pinceles y cepillos (Contreras et al., 2016).

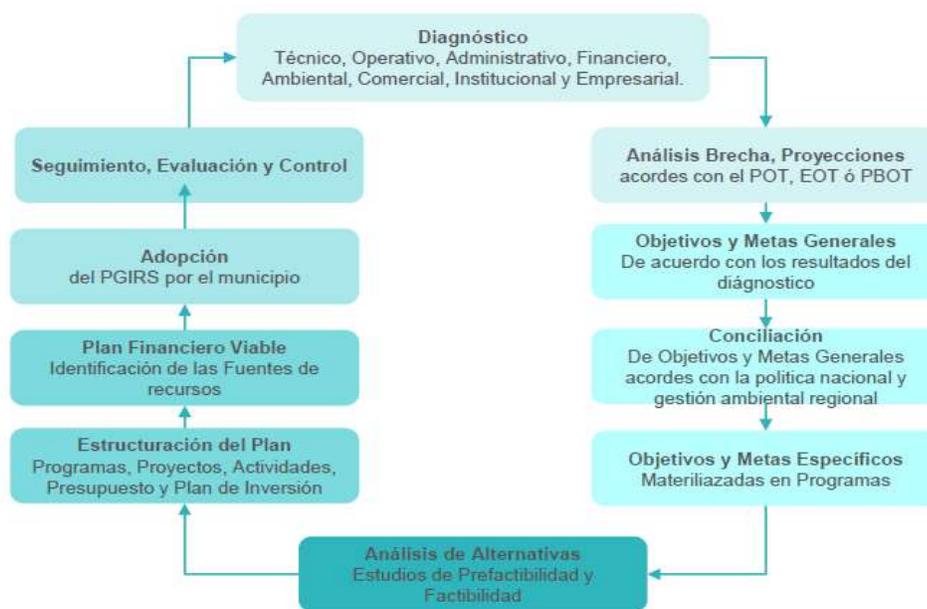
Ahora bien, el reciclaje, es una técnica que se utiliza para recuperar como materia prima algunos residuos del consumo humano y ser usados en otros procesos para extender su uso. En algunos casos pueden tener elevados costos económicos y sociales para la reparación del impacto ambiental negativo que puede llegar a causar; tanto en las empresas que lo producen por su responsabilidad ante la producción del producto como el consumidor por la generación de un residuo. A su vez, algunos residuos orgánicos son utilizados como ingredientes en la formulación de raciones para animales. Por último en el ciclo se tiene la disposición final por lo general dependiendo del residuo pueden ser derivados a rellenos sanitarios o vertederos o depósitos de seguridad (Fernández & Sánchez, 2007).

2.5 EI PGIRS

Sujeto a ley 1259 de 2008, el decreto 2981 de 2013 y el decreto 1147 de 2015; El PGRIS (plan de gestión integral de residuos sólidos) se refiere a la política pública postulada por el ente gubernamental cuya finalidad es dar los lineamientos necesarios para la reducción, recuperación y aprovechamiento con prácticas adecuadas de la gestión integral de residuos sólidos por parte de las copropiedades y comercio. Este se convalida como un instrumento base para la planeación municipal o regional el cual integra en forma secuencial los objetivos, metas, programas, proyectos, actividades y recursos fijados por las entidades encargadas del manejo de este tipo de materiales. De forma tal, que, para su ejecución es primordial que se realice en un lapso determinado partiendo de un diagnóstico inicial, una proyección en el tiempo y un plan financiero viable. Con lo anterior, se busca lograr el mejoramiento continuo y la prestación del servicio de aseo y la medición incesante de los resultados (Decreto 1077 de 2015 expedido por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio).

La metodología establecida por la resolución 754 de 2015 expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015) Figura 7, propone que para la elaboración del PGRIS bajo la metodología del marco lógico; se debe realizar de manera participativa conformado por un grupo coordinador de la alcaldía y apoyado en un grupo técnico interdisciplinario, la autoridad ambiental, las asociaciones territoriales la comisión regional de competitividad, los prestadores de servicio público de aseo, gremios del sector productivo, ONG, sector educativo, recicladores, y director técnico. Una vez obtenido el documento borrador este se debe publicar en la página web del municipio para acceso de la ciudadanía y que puedan efectuar observaciones a este y la adaptación final se hará por decreto del municipio y con las normas obligatorias instauradas en el Decreto 1077 de 2015 expedido por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Decreto 2981 de 2013) y la Resolución 754 de 2014 expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Macdonald, 2017).

Figura 7.
Contenido del PGIRS



Fuente. (Macdonald, 2017).

Dentro de las responsabilidades de la alcaldía en cuanto al PGIRS según la Resolución 0754 del 25 de noviembre de 2014 establece:

En corto plazo: si existe el documento, debe adoptarlo, revisar y garantizar, que la metodología propuesta se ajuste a la ley 754 de 2014, expedido por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2013). En caso tal, que dicho plan no existiera, deberá formularlo e incorporarlo al Plan municipal de Desarrollo el cual, al mismo tiempo, debe ser congruente con el proyecto del POT (Plan de Ordenamiento Territorial). Además, es fundamental la gestión de este ante el Concejo Municipal a través de un anteproyecto anual de presupuesto para la asignación de los recursos necesarios en para la etapa de implementación. Para la adopción de los programas previstos en el PGIRS se deben fijar los responsables de la coordinación, implementación y seguimiento; gestionar la articulación de los programas de prestación del servicio de aseo y revisarlo para adecuarlo a las variaciones de la población o producción de residuos sólidos según el numeral 8, de la Resolución 754 de 2014 (MinVivienda).

De forma permanente: bajo el modelo participativo, el PGIRS se debe implementar, evaluar, hacer seguimiento, control y actualización si fuera necesario. Esto con la finalidad de valorar el cumplimiento de las metas y hacer ajustes precisos, junto con la entrega al Concejo Municipal del informe sobre su avance. Y, de la misma manera, formalizar una rendición anual de cuentas a la ciudadanía, Sistema Único de Información SUI y a la Autoridad Ambiental competente. Publicarlos en la página web del municipio, actualizar el censo de recicladores para ejecutar acciones positivas a su práctica, para mejorar el servicio público de aprovechamiento

A largo plazo: el objetivo será el de disminuir los residuos que ingresan a los rellenos sanitarios para incrementar el aprovechamiento con la inclusión de los recicladores. Y, por último, las fuentes de financiación para este proyecto podrán salir de Plan Municipal de Desarrollo, otros ingresos del municipio y/o alianzas y cooperación. Los seguimientos de

control y evaluación deberán estar a cargo de Concejo Municipal, Ciudadanía, Oficina de control interno de la Alcaldía, Autoridad ambiental quien ayudará a instaurar las metas de aprovechamiento, permisos, concesiones y licencias; la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y los organismos de control de la gestión pública.

En síntesis. Los principales cambios incluidos en la nueva generación de PGRIS en los municipios considera el MINvivienda (2018), incorpora el tamaño del municipio, lo cual permitirá, poder adaptar de forma más exacta los programas y proyectos del plan según la capacidad administrativa. Es una base de avance, hacia la gestión integral de residuos en la nación, el desarrollo social, ambiental y económico; pues les auxiliará al tener claridad en cuanto a la viabilidad, financiera e institucional con lo cual podrán alcanzar los objetivos de calidad, continuidad y sostenibilidad. También, facilitara la unión de esfuerzos entre municipios, asociaciones o distritos especiales, áreas metropolitanas y regiones en la planificación y gestión. Y como aporte esencial de los PGIRS a la sociedad y al desarrollo sostenible, agrega a los recicladores de oficio en los programas de aprovechamiento, sensibilización y educación de la comunidad en temas de responsabilidad y separación en la fuente.

2.7 Legislación nacional

La gestión integral de los residuos sólidos en los municipios se constituye en una estrategia que el contexto del desarrollo local moviliza a todos los actores en torno al logro de objetivos comunes relacionados con el fortalecimiento de la capacidad municipal para responder a la problemática de los residuos con soluciones viables y sostenibles. Y asimismo, mediante la adopción de tecnologías, procesos, programas, acciones, gestiones y demás logros de manera apropiada el manejo responsable del ambiente de tal manera que incide positivamente en la situación de la salud pública en el municipio y en el país y se tome en cuenta como un factor importante del desarrollo local y regional (Macdonald, 2017).

Por lo anterior, en 1998, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial estableció la Política para la Gestión Integral de Residuos orientada a promover el proceso de minimización, aprovechamiento, valorización, tratamiento y disposición final controlada de los residuos. En el mismo sentido, articuló el manejo integral de los residuos sólidos con la prestación del servicio público domiciliario de aseo a través del Decreto 1713 de 2002, que incluye el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, el cual fue adoptado mediante la Resolución MAVDT 1045 de 2003.

En el marco de las Leyes 142 de 1994 y 689 de 2001, el servicio público de aseo consta de las actividades de recolección municipal de residuos, principalmente sólidos. También se aplicará esta ley a las actividades complementarias de transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de tales residuos.

2.7.1. Legislación ambiental colombiana

Decreto-Ley 2811 de 1974: Este acto administrativo corresponde al *“Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”* en el cual se dictan algunas directrices en cuanto a la protección y conservación de los recursos naturales. Son de nuestra especial atención los Artículos que tienen relación directa con la gestión integral de los residuos sólidos.

Decreto 1713 de 2002: Establece las normas orientadas a reglamentar el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos ordinarios, en materias referentes a sus componentes, niveles, clases, modalidades, calidad, y al régimen de las personas prestadoras del servicio y de los usuarios.

Decreto 838 de 2005: Tiene por objeto promover y facilitar la planificación, construcción y operación de sistemas de disposición final de residuos sólidos, como actividad complementaria del servicio público de aseo, mediante la tecnología de relleno sanitario.

Igualmente, reglamenta el procedimiento a seguir por parte de las entidades territoriales para la definición de las áreas potenciales susceptibles para la ubicación de rellenos sanitarios.

De forma resumida se puede citar más legislación que directa e indirectamente rigen en el manejo de los residuos sólidos y la prestación del servicio público domiciliario de aseo, estas son:

Constitución Política de 1991: Contiene 49 artículos alusivos al medio ambiente, dentro de los cuales se cita el deber del estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente y de prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, así como el derecho de toda persona de gozar de un ambiente sano y la prohibición de introducir al territorio nacional residuos nucleares y residuos tóxicos.

Ley 23 de 1973: Principios fundamentales sobre prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo y otorgó facultades al Presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales.

Decreto – Ley 2811 de 1974: Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y No Renovables y de Protección al Medio Ambiente. El ambiente es patrimonio común, el estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo. Regula el manejo de los Recursos Naturales Renovables, la defensa del ambiente y sus elementos.

Ley 09 de 1979: Medidas sanitarias sobre manejo de residuos sólidos.

Ley 09 de enero 24 de 1979: Contempla las disposiciones generales de orden sanitario para el manejo, uso, disposición y transporte de los residuos sólidos. (artículos 22 al 35).

Decreto 1842 de 1991: Estatuto Nacional de Usuarios de los Servicios Públicos Domiciliarios.

Ley 99 de 1993: Ley Nacional ambiental.

Documento CONPES 2750 de 1994: Políticas sobre el manejo de residuos sólidos.

Resolución 541 de 1994: Manejo adecuado de escombros.

Decreto 605 de 1996: Vigente solo el título IV sobre Prohibiciones, Sanciones y Procedimientos en el manejo de los residuos sólidos y prestación del servicio público de aseo.

Ley 632 de 2000: Reglamenta los subsidios y contribuciones para los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.

Resolución 1096 de 2000: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.

Ley 715 de 2001: Sistema General de Participaciones.

Decreto 891 de 2002: Reglamenta el tema de la contratación de concesiones bajo la asignación de áreas de servicio exclusivo.

Decreto 1140 de 2003: Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento a Multiusuarios, y se dictan otras disposiciones.

Decreto 1505 de 2003: Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.

Decreto 1180 de 2003: Establece la competencia de las Corporaciones Autónomas Regionales para expedir la Licencia Ambiental para la construcción y operación de rellenos sanitarios.

Decreto 1220 del 2005: Reglamentación sobre licencias ambientales.

Resolución 1390 de 2005: Por la cual se establecen directrices y pautas para el cierre, clausura y restauración o transformación técnica a rellenos sanitarios de los sitios de disposición final a que hace referencia el artículo 13 de la Resolución 1045 de 2003 que no cumplan las obligaciones indicadas en el término establecido en la misma.

Resoluciones 351 y 352 de 2005: Marco tarifario de aseo.

Resolución 1684 de 2008: Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1390 de 2005 y se toman otras determinaciones

Resolución 1291 de 2006: Por la cual se acogen los términos de referencia para la elaboración del Diagnóstico Ambiental de Alternativas para construcción y operación de rellenos sanitarios y se adoptan otras determinaciones.

Ley 1259 de 2008: Ley de comparendo ambiental.

Decreto 3200 de 2008: Establece la Política Sectorial sobre los Planes Departamentales para el manejo empresarial de los servicios de Agua Potable y Saneamiento Básico.

III DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Investigación.

Este estudio de investigación es analítico, puesto que se utiliza para evaluar asociaciones entre exposiciones y resultados, lo cual facilita la identificación de posibles causas del evento o resultados de interés (Mackey, 2005).

Partiendo de una realidad intersubjetiva, el objetivo del enfoque mixto busca agrupar la fortaleza de la investigación cualitativa y cuantitativa para mejorar el proceso de indagación y minimizando sus debilidades potencias si actuaran en forma individual. De tal manera que con su incorporación en el estudio, amplía la perspectiva y profundiza el fenómeno siendo útil para establecer un resultado más categórico, integro, completo y holístico (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

A través de esta metodología se realiza el análisis e interpretación del problema ambiental, originado por el inadecuado manejo de los residuos sólidos en la plaza de mercado y los fruver's del casco urbano del Municipio de Guaduas; fortalece el enfoque metodológico empleado para realizar esta investigación basado en métodos mixtos buscando información de nuevas formas que permitan un conocimiento cercano a la actualidad ambiental. Además, que desenhebra los elementos que conforman el objeto de estudio para observar las causas, naturaleza y efectos que pueden conllevar sino se buscan medidas para calcular los posibles efectos. A más de de permitir explicar, asociar, y comprender esencialmente su comportamiento y la creación de nuevos paradigmas (Ruíz, 2006).

3.2 Población y Muestra

Para la primera parte del trabajo de investigación, la distribución poblacional según usuarios y suscriptores, se determinó según la información proporcionada por la empresa de servicios públicos del Municipio de Guaduas, teniendo así, que el número de suscriptores

residenciales a la fecha es de 4570, el número de usuarios comerciales asciende a los 358 usuarios y 29 usuarios institucionales tal como se puede observar en la Tabla 3.

Tabla 3.

Usuarios con servicio de aseo municipio de Guaduas 2018

Tipo de usuario	No de usuarios	Observaciones
		Estrato bajo-bajo: 906
		Estrato bajo: 3191
Residencial	4570	Estrato medio-bajo: 281
		Estrato medio: 192
		12 grandes generadores
Comercial	358	353 pequeños generadores
Industrial	0	
		5 grandes generadores
Institucional	29	24 pequeños generadores

Fuente: Empresa de servicios públicos de Guaduas Aguas del Capira S.A.

1. Determinación del número de muestras por usuarios y suscriptores

Para establecer el tamaño de la muestra para los usuarios residenciales existentes en el Municipio de Guaduas se asumió la siguiente ecuación.

$$n = \frac{(Z^2 * N * \sigma^2)}{(N-1)E^2 + Z^2 * \sigma^2}$$

Dónde:

n: número de usuarios a muestrear

Z: 1.96 para un grado de confianza del 95%

N: Número de suscriptores

σ : desviación estándar = 0,2

E: Margen de error admitido = 0.05

Con lo anterior, se fijó que se toma una muestra de 61 suscriptores, 16 establecimientos del sector comercial más representativo del Municipio y 2 en el sector institucional.

3.3 Diseño Metodológico.

Se realizará de la siguiente manera:

Fase I. Se realiza una revisión bibliográfica exhaustiva de medios escritos o virtuales, sobre todo lo relacionado con manejo integral de residuos sólidos orgánicos, Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos del municipio de Guaduas, estado del PGIRS. Cuya importancia de esta bibliografía radica en el análisis de alternativas.

Fase II. Es importante realizar una entrevista al o los encargados del manejo de residuos sólidos en el municipio, con el fin de indagar acerca de la disposición, separación, clasificación y aprovechamiento de los residuos sólidos generados por los usuarios de la plaza de mercado y a su vez analizar las actividades implementadas en el Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos PGIRS, de la empresa prestadora del servicio o del municipio.

Fase III. Cuantificar los residuos sólidos que salen hacia el relleno procedentes de la plaza de mercado; determinando la cantidad de material orgánico con el fin de extraer 2000 kg de este residuo y aplicar las técnicas de cuarteo. Con el fin de obtener una muestra representativa para establecer el tipo de materiales y su porcentaje en peso de cada uno de ellos.

Fase III. Con los resultados obtenidos realizar y se evaluar las diferentes alternativas que benefician el medio ambiente para escoger, la más viable y a su vez dar cumplimiento a los objetivos propuestos en la presente investigación.

3.4 Técnicas e Instrumentos.

Esta etapa se llevará a cabo a través de la aplicación de técnicas de recolección de datos utilizando los siguientes instrumentos de investigación: revisión bibliográfica, entrevista,

observación directa y cuantificación de residuos sólidos orgánicos, dispuestas en matrices para su análisis.

Estos instrumentos deben ser aprovechados con el fin de obtener la información requerida de manera clara y concisa. Con la revisión bibliográfica, se busca establecer los principios y técnicas actuales para el aprovechamiento de residuos. En segundo lugar, la entrevista, facilita la recolección de información de uno o varios sujetos específicos por lo general conocedores de un tema de investigación concreto quienes podrán aportar información valiosa que ayudarán a dar validez a los datos recopilados. Que, en una descripción concisa Galindo (1998):

“Las entrevistas y el entrevistados son elementos esenciales en la vida contemporánea, es comunicación primaria que contribuye a la construcción de la realidad, instrumento eficaz de gran precisión en la medida que se fundamentan en la interrelación humana, proporciona un excelente instrumento heurístico para combinar los enfoques prácticos, analíticos e interpretativos implícitos en todo proceso de documentar” (pág. 277).

Es decir, con lo anterior la entrevista se establece como una conversación entre un investigador y un conocedor de la temática propuesta, aplicando una serie de preguntas orientadas a cumplir con los objetivos específicos del estudio. Además de que la estructura de la misma brinda flexibilidad para que se ejecute en forma semiestructurada, o estructurada de acuerdo con las condiciones de la sistematización de las preguntas (Briones, 1996). Y, por último, la observación directa apoya los resultados de la investigación, y la cuantificación de los residuos permite realizar cálculos exactos de los valores necesarios para el proyecto objeto de investigación.

3.5 Análisis de información

Metodología de la Triangulación, Análisis de Discurso. Para el análisis de la información se realizará conforme al planteamiento de los objetivos específicos después de la aplicación de las técnicas de recolección de datos propuestos: revisión bibliográfica, entrevista, observación directa, donde encontraremos una serie de información; que se analizará y en cada situación buscando la mejor alternativa. En la parte cuantitativa se utilizará estadística descriptiva caracterizada por ayudar a comprender la estructura de los datos, determinar un modelo de comportamiento y poder compararlo con otros resultados, de forma tal que mediante la diagramación de los datos obtenidos se pueda interpretar la información de forma veraz y rápida que apoyen a un supuesto o hipótesis planteado inicialmente (Rendón, Villasís, & Miranda, 2016).

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo, se interpretan y presentan los resultados que se observaron con los instrumentos de recolección de datos Anexo 1, la cuantificación de la muestra con su respectivo análisis mediante estadística descriptiva y la revisión bibliográfica que a su vez soportan el análisis de los procedimientos para el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos respecto al plan de gestión integral de residuos sólidos PGIRS del municipio de Guaduas, Cundinamarca.

Tomando como base los tres objetivos específicos planteados para poder cumplir a cabalidad con el objetivo general del proyecto de investigación. Se consultaron fuentes documentales, se aplicó la entrevista al coordinador operativo de la empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P y como base relevante el PGRIS del municipio y al mismo tiempo la cuantificación y caracterización de la muestra de los residuos orgánicos originados en la plaza de mercado, residencial y comercial.

4.1 Caracterización y producción de residuos sólidos en la plaza de mercado y los fruver's del casco urbano del municipio de Guaduas

De acuerdo con información recopilada en la entrevista Anexo 1 a través de la empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.SP a la fecha presta el servicio a 4957 usuarios registrados de manera gratuita a 490 usuarios identificados pero no registrados y un número sin identificar, ni registrar que corresponden a la Vía Nacional desde el alto del trigo hasta el corregimiento de Puerto Bogotá, Veredas Alto del trigo y sector La Cabaña.

La empresa de servicios públicos de Guaduas cuenta con un registro de caracterización para los grandes generadores realizado por medio de muestreo volumétrico dividido en los siguientes porcentajes de generación:

60% residuos orgánicos

40% inorgánicos (20% plástico, 15% papel y cartón, 5% aluminio)

Para efectos de la investigación del proyecto “análisis de los procedimientos para el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos respecto al plan de gestión integral de residuos sólidos PGIRS del municipio de Guaduas Cundinamarca y con el fin de dar cumplimiento al primer objetivo específico; se realizó un muestreo utilizando el método del cuarteo con la finalidad de conocer la proporción de residuos que se está generando en los principales sectores del Municipio (residencial, institucional y comercial).

La metodología seleccionada para realizar los procesos de caracterización y producción de los residuos sólidos generados en el Municipio de Guaduas Cundinamarca comprendió:

1. Análisis de la distribución de la población por usuarios y/o suscriptores.

La distribución poblacional según usuarios y suscriptores se determinó según la información proporcionada por la Empresa de servicios públicos del Municipio de Guaduas, en cabeza del coordinador operativo, a quien se le realizó una entrevista semiestructurada, con el fin de obtener información más fiable para la investigación. Teniendo así, que el número de suscriptores residenciales a la fecha es de 4570, el número de usuarios comerciales asciende a los 358 usuarios y 29 usuarios institucionales tal como se puede observar en la Tabla 4.

Tabla 4

Usuarios con servicio de aseo municipio de Guaduas 2018

Tipo de usuario	N° de usuarios	Observaciones
		Estrato bajo-bajo: 906
		Estrato bajo: 3191
Residencial	4570	Estrato medio-bajo: 281
		Estrato medio: 192
		12 grandes generadores

Comercial	358	353 pequeños generadores
Industrial	0	
Institucional	29	5 grandes generadores 24 pequeños generadores

Fuente: Empresa de servicios públicos de Guaduas Aguas del Capira S.A. (2019).

La metodología escogida tuvo como propósito caracterizar los residuos sólidos ordinarios generados en el municipio realizando un proceso de homogenización y reducción de muestras hasta que de forma sencilla permitiera segregar cada uno de los tipos de los elementos que componen la basura. La metodología utilizada para el proceso de caracterización fue el cuarteo y los pasos a seguir para realizarlo organizados fueron:

- Colocar la muestra de campo sobre una superficie plana, dura y limpia, donde no se presente pérdida de material ni contaminación con otros materiales.
- Homogenizar la muestra realizando 3 volteos del material con pala hasta que se encuentre totalmente homogenizado.
- Con ayuda de la pala se procedió a aplanar la pila hasta obtener una circunferencia de 4m por 4m, de espesor y diámetro uniforme.
- Dividir la circunferencia en cuatro partes iguales A, B, C y D.
- Eliminar dos de las partes diagonalmente opuestas, incluyendo todo el material fino.
- Mezcla y homogenización del material restante y cuarteo nuevamente.

El proceso de recolección de los suscriptores seleccionados Figura 9 para el muestreo se inició tres horas antes del horario normal de recolección de los residuos con destino a disposición final y se realizó en un vehículo particular con el que se estableció el siguiente orden de recolección:

- Plaza de mercado: muestra tomada de la totalidad de los puestos de la plaza en un día de funcionamiento

- Residencial: muestra tomada en diferentes barrios del municipio, correspondiente a tres días de almacenamiento
- Comercial
- Gran productor comercial
- Institucional

Figura 8.

Recolección muestreo residuos sólidos Municipio de Guaduas



Fuente: Autor (2019).

Cabe resaltar que este proceso se realizó individualmente para cada sector dando como resultado consolidado de las tres muestras que se exponen en la Tabla 5.

Tabla 5

Usuarios muestreados para cada una de las caracterizaciones de residuos del Municipio de Guaduas

USUARIO	N° DE MUESTRAS
Residencial	60
Comercial	19
Institucional	4
Plaza de mercado	1
Total muestra	82

Fuente: Datos del Proyecto (2019)

Para el proceso de caracterización se utilizó el método de cuarteo y se realizó en el predio de la granja municipal Figura 9 y 10 lugar a donde fueron transportados por sector (residencial, comercial e institucional) los residuos recolectados de cada tipo de usuario arrojaron los resultados expuestos en la Tabla 3.

Figura 9.

Granja municipal



Fuente: datos del proyecto (2019).

Figura 10.

Muestra sectores residencial y comercial



Fuente: datos del proyecto (2019).

Tabla 6

Caracterización de residuos por tipo de usuario Municipio Guaduas, Cundinamarca

USUARIO	RESIDENCIAL		COMERCIAL		GRAN PRODUCTOR		INSTITUCION AL		PLAZA DE MERCADO		TOTAL SECTORES	
	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
Orgánico	5.00	50.7	1.83	26.34	12.667	74.22	0.03	0.99	12	95.16	31.5	63.24
Vidrio	0.11	1.1	0.42	5.99	0.4	2.34	0.15	4.45	0	0.00	1.1	2.16
Papel	0.21	2.1	0.51	7.33	0.0667	0.39	1.08	32.11	0	0.00	1.9	3.75
Cartón	0.43	4.4	0.70	10.06	0.5333	3.13	0.93	27.67	0.15	1.19	2.8	5.52
Chatarra	0.17	1.7	0.12	1.68	0	0.00	0.20	5.93	0		0.5	0.97
Plástico	1.93	19.6	2.17	31.13	2.3333	13.67	0.75	22.23	0.25	1.98	7.4	14.91
Madera	0.20	2.0	0.08	1.20	0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.79	0.4	0.77
Icopor	0.20	2.0	0.20	2.87	0.55	3.22	0.05	1.48	0.1	0.79	1.1	2.21
Sanitarios	1.23	12.5	0.67	9.58	0.4333	2.54	0.17	5.14	0.01	0.08	2.5	5.05
Tela	0.37	3.7	0.18	2.63	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.6	1.10
Otros	0.00	0.0	0.08	1.20	0.0833	0.49	0.00	0.00	0	0.00	0.2	0.33
				100.0						12.6		
TOTAL	9.85	100.00	6.96	0	17.06	100.00	3.37	100.00	1	100.00	49.9	100.00

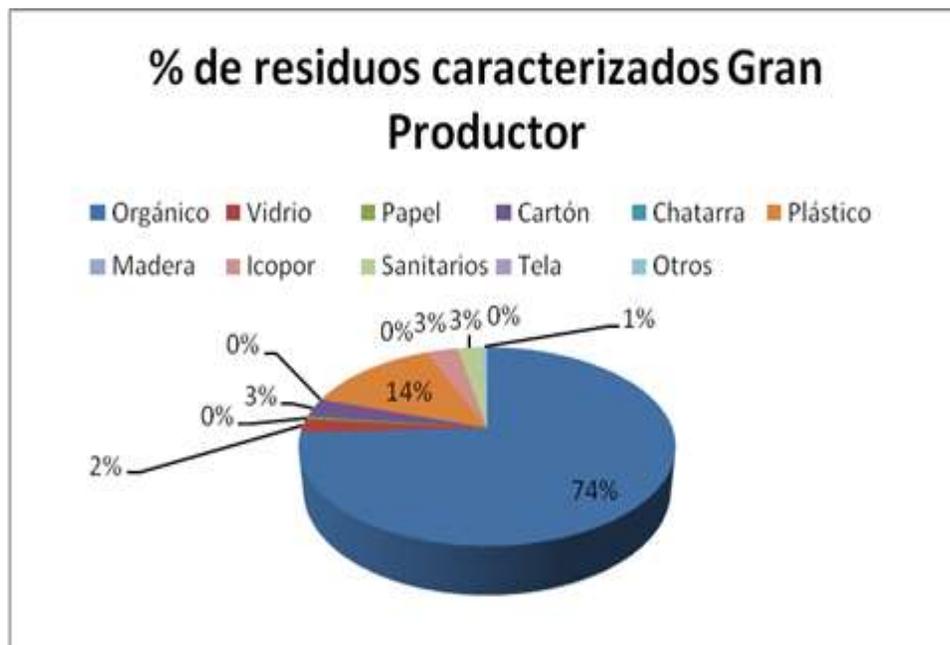
Fuente: datos del proyecto (2019).

Figura 11.
Caracterización sector comercial.



Fuente: datos del proyecto (2019).

Figura 12.
Caracterización Gran productor comercial



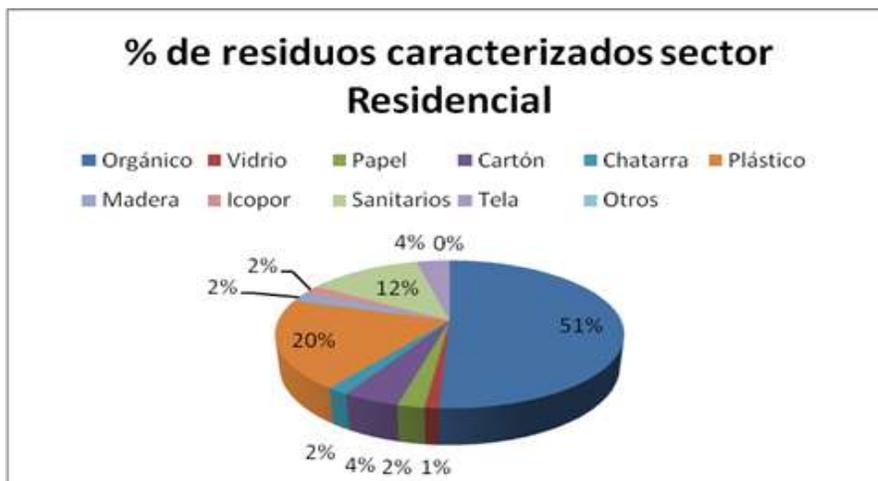
Fuente: datos del proyecto (2019).

Como se puede observar, en el muestreo clasificatorio “en peso” realizado en el Municipio de Guaduas, la mayor producción de residuos generados por el sector comercial corresponde a materia orgánica, seguido notablemente por residuos plásticos, cartón y vidrio.

La diferencia porcentual de producción de orgánicos, entre el muestreo comercial y el comercial gran productor, se da por que el establecimiento muestreado como gran productor es un Fruver.

No se hizo comparación con La Plaza de mercado a pesar de estar definida como gran productora, debido a su consideración especial que le otorga su gran cantidad de residuos generados y su porcentaje de material orgánico supera el 95% del total de su producción.

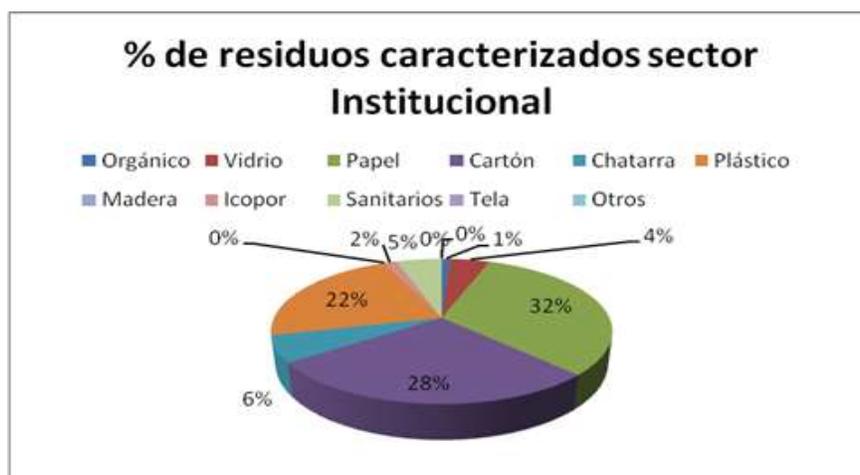
Figura 13.
Caracterización sector residencial



Fuente: datos del proyecto (2019).

Con un tamaño de la muestra de 61 viviendas, el sector residencial tiene un nivel de producción de residuos orgánicos alto, dado que corresponde al 51% del total de residuos sólidos generados seguidos del plástico con un 20% y residuos sanitarios con un porcentaje del 12%, porcentaje de valor considerable por encontrarse incluidos residuos como pañales desechables y toallas higiénicas entre otros.

Figura 14.
Caracterización sector institucional.



Fuente: datos del proyecto (2019).

Teniendo en cuenta que la procedencia de la muestra del sector institucional corresponde a parte de las instituciones que se encontraban en funcionamiento, se explica que la caracterización hallada arrojó un porcentaje nulo de residuos orgánicos y encontraste un alto porcentaje de papel 32% seguido de cartón y plástico con el 28 y 22% respectivamente.

Figura 15.
 Caracterización Plaza de Mercado Municipio de Guaduas.

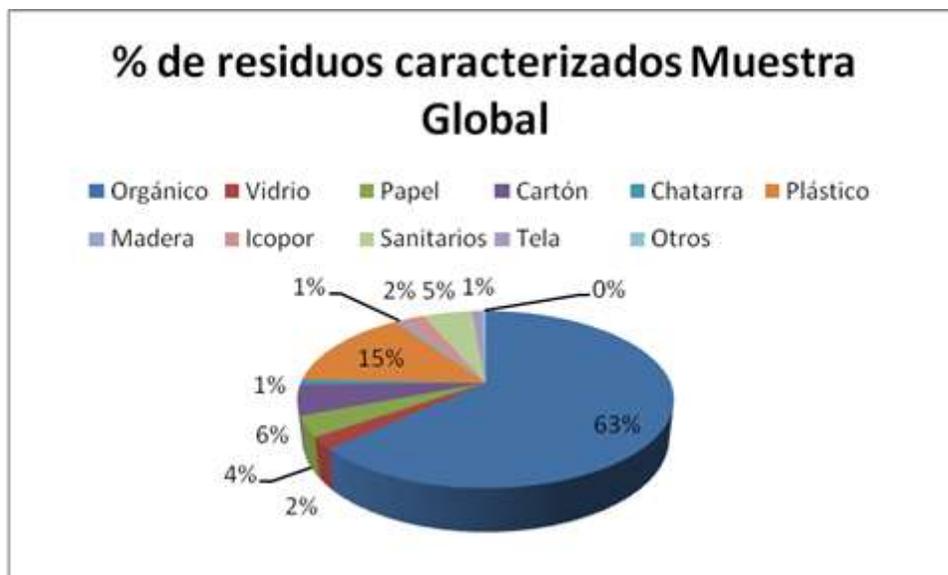


Fuente: datos del proyecto (2019).

Como era de esperarse, para la plaza de mercado además que se tuvieron en cuenta que se muestrearon los puestos de venta de mercado y restaurantes. El resultado de la caracterización arrojó un alto porcentaje del 95% para materia orgánica, seguido por cartón y plástico con porcentajes entre el 1 y 2%.

Figura 16.

Caracterización global.



Fuente: datos del proyecto (2019).

Como se puede observar en la Figura 16, que representa el consolidado global de la caracterización de residuos sólidos realizada en la zona urbana del Municipio de Guaduas. Los muestreos determinaron que, el tipo de residuos generados está conformado de la siguiente manera: Materia orgánica con un 63%, plástico con un 15%, cartón con un 6%, sanitarios con 5% y vidrio, papel, chatarra, madera, icopor, textiles y otros con porcentajes mínimos que oscilan entre el 0,33 al 3,75%; valores muy aproximados a los porcentajes del muestreo volumétrico realizado durante el año 2016 por la empresa de servicios públicos donde se determinó la siguiente caracterización: residuos orgánicos 60%, plástico 20%, papel y cartón 15%.

Como resultado de lo anterior, la plaza de mercado contribuye en una alta proporción en la generación de residuos sólidos orgánicos que posibilitan comprender que la abundancia del producto, serviría como materia prima para la producción de compostaje, lombricultura o biogás.

Los efectos de este estudio demuestran que los residuos que se producen en mayor proporción a nivel residencial, institucional y comercial en el municipio de Guaduas fueron identificados como residuos orgánicos con un 63%, seguidos por plástico con un 15%, cartón con un 6%, sanitarios con 5% y vidrio, papel, chatarra, madera, icopor, textiles y otros con porcentajes mínimos que oscilan entre el 0,33 al 3,75%; esta información se constata con lo encontrado por Castro et al., (2016) donde en su estudio hallaron que en Colombia un 61.54% de los residuos están integrados por materia orgánica, luego 6,55% papel y cartón, 10,87% plástico, 14,42% otros, 2,74% textiles, 1,04% metales, y madera 0,54%. Lo que deja en evidencia, que la falta de control sobre estos desechos incide altamente en la disminución de la vida útil de los rellenos sanitarios, seguidos por la producción de lixiviados y sustancias contaminantes que terminan afectando al medio ambiente en su totalidad. Y que como bien lo determinó Castro et al., (2016) muy posiblemente que para el año 2035 unos 14,2 millones/ton anual de desechos serán ubicados en rellenos sanitarios sobrepasando su vida útil y capacidad para un funcionamiento adecuado. También permite identificar que va en contra prevención de la Ley 23 de 1973: Principios fundamentales sobre prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo y otorgó facultades al Presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales. Y de la Constitución Política de 1991 que contiene 49 artículos alusivos al medio ambiente, dentro de los cuales se cita el deber del estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente y de prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental y el derecho de toda persona de gozar de un ambiente sano.

Y, por último, se visualiza el incumplimiento al Decreto – Ley 2811 de 1974: Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y No Renovables y de Protección al Medio Ambiente. El ambiente es patrimonio común, el estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo. Regula el manejo de los Recursos Naturales Renovables, la defensa del ambiente y sus elementos.

Además, que también es fundamental resaltar que el daño ambiental que se ocasionan es tan amplio que las fermentaciones que se generan desprenden sustancias tóxicas nocivas que pueden afectar la salud humana especialmente a nivel del sistema respiratorio y cutáneo, provocar incendios, atraer roedores y plagas entre otros (Herminio, Bueno, & Lavín, 1998).

4.2 Descripción de las alternativas técnicas utilizadas para el manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados por la plaza de mercado y los fruver´s del casco urbano del municipio de Guaduas Cundinamarca.

Para este objetivo, es importante recordar que los residuos orgánicos, según la literatura consultada Macdonald (2017), (MAVDT, 2008) están integrados por materias primas de origen vegetal y animal. De modo que los residuos orgánicos esenciales para el aprovechamiento y valorización, está conformado por:

- Residuos de poda y corte
- Residuos de cosechas
- Residuos de plazas de mercados
- Residuos cárnicos
- Residuos orgánicos urbanos de origen domestico
- Lodos de planta de tratamientos de aguas.

De las técnicas más elementales que pueden ser consideradas para un plan de aprovechamiento en el municipio de guaduas se destacan el compostaje, la lombricultura y digestión anaerobia o biogás.

4.2.1. El compostaje

Este se caracteriza por ser un proceso aerobio que está integrado por una mezcla de materia orgánica que bajo una reacción de descomposición mediante degradación microbiana,

hongos y actinomicetos transforma estos residuos en insumos para la producción agrícola y mejorar al suelo (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

El compostaje, es posible elaborarlo a partir de residuos de restos de cosechas (hojas, frutos, tubérculos etc.) tienen un alto nivel nitrógeno y bajo nivel de carbono. También, se incluye los restos de podajes, malezas, hojas cuya descomposición alcanza a durar hasta 6 meses por tal razón debe ser integrada con otros desechos orgánicos. Además de los restos domiciliarios, de fruver's, plazas de mercados, estiércol de animales (caballo, ovejas, vaca y cerdos, conejina, gallinaza) (Contreras et al., 2016).

Los procesos de compostaje, Macdonald (2017) incluye cuatro etapas esenciales que son el procesamiento, descrita como la fase de preparación y acondicionamiento de residuos. La segunda fase, es la biodegradación relacionada con la aireación forzada y en donde debe ser fundamental controlar la temperatura para facilitar el crecimiento de los microorganismos y estabilizar los materiales. la tercera fase, es la maduración tiene mayor duración y es específico para el aumento de la cantidad de nutrientes. La última fase, incorpora al acondicionamiento final y comercialización es sometido a un cribado para eliminar impurezas, mejorar la homogeneidad y tener una buena calidad para la venta. En concreto se resumen, las etapas y su descripción en la Tabla 7.

Tabla 7

Descripción proceso de compostaje

PROCESO	DESCRIPCIÓN
OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA:	De acuerdo con el RAS 2012 título f, los residuos se deben separar por los consumidores en fracciones, para este caso en residuos orgánicos biodegradables.
- Separación en la fuente	Los residuos deben estar libres de materiales inorgánicos como vidrio, plástico, metal, residuos peligrosos; con el fin de evitar su contaminación y posteriores interferencias en los tiempos y procesos físico-químicos de la degradación biológica.
- Recolección selectiva	Los residuos orgánicos deben ser separados de los contaminantes y triturados para facilitar el proceso de descomposición.
SELECCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO	Esta operación se puede llevar de forma manual o mecánica (uso de tolvas y bandas transportadoras)
- Selección de residuos	

- Trituración	Busca reducir el tamaño de los materiales para que sean descompuestos más rápidamente en los procesos aeróbicos involucrados en el compostaje. Esta operación se lleva a cabo por medio de molinos trituradores para residuos orgánicos.
- Disposición en hileras	Después del proceso de trituración. El material se dispone en pilas, cuya forma y dimensiones dependen de la cantidad de residuos diarios a compostar (pilas cónicas o pilas rectangulares).
PROCESO DE TRANSFORMACIÓN	Conformadas las pilas o eras de compostaje, se procederá a su manejo, para lo cual se contemplan, entre otras, las siguientes actividades: aireación, maduración y recolección del compost.
- Aireación	Es importante suministrar suficiente oxígeno a los residuos para lograr una completa transformación y evitar la generación de malos olores y lixiviados. La aireación se puede llevar de 2 formas: volteo, inyección de aire comprimido.
- Maduración y recolección del compost	Este período se caracteriza por la estabilización de la temperatura de la pila, la cual se presenta normalmente entre el día 17 y 21, de acuerdo a las condiciones climáticas del lugar en donde se lleve a cabo el proceso. El compost está listo cuando: la temperatura se estabiliza, la humedad es del 60%, el aspecto es de forma granulada y esté libre de olores.
- Post maduración y almacenamiento:	Es la selección física con el fin de eliminar el material grueso que no se ha transformado.
Tamizado	
Caracterización Físicoquímica	Es el análisis en laboratorio para definir las cualidades del compostaje como elemento recuperador de suelos de cultivo y/o como abono orgánico. Los análisis del abono orgánico se deben realizar en laboratorios autorizados por el ICA de tal manera que aseguren el cumplimiento de sus normas.
- Embalaje	El compost se puede empacar en costales, y se debe almacenar al interior de las instalaciones de la planta, o bajo un invernadero cubierto con tela de plástico, donde podrá secar más antes de ser vendido o distribuido a los usuarios.

Fuente: obtenido de (MAVDT, 2008).

4.2.2. Lombricultura

Es un proceso de degradación y mineralización de residuos orgánicos que se ejecuta en el suelo, mediante la transformación biológica que realizan las lombrices en el suelo; estas consumen los residuos, airean el suelo, retienen humedad, mejoran la porosidad del mismo y producen humos o vermicompost de excelente calidad útil en la agricultura y mejoramiento de las propiedades físicoquímicas del suelo (Torres & Rodríguez, 2017).

Así los productos finales se destacan, el vermicompost o humus, considerado un fertilizante orgánico enriquecido con enzimas y microorganismos; el lixiviado líquido obtenido por la descomposición biológica, es inodoro, color muy oscuro, rico en nutrientes solubles de fácil asimilación en las plantas. Y la comercialización de las lombrices que sirven para la

formulación de raciones en harina, para alimentar peces, cerdos, aves, humanos (carne para hamburguesa) y carnadas. Las etapas que incluyen son la obtención de la materia prima, la cual involucra la compra del pie de cría, el acondicionamiento de las camas y la siembra. La segunda etapa, es la transformación esta tiene una duración de 90 días para la producción de compost, la separación del humus y las lombrices y el secado de la materia prima, clasificación, separación de desechos y almacenamiento para su posterior comercialización (MAVDT, 2008). Todo lo anterior, se resume en la Tabla 8.

Tabla 8

Proceso de lombricultura

PROCESO	DESCRIPCIÓN
OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA	La materia prima para esta técnica, es el compost maduro obtenido de los procesos de compostaje.
ACONDICIONAMIENTO:	El proceso de lombricultura se lleva a cabo en camas rectangulares de dimensiones variables según el volumen de residuos a tratar.
- Conformación de las camas de lombricultura	
- Procedimiento de llenado de la cama	Las estructuras diseñadas son llenadas con el compost producido. Las camas se deben numerar para llevar un control con datos concernientes al proceso de digestión.
- Siembra	Consiste en depositar lombrices en las camas para que las mismas se reproduzcan y procesen el compost presente en el lecho. Se utiliza para este proceso la lombriz roja californiana.
PROCESO DE TRANSFORMACIÓN	La transformación del compost en humus tarda 90 días. No se requiere el volteo del material depositado en las camas, pero se debe regar por medio de aspersores para mantener la humedad.
- Etapas de maduración	
- Separación del Humus y las lombrices	Se utiliza un proceso denominado "trameo" que se lleva a cabo a los 84 días de proceso. El humus está listo cuando su aspecto es suelto, color negruzco, se encuentra libre de olores y el pH es medianamente alcalino.
- Secado del abono lombricompuesto	Una vez se han sacado las lombrices de las camas, el paso siguiente es sacar el humus de las mismas y someterlo a un proceso de secado, para ello se conforman pilas de secado. Posteriormente se procede a la clasificación y empaque.
- Clasificación y almacenamiento del abono:	Cuando ya se encuentre seco el humus se debe clasificar según el tamaño, para ello se requiere de una zaranda vibratoria que clasifique en diferentes tamaños. En este proceso también se retiran elementos desechables que por su tamaño no se retiraron antes.
Clasificación y empaque	Luego del Humus pasar por la zaranda vibratoria es clasificado en varios tamaños y posteriormente se empacado en costales de polipropileno con capacidad de 40 kg.
Separación de desechos	Los residuos sólidos no biodegradables como vidrio, metal y plástico de pequeñas dimensiones que resultan en el proceso de clasificación deben ser recogidos y llevados al relleno sanitario directamente.

Almacenamiento del abono	Una vez el humus o lombricomposto esté seco y listo para la venta se debe verificar periódicamente (semestralmente) la calidad del abono orgánico generado en la planta, para garantizar el producto a los posibles compradores.
---------------------------------	--

Fuente: obtenido de (MAVDT, 2008).

4.2.3. Digestión anaerobia o Biogás

Consiste en la descomposición anaerobia o ausencia de oxígeno de material orgánico por acción microbiana. Lo cual permite la degradación de dichos componentes en biogás y abono estabilizado (Macdonald, 2017).

Esta digestión biológica degrada los residuos orgánicos de origen animal por lo general estiércol y de vegetal (residuos de cocinas, agrícolas) para ser transformados a través de una fermentación anaerobia en dióxido de carbono CO₂, metano CH₄, y residuos sólidos considerados como abono. Las bacterias producen en este proceso un 90% de energía por oxidación directa en forma de metano con un consumo propio solamente del 10% (Varnero, 2011).

Las cuatro etapas que incluye según los sucesos bioquímicos microbiológicos para la descomposición anaeróbica de la materia orgánica Tabla 9 son la Hidrólisis, la etapa fermentativa o acidogénica, la etapa acetogénica y la etapa metanogénica.

Tabla 9

Etapas de la digestión anaerobia

Biomasa- digestión anaerobia		
Pre-tratamiento	Mecánico	Separación de impropios
	Térmico Biológico	
Digestión anaeróbica	Hidrólisis,	Proteínas, carbohidratos y lípidos
	Fermentativa o acidogénica	Producción de aminoácidos, azúcares y ácidos grasos y alcoholes

	Acetogénesis	Conversión en ácido propiónico, butírico y valérico
	Metanogénica	Una vez se convierte en ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono. El producto final es el Metano.
Productos	Calor Electricidad abono	

Fuente: Adaptado de (Macdonald, 2017).

Es interesante observar que en todos los casos de este estudio el aprovechamiento de residuos orgánicos se hace fundamental su implementación como estrategia para disminuir su acumulación en vertederos, mejorar la protección al medio ambiente y la salud humana. De forma tal que en el municipio de Guaduas una forma de controlar esa alta producción de residuos orgánicos provenientes de la plaza de mercado es mediante la implementación de técnicas de reutilización o reciclaje mediados por métodos de compostaje, lombricultura o producción de biogás; que en otros estudios como el aplicado por Torres (2018) encontró que el aprovechamiento de los residuos orgánicos influye significativamente en la implementación de bio-huertos domiciliarios en el asentamiento humano Millpo Ccachuana, mediante el compost. De modo que este trabajo demuestra que con buenas políticas y acciones conjuntas podrían ser aplicables a esta región, beneficiando no solamente al medio ambiente, sino productiva y económica a la comunidad.

Así mismo, la implementación de la técnica compostaje tiene las ventajas que se puede elaborar a partir de residuos de restos de cosechas (hojas, frutos, tubérculos etc.) los cuales poseen un alto nivel de nitrógeno y bajo nivel de carbono abonos para la agricultura. También, se incluye los restos de podajes, malezas, hojas cuya descomposición puede durar hasta 6 meses, por tal razón debe ser integrada con otros desechos orgánicos. Aparte de los restos domiciliarios, de fruver's, plazas de mercados, estiércol de animales (caballo, ovejas, vaca y cerdos, conejina, gallinaza) (Contreras et al., 2016). Hay que mencionar, además que este sistema se complementa con el lombricultivo pues también con los mismos residuos es posible la producción de vermicompost que ayudan a mejorar la calidad del suelo y al mismo tiempo

estos animales favorecen la aireación del suelo, retienen humedad, mejoran la porosidad del mismo resultando en un gran aliado de la agricultura y mejoramiento de las propiedades fisicoquímicas del suelo (Torres & Rodríguez, 2017).

Por último, la degradación biológica de los residuos orgánicos de origen animal (estiércol y de vegetal derivados de residuos de cocinas, agrícolas) para ser transformados a través de una fermentación anaerobia en dióxido de carbono CO₂, metano CH₄, y residuos sólidos considerados como abono; resultan en una excelente elección para la producción de biocombustibles para el uso en granjas y fincas que muchas veces no cuentan con gas natural o dependen del uso de cilindros de gas propano (Varnero, 2011).

En cuanto a la ley en este objetivo al implementar los tres sistemas de compostaje, lombricultura y biogás es factible que fomente el cumplimiento de la Ley 09 de 1979: Medidas sanitarias sobre manejo de residuos sólidos. Y la Ley 09 de enero 24 de 1979 que contempla las disposiciones generales de orden sanitario para el manejo, uso, disposición y transporte de los residuos sólidos (artículos 22 al 35).

4.3 Determinación del cumplimiento en el uso de alternativas técnicas amigables con el medio ambiente respecto a lo establecido en el plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS)

Según la información recopilada en la entrevista aplicada al coordinador operativo de la empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P Anexo 1 y la revisión del PGIRS del municipio las proyecciones de producción de residuos realizadas en el plan de gestión de integral de residuos sólidos comparativa con el sector residencial se obtuvo la Tabla 10.

Tabla 10

Cuadro comparativo (predicción de generación de residuos actual vs. Proyección PGIRS)

Usuario	Proyección de producción de residuos sólidos PGIRS (Kg/día) año 2019	Predicción de producción de residuos sólidos según muestreo (Kg/día) año 2019
Residencial	10529	7940
Comercial	1310	1010
Institucional	663	310
Total	12502	9260

Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).

De lo anterior, para el año 2019 el total de residuos generados actualmente (predicción consorcio JASB) en apariencia es menor que el total proyectado en el 2007 por el PGIRS para el mismo año disminuyendo en un 25,9% su producción. Cabe resaltar que la proyección realizada para el año 2019 (PGIRS) se basó en un registro de usuarios proyectado de 5248 y actualmente se cuenta con 4957 usuarios registrados. Teniendo en cuenta que el servicio realmente se presta a 5447 usuarios de los cuales 490 previamente identificados no pagan, sumados a la inspección de Guadueros y Alto del Trigo que no se encuentran identificados y reciben la prestación del servicio de forma gratuita, las proyecciones establecidas en el PGIRS para el año 2018 son inferiores a las actuales.

4.3.1 Campañas de clasificación de residuos o reutilización

En segundo lugar, las campañas de clasificación y reutilización de residuos que se han ejecutado hasta la fecha según el coordinador operativo fueron realizadas por la empresa de servicios públicos con apoyo de la corporación autónoma regional del bajo magdalena y empresas del sector privado (Ecopetrol, Pacific Rubiales) en lo corrido de los últimos 2 años han desarrollado tres campañas de separación en la fuente para usuarios residenciales e institucionales:

- Campaña Colombia verde y limpia (Aguas del Capira- Alcaldía - Pacific Rubiales) Figura 17: operación dirigida al sector institucional, dentro de la cual se realizó la respectiva sensibilización a la población estudiantil, así como a los funcionarios de las instituciones tanto educativas como públicas, adicionalmente se repartieron lonas con código de

colores para depositar el material con potencial reciclable (papel, plástico, periódico y cartón). La campaña tuvo gran acogida y hasta el momento funciona en algunas de las instituciones educativas.

Figura 17.

Ecopuntos repartidos por Pacific Rubiales



Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).

- Campaña “CICLO-RE-CICLO” (Aguas del Capira- Alcaldía municipal – CAR) la campaña tuvo por objetivo generar una cultura de consumo responsable, a partir de la promoción de la reducción, reutilización y reciclaje de los residuos plásticos y fue dirigida a la comunidad educativa, a la fecha a campaña no se encuentra en desarrollo.
- Campaña de manejo de residuos sólidos “llego la hora de reciclar” (Aguas del Capira - Alcaldía Municipal – CAR) Figura 18, dirigida a la totalidad de usuarios del servicio de aseo, con el objetivo de capacitar e incentivar la separación en la fuente (residuos orgánicos e inorgánicos). La socialización del proyecto se realizó usuario por usuario, entregando un set con información y bolsas plásticas para la separación. Actualmente se está desarrollando la campaña, la selección, acopio y almacenamiento del material se realiza en la granja municipal por estudiantes del SENA.

Figura 18.

Campaña llego la hora de reciclar (Capirito mascota de campaña).



Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).

4.3.2. Almacenamiento

La empresa “Aguas del Capira” actualmente no realiza ningún tipo de almacenamiento de residuos sólidos. No obstante, hasta el año 2011 y durante al menos 3 años utilizaron las instalaciones de la planta de aprovechamiento Municipal como centro de acopio alcanzando un volumen de basuras de 2868m³ aproximadamente de los cuales 2148m³ se encuentran cubiertos y 2070m³ están en contacto directo con el suelo Figura 19.

Figura 19. Área de almacenamiento a cielo abierto



Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).

4.3.3. Recolección

El servicio de recolección de residuos sólidos es realizado en 4 vehículos compactadores. La recolección se realiza de lunes a sábado, teniendo 9 rutas establecidas con una frecuencia de recolección de dos veces por semana en cada sector del municipio.

4.3.4. Aprovechamiento

El municipio de Guaduas tiene bajo su jurisdicción una planta de aprovechamiento ubicada en la vereda Cucharal, donde se llevaban a cabo hasta el año 2011, los procesos de selección, acopio, compostaje, lombricultura e incineración de residuos, según lo establece el informe técnico 079 del 25 de febrero de 2011. No obstante, la CAR decretó medida preventiva de suspensión de actividades (resolución 040) el 22 de noviembre de 2007, medida ratificada por la resolución No 2559 del 28 de noviembre de 2008, apelada por la Alcaldía Municipal y ratificada nuevamente mediante resolución No 0859 del 30 de abril de 2009.

En la actualidad, el sistema de aprovechamiento se encuentra en proceso de abandono y desmantelamiento de su estructura física, las unidades existentes en la planta se describen a continuación:

Acceso: la vía de acceso a la planta de aprovechamiento Figura 20, es una carretera destapada y afirmada de aproximadamente 5m de ancho y una longitud de 7,4Km desde el casco urbano municipal.

Figura 20.

Vía de acceso planta de aprovechamiento



Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).

Área de recepción administrativa: se encuentra ubicada al costado derecho de la entrada principal Figura 21, está dotada de muros en ladrillo, pisos y techo de asbesto-cemento, está en regular estado.

Figura 21.

Recepción administrativa planta de aprovechamiento Municipio de Guaduas.



Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).

Zona de baños: se encuentran en mal estado y ubicada cerca al incinerador, Figura 22.

Figura 22.

Baños planta de aprovechamiento



Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).

Área de comedor: instalaciones de cemento con piso en baldosa techo en asbesto-cemento en buen estado Figura 23.

Figura 23.

Comedor Planta de aprovechamiento



Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).

Área de recepción de material y compostaje: se compone de cuatro bodegas Figura 24, de las cuales tres están techadas en mal estado. sus longitudes son 36m de largo por 15m de ancho (aprox. 1350m³), 24m de 16m de largo por 6 de ancho (aprox. 288m³) 20m de largo por 10 de ancho (aprox. 510m³). La bodega que se encuentra descubierta tiene 24m de largo por 15 de ancho (aprox. 720m³) respectivamente. No cuenta con sistema de drenaje de lixiviados. En su totalidad las bodegas se encuentran llenas de residuos sólidos almacenados desde el año 2011, durante el periodo del 2012 fueron removidos y llevados a disposición final un aproximando de 2000m³.

Figura 24.

Área de recepción de material.



Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).

Área de incineración: Cuenta con un incinerador en pésimo estado con chimenea de 15m de altura (no existen especificaciones del incinerador) Figura 25.

Figura 25.

Chimenea incinerador planta de aprovechamiento



Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).

Área de Lombricultura: Consta de 72 celdas distribuidas en dos sectores de la planta con las siguientes dimensiones 10m de largo, 0,40 de alto y 1,5m de ancho, construidas en ladrillo pañetado, pero sin piso, Figura 26.

Figura26
Área de lombricultura



Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).

Área de cernido: es el área donde se cierce y empaqueta el humus resultante del proceso de lombricultura Figura 27, cuenta con estructura metálica sin piso y sin techo.

Figura 27.
Área de cernido



Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).

Área de almacenamiento de Humus: consta de una bodega de 8m de largo por 6 de ancho aproximadamente, con tres divisiones en ladrillo Figura 28; dicha zona se encuentra en mal estado.

Figura 28.

Área de almacenamiento de humus.



Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).

Área de acopio: consta de 7 bodegas de acopio de material reciclable con división en ladrillo y desprovistas de techo Figura 29.

Figura 29.

Área de acopio de material clasificado.



Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).

Antigua área de disposición final: se encuentra ubicada al costado izquierdo de la vía de acceso principal a 25mts en promedio de la quebrada el naranjal, no cuenta con interceptores de aguas lluvias ni manejo técnico de gases, no obstante, tiene sistema de impermeabilización con geomembrana Figura 30. Y al momento de la visita se observó una inapropiada acumulación de residuos sólidos a cielo abierto, cubiertos de material vegetal.

Figura 30.

Antigua zona de disposición final.



Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.S.P -Consortio JASB (2019).

En términos generales la planta de aprovechamiento requiere de la reconstrucción total de su infraestructura, evacuación del material allí depositado y la construcción de sistemas que minimicen impactos al medio ambiente como pisos, colectores de aguas lluvias, sistema de recolección y tratamiento o recirculación de lixiviados etc.

4.3.5. Transferencia

La empresa de servicios públicos del Municipio de Guaduas Aguas del Capira S.A. E.S.P. no realiza transferencia de residuos sólidos, todo el material que se recolecta es llevado al sitio de disposición final al momento de agotar la capacidad del vehículo recolector.

4.3.5 Disposición final

La disposición final de los residuos sólidos generados y recolectados por la empresa de servicios públicos en el Municipio de Guaduas, se realiza en su totalidad en el relleno sanitario Doradita del Municipio de la Dorada Caldas. Con quienes se tiene suscrito un contrato interadministrativo de prestación de servicios. Este vertedero sanitario La Doradita Figura 31, se encuentra localizado en el departamento de Caldas, Municipio de la Dorada, Vereda Buena Vista a 15,5Km del casco urbano. El lote donde se encuentra dicho terreno tiene aproximadamente 30 Ha y se encuentra en funcionamiento desde enero del año 2004.

Figura 31.

Relleno sanitario Doradita.



Fuente: plan de manejo ambiental para la construcción y Operación del relleno sanitario “la doradita” (2010).

Con una vida útil calculada de 20 años y según el plan de manejo ambiental para la construcción y Operación del relleno sanitario “La Doradita” el relleno sanitario cuenta con:

1. Caseta de registro a la entrada del relleno sanitario.
2. Báscula camionera.
3. Puerta principal de acceso vehicular.
4. Sistema vial con acceso hasta el módulo 3, activo actualmente.
5. Playa de descargue.

- 6. Celda Diaria.
- 7. Sistema de manejo de lixiviados.
- 8. Sistema de manejo de gases para los módulos existentes.
- 9. Caseta de aprovechamiento.
- 10. Complejo administrativo.
- 11. Cerramiento periférico en alambre de púas.
- 12. Valla informativa.

4.4. Plan de gestión integral de residuos sólidos

El plan de gestión de residuos sólidos del Municipio de Guaduas Tabla 11 fue adoptado mediante Resolución No 275 del 29 de agosto de 2007. Dicho plan cuenta con los siguientes objetivos y programas.

Tabla 11

Plan de gestión integral de residuos sólidos

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	
Aspecto institucional	
Objetivo general:	
Plantear una alternativa institucional que administre eficientemente y eficazmente el servicio de aseo, que cuente con un adecuado manejo administrativo y que sea sostenible desde el punto de vista económico y financiero.	
Meta:	
Lograr entre el primer y tercer año de implementación del PGIRS, que exista una empresa de servicios públicos que administre el servicio de aseo, considerando los principios de la gestión integral de los residuos sólidos y la Ley 142 de 1994 y gestionar la venta de materiales aprovechables	
PROGRAMA: DESARROLLO INSTITUCIONAL	
PROYECTOS	METAS
Estudio de Viabilidad Empresarial para la Prestación del Servicio Público de Aseo.	
Conformación de la empresa para la prestación del servicio público de aseo.	Conformación de una Empresa de Servicios Públicos para la prestación del servicio de aseo en un 100% en 2 años
Fortalecimiento de la Gestión Comercial	Eficiente gestión comercial en un 100% en 4 años
Consolidación administrativa de la PMIRS	Consolidación administrativa de la PMIRS en un 100% en 2 años.

PROGRAMA: DETERMINAR LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS ACORDE CON LAS NECESIDADES DEL MUNICIPIO EN LOS PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN, RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE.

PROYECTOS**METAS**

Implementar estrategias educativas para separación en la fuente y recolección selectiva.

Implementar estrategias educativas para separación en la fuente y recolección selectiva en 100% en 1 año.

Optimización del componente de recolección y transporte para la prestación del servicio de aseo.

Eficiente componente de recolección y transporte en un 100% en 2 años.

Optimización del componente de Aprovechamiento.

Optimización del componente de Aprovechamiento en un 90% en 3 años.

Capacitación y Asistencia Técnica para el Componente Técnico y Operativo.

Capacitación y Asistencia Técnica para el Componente Técnico y Operativo en un 100% en 2 años

Ampliación del componente de barrido y limpieza para la prestación del servicio de aseo

Ampliación de la prestación del componente de barrido y limpieza en un 80% en 3 años.

PROGRAMA: OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

PROYECTOS**METAS**

Ajustar PMIRS técnicamente en infraestructura, vías y procesos de aprovechamiento de residuos.

90% de residuos reciclables aprovechados en 3 años

Estudio de mercadeo de residuos aprovechables.

Estudio de mercadeo de residuos aprovechables en 3 años.

Capacitación en manejo de residuos sólidos a operarios de la PMIRS.

Capacitación en manejo de residuos sólidos a operarios de la PMIRS en 2 años

Implementación de Técnicas para el Aprovechamiento de Residuos Sólidos

Obtener una (1) eficiencia técnica para el aprovechamiento de residuos sólidos en 1 años.

PROGRAMA: EDUCACIÓN, SENSIBILIZACIÓN Y CAPACITACIÓN EN MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

PROYECTO**METAS**

Capacitación en Manejo Integral de Residuos Sólidos para Instituciones Oficiales, Privadas y Comerciales

3 capacitaciones en manejo integral de residuos sólidos en instituciones oficiales, privadas y comerciales cada año.

Capacitación y Cultura Ciudadana en Manejo Integral de Residuos Sólidos

- El 80% de la población posee cultura ciudadana en el manejo integral de los residuos sólidos en 1 año.
 - El 70% de la comunidad se encuentra capacitada, sensibilizada y organizada para el manejo integral de residuos sólidos en 1 año.
-

-
- 3 capacitaciones en manejo integral de residuos sólidos a la ciudadanía cada año.

Capacitación en Manejo Integral de Residuos Sólidos a Instituciones Educativas. 4 capacitaciones en manejo integral de residuos sólidos a instituciones educativas cada año.

Fuente: (Mesa et al., 2015).

Con base en las metas propuestas en el PGIRS se evidencia que de las 15 metas propuestas se ha dado cumplimiento a 4 de las mismas, en su mayoría relacionadas a la educación ambiental entorno al manejo de residuos sólidos y la creación de una empresa de residuos sólidos lo que corresponde a un cumplimiento del 26%. Esto se contrasta con las visitas que a la fecha la subdirección de desarrollo ambiental y sostenible de la CAR ha realizado 6 visitas de control y seguimiento sobre el avance e implementación del PGIRS en el municipio. La última visita de control fue realizada el 6 de noviembre del presente año, al no tener acta de la última reunión y evaluación de la implementación del PGIRS y para efectos del presente informe se tomarán las consideraciones realizadas en el informe anterior del 21 de marzo de 2012.

La subdirección de desarrollo ambiental a fecha 21 de marzo de 2012 evaluó en 16,7% el porcentaje de implementación del PGIRS y acordó los siguientes compromisos para la alcaldía Municipal. A 2019 estos compromisos aún no se hacen evidentes, estos son:

- Diligenciar la ficha “base de datos general PGIRS” y “Sitios de disposición Ton y aprovechamiento” y enviarle por correo electrónico a la CAR
- Revisar el documento del PGIRS y comenzar con las actividades de actualización, ajuste y/o modificación y realizar la logística necesaria.
- Realizar la limpieza de la planta de aprovechamiento y las adecuaciones necesarias para su funcionamiento.

Esta información también, es confirmada con el informe entregado por la contraloría que, por un lado, debió sancionar con proceso de responsabilidad fiscal No1760- Horno incinerador

planta de residuos sólidos del municipio de Guaduas Cundinamarca. Por mal manejo e incumplimiento de parámetros de funcionamiento. Y, por otra parte, al año 2017 (Análisis de la Contraloría de Cundinamarca de la información remitida por las entidades CAR con radicado 20172149868, CORPOGUAVIO con radicado del 02 de noviembre de 2017 y CORPORINOQUIA con radicado CA-2017-013117), Guaduas solo cumplía en la implementación de este en un 0,71%. Información que al año actual 2019, sigue en el mismo estado.

Y por último dentro del cumplimiento del plan, este quedo documentado como meta dentro del proyecto de acuerdo N° 012 “por medio del cual se adopta el plan de desarrollo municipal para volver a creer del municipio de guaduas, Cundinamarca 2016 – 2019 y se dictan otras disposiciones”:

Meta de resultado: Establecer políticas públicas que promuevan con la solución de problemas del manejo de los residuos sólidos y de impacto al entorno ambiental en el municipio, durante el cuatrienio.

Meta de producto 1. Implementar el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS durante el cuatrienio: PGIRS elaborado y formulado a diciembre de 2015. Indicador: PGIRS en ejecución. Donde finalizado el periodo dichas metas no fueron evidenciadas.

4.4.1. Requerimientos de los entes de control y entidades territoriales

Entes de control como la contraloría y la autoridad ambiental competente CAR han realizado informes de seguimiento y control al sistema de prestación del servicio de aseo, y a la alcaldía municipal de Guaduas por tener bajo su responsabilidad el manejo de la planta de aprovechamiento, requiriéndolos formalmente de la siguiente manera.

La Corporación Autónoma Regional del bajo Magdalena según la resolución No 40 del 22 de noviembre de 2007, notificada por edicto fl 123, por medio de la cual la CAR impone al

Municipio de Guaduas como medida preventiva, la suspensión de actividades relacionadas con el aprovechamiento de residuos sólidos, ordena la apertura del proceso sancionatorio y formulo el siguiente pliego de cargos:

- Presunta violación del artículo 35 del decreto 2811 de 1974 “Se prohíbe descargar, sin autorización, los residuos, basuras y desperdicios, y en general, de desechos que deterioren los suelos o, causen daño o molestia al individuo o núcleos humanos” y en consecuencia haber contaminado el suelo con lixiviados provenientes de la descomposición de residuos sólidos.
- Presunta Violación del artículo 211 del decreto 1541 de 1978 “Se prohíbe verter, sin tratamiento, residuos sólidos, líquidos o gaseoso, que puedan contaminar o eutroficar las aguas, causar daño o poner en peligro la salud humana o el normal desarrollo de la flora o fauna, o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos. El grado de tratamiento para cada tipo de vertimiento dependerá de la destinación e los tramos o cuerpo de aguas, de los efectos para la salud y de las implicaciones ecológicas y económicas” y en consecuencia haber contaminado la quebrada el Naranjal por la descarga de lixiviados y agua de escorrentía Mezclada con lixiviados.

Resolución No 2559 del 28 de noviembre de 2008, notificada por conducta concluyente el día 30 de diciembre de 2008, por medio del cual se declara responsable al municipio de Guaduas Cundinamarca de los cargos formulados mediante resolución No 40 del 22 de noviembre de 2007 y se impuso una multa de cinco salarios mínimos legales vigentes.

Resolución No 0859 del 30 de abril de 2009, la corporación resuelve el respectivo recurso de reposición, confirmando la Resolución N 2559 del 28 de noviembre de 2008.

Auto No106 del 5 de febrero de 2010, por medio del cual se requiere al municipio de Guaduas para que efectúe tratamiento un tratamiento especial sobre los residuos sólidos que

se encuentran en el suelo actualmente en la planta de residuos sólidos del Municipio para evitar la contaminación de la fuente hídrica denominada Naranjal.

Auto No229 del 9 de marzo de 2012 donde se requiere nuevamente al municipio de Guaduas con el fin de que se proceda a dar cumplimiento en su totalidad a la medida preventiva impuesta.

La CAR por medio de la subdirección de desarrollo ambiental sostenible en cumplimiento de sus responsabilidades ha realizado hasta la fecha 5 visitas de control y seguimiento sobre el avance e implementación del PGIRS, la última visita de control fue realizada el día 15 del mes de noviembre del presenta año pero al no presentar hasta la fecha acta de reunión y para efectos del presente informe se tendrán en cuenta los compromisos adquiridos en la reunión inmediatamente anterior de fecha 21 de marzo de 2012 donde se programan los siguientes compromisos por parte de la alcaldía Municipal:

- Diligenciar la ficha “Base de datos general PGIRS” y “Sitios disposición – Ton y aprovechamiento”.
- Revisar con detenimiento el documento del PGIRS y comenzar con las actividades de actualización, ajuste y/o modificación y realizar la logística necesaria.
- Realizar la limpieza de la planta de aprovechamiento y las adecuaciones necesarias para su funcionamiento.

El plazo máximo para el cumplimiento de dichas tareas o compromisos era el 21 de septiembre de 2012, y hasta el momento ninguna de las tareas pactadas se ha cumplido al 100%.

4.4.2. Comparendo ambiental

El municipio de Guaduas en atención a las leyes 1259 de 2008 y 1466 de 2011 estableció la figura de comparendo ambiental mediante el decreto No 250 del 3 de noviembre

de 2010. Cabe resaltar que la CAR en la visita marzo de 2012 para el control y seguimiento del PGIRS pidió se realizara ajuste al decreto con base en la ley 1466 de 201, ajuste que hasta el momento no se ha realizado

En definitiva, el ente público encargado de administrar la planta de aprovechamiento del municipio de Guaduas, y aunque lo contempla dentro del plan de desarrollo del municipio 2016-2019 y está consignado en el Plan de Gestión Integral de residuos Sólidos o PGRIS. Ha ejecutado según informe de la contraloría, un 0,71% de toda la implementación de esta normatividad vigente.

Finalmente, el hallazgo más interesante que se puede extraer de este trabajo fue el de confirmar el estado del PGIRS en el municipio, el cual desde la información obtenida se pudo determinar que el cumplimiento a este por parte del municipio es mínimo, debido a que las instalaciones se encuentran en total abandono y no han sido renovadas hasta el momento. Esto ratifica la acción tomada por la CAR de suspender los procesos de selección, acopio, compostaje, lombricultura e incineración de residuos, según lo establece el informe técnico 079 del 25 de febrero de 2011 y los registrado por la contrataría en 2017 relacionado con el análisis de la Contraloría de Cundinamarca de la información remitida por las entidades CAR con radicado 20172149868, CORPOGUAVIO con radicado del 02 de noviembre de 2017 y CORPORINOQUIA con radicado CA-2017-013117, donde Guaduas solo cumplía en la implementación de este en un 0,71%, información que al año 2019, continuó siendo el mismo. Y de las metas propuestas en el PGIRS se evidencia que de las 15 metas propuestas se ha dado cumplimiento a 4 de las mismas, en su mayoría relacionadas a la educación ambiental entorno al manejo de residuos sólidos y la creación de una empresa de residuos sólidos lo que corresponde a un cumplimiento del 26%.

En contra prevención de las normas y leyes vigente se pudo encontrar el decreto 605 de 1996: Vigente solo el título IV sobre Prohibiciones, Sanciones y Procedimientos en el manejo de los residuos sólidos y prestación del servicio público de aseo; Decreto 1505 de 2003: Por el

cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. Pero se resalta el cumplimiento de la Ley 1259 de 2008: Ley de comparendo ambiental.

IV. Conclusiones

En el cumplimiento de las normas vigentes se estableció que el ente público del municipio de Guaduas va en contra prevención de la Ley 23 de 1973 que contiene los principios fundamentales sobre prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo. y la Constitución Política de 1991 que contiene 49 artículos alusivos al medio ambiente, dentro de los cuales se cita el deber del estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente y de prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental y el derecho de toda persona de gozar de un ambiente sano.

También se comprobó que en la actualidad no existen procesos de aprovechamiento de residuos sólidos en el municipio y teniendo en cuenta que la disposición final de éstos se lleva a cabo en un sistema de Relleno Sanitario, la afectación de manera directa al recurso suelo es evidente. El desarrollo, operación y abandono de este tipo de sitios trae consigo numerosas implicaciones y modificaciones que van desde el cambio del uso del suelo como la composición y capacidad productiva del mismo. Por tal razón, existe una posibilidad de que el sitio de almacenamiento de residuos orgánicos y los susceptibles a aprovechamiento perteneciente al municipio, sea acondicionado mediante una intervención de obra civil y adecuaciones necesarias para su correcto funcionamiento, conforme a las directrices definidas en el Plan de Ordenamiento Territorial y la guía de PGIRS.

Actualmente en cuanto al cumplimiento del PGIRS, se encuentra en un avance del 0,17% según informe de la contraloría. Esto permite reconocer, que, aunque en documentos públicos se encuentran las disposiciones y normatividad para la puesta en marcha del plan de gestión de residuos. Aún falta compromiso y coordinación por parte de las autoridades locales

para cumplir los acuerdos, recibir menos sanciones y buscar alternativas para mejorar la gestión en este aspecto.

Uno de los problemas que tiene actualmente la planta de aprovechamiento es el pasivo ambiental, por lo tanto, es necesario la restauración ambiental y cumplir a cabalidad la normatividad que aplica. Es necesaria la implementación y desarrollo de rutas selectivas con el fin de crear conciencia y sensibilizar a la población sobre la importancia del reciclaje y aprovechamiento de residuos orgánicos, además de la generación de residuos con una mayor calidad y potencial de aprovechamiento.

Al abordar el enfoque de aprovechamiento y valorización de los residuos se pudo identificar que en el municipio de Guaduas disponen los residuos en un sistema operado técnicamente sin aprovechamiento alguno hasta el momento de estos residuos generados. Por consiguiente, el 100% de residuos sólidos que se producen en la municipalidad corresponden a un 60% de restos orgánicos, incluyendo en este un 95% a cargo de la plaza de mercado. Demostrando con esto, que existe una gran cantidad de materia prima que puede ser utilizada en la implementación de un proyecto de aprovechamiento en procesos técnicos de compostaje, lombricultura o producción de Biogás.

De las alternativas, disponibles y de fácil acceso a la administración pública del municipio, se hace evidente que las más óptimas serían la lombricultura, compostaje o un sistema de producción de biogás. Esto debido en primer lugar, a que cuenta con un lote con algunas instalaciones que, aunque se encuentran en malas condiciones es posible que con compromiso de esta autoridad y la inclusión del ente privado. Pueda lograr cumplir con las disposiciones de ley vigentes en la implementación de los PGIRS y, en segundo lugar, fomentar el aprovechamiento de los residuos orgánicos en la comunidad. Además de promover el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente.

V. Recomendaciones

Por lo anterior, se recomienda a la administración municipal tomar medidas pertinentes frente al aprovechamiento de los residuos orgánicos como forma de generar empleo, poner en marcha la planta actual, en concordancia con la normatividad vigente. Y al mismo tiempo, ajustar el PGIRS al cumplimiento de la norma, como estrategia para contribuir con la mejora del medio ambiente y generar pertenencia por parte de la comunidad al contribuir en su responsabilidad ambiental en la clasificación y reutilización de residuos, sobre todo los orgánicos.

Se sugiere en la comunidad científica, implementar nuevos estudios que incorporen alternativas amigables con el ambiente, para dar un uso adecuado de los residuos sólidos en general que se producen en el municipio de Guaduas.

Se recomienda a entidades encargadas de vigilar y fomentar la protección del medio ambiente, que se exijan con mayor rigurosidad, el cumplimiento de las pautas para la gestión de los residuos sólidos, enmarcados en programas de separación en la fuente, presentación y almacenamiento, tratamiento, recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final.

Se propone a la empresa de servicio de aseo Aguas del Capira implementar estrategias que ayuden a mejorar la disposición y uso de los residuos orgánicos en la plaza de mercado del municipio.

Por último, se sugiere para la inclusión de la comunidad identificar por parte de la administración a la población recicladora y comercializadora de los productos de carácter reciclable como una opción de organización de este sector y promover la creación de nuevas fuentes de empleo formal.

VI. Bibliografía

- Antuña, F. C. (2016). Residuos alimentarios. *ReFood pure bioenergy*, pp. 1-30. Recuperado de http://www.conama.org/conama/download/files/conama2016/STs2016/1998972375_ppt_CAntu%F1a.pdf
- Beltrán, G. C. A., Marú, R. A. C., Quintero, M. A. M., & Hernández, S. H. C. (2018). Informe Nacional de Disposición Final de Residuos Sólidos 2017. *DNP (Departamento Nacional de Planeación)*, p. 177. [https://doi.org/ISSN: 2422-2941](https://doi.org/ISSN:2422-2941)
- Briganti, J., Díaz, A., & Vergara, I. (2003). *Lineamientos para la separación en la fuente de los residuos sólidos producidos por el sector residencial (Estratos 4, 5 y 6) de la ciudad de Cartagena de Indias D. T y C.* (p. 184). p. 184. Recuperado de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005612/Proyecto/InformeFinalProyectoSeparacionenlaFuente.pdf>
- Castro, Q. M. F., Gaviria, M. S., & Mejía, A. L. F. (2016). *POLÍTICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS*. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Económicos/3874.pdf>
- Castro, S. M. E. (2014). *Estrategias para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la plaza de mercado de Fontibón , Bogotá* *Estrategias para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la plaza de mercado de Fontibón , Bogotá.*
- Contreras, E., Gálvez, A., Pacheco, J. F., Rondón, T. E., & Szantó, N. M. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. *Manuales de la CEPAL*, p. 2011. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40407-guia-general-la-gestion-residuos-solidos-domiciliarios>

- Fernández, C. A., & Sánchez, O. M. (2007). *Guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos*. Recuperado de [https://open.unido.org/api/documents/4745768/download/GUIA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS](https://open.unido.org/api/documents/4745768/download/GUIA_PARA_LA_GESTION_INTEGRAL_DE_LOS_RESIDUOS_SOLIDOS_URBANOS)
- Flores, T. X. F., Fray, V. P. X., & Moran, Q. E. E. (2017). Tratamiento de residuos sólidos en la Unión Europea. *RECIMUNDO : Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, ISSN-e 2588-073X, Vol. 1, N°. 4, 2017, págs. 339-364, 1(4), 339-364. <https://doi.org/10.26820/recimundo/1.4.2017.339-364>
- Hernández, F. S., & Corredor, G. L. R. (2017). Reflexiones sobre la importancia económica y ambiental del manejo de residuos en el siglo XXI. *Revista de Tecnología*, 15(1). <https://doi.org/10.18270/rt.v15i1.2039>
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6°; M. G. Hill, Ed.).
- Kaza, S., Yao, L. C., Bhada, Tata, P., & Van, W. F. (2018). *What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Recuperado de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>
- Limaylla, A. Q. (2015). El valor potencial de los residuos sólidos orgánicos , rurales y urbanos para la sostenibilidad de la agricultura * The potential value of organic , rural and urban residues for sustainable agriculture Resumen Introducción. *Revista Mexicana de ciencias agrícolas*, 6(1), 83-95.
- Macdonald, M. (2017). Guía de Planeación Estratégica para el Manejo de Residuos Sólidos de Pequeños Municipios en Colombia. *Ministerio de Vivienda, Ciudad y territorio*, 107. Recuperado de [http://www.minvivienda.gov.co/Documents/Guía de Manejo de Residuos 2017.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/Guía_de_Manejo_de_Residuos_2017.pdf)

- MAVDT, M. D. A. V. Y. D. T. (2008). *Estudios y Proyectos Ambientales y Mecánicos- Construcción de criterios técnicos para el aprovechamiento y valorización de residuos sólidos orgánicos con alta tasa de biodegradación, plásticos, vidrio, papel y cartón. Manual 1: Generalidades* (p. 69). p. 69.
- Mesa, M., Moncana, O., Vargas, D., Portillo, M., Salazar, Y., Hincapié, F., & López, G. (2015). *Revisión y ajuste del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS del municipio de Guaduas* (pp. 1-663). pp. 1-663. Alcaldía Municipal de Guaduas.
- Mora, R. J. Á. (2004). El Problema De La Basura En La Ciudad De México. *Fundación de Estudios Urbanos y Metropolitanos*, 82. Recuperado de http://www.paot.mx/contenidos/paot_docs/pdf/basura_df.pdf
- Pastrana, A. A. (2000). *Decreto 2676 de diciembre de 2000* (Vol. 2000, p. 13). Vol. 2000, p. 13. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Decreto-2676-de-2000.pdf>
- Rendón, M. M. E., Villasís, K. M. Á., & Miranda, N. M. G. (2016). Estadística descriptiva. *Revista Alergia México*, 63(4), 397-407. <https://doi.org/10.29262/ram.v63i4.230>
- Román, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor. En *Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Tejada, C. D. (2013). *Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en la ciudad de La Paz*. Centro de investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Torres, C. S., & Rodríguez, M. J. P. (2017). Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia. *Universidad y Salud*, 19(1), 116-

125. <https://doi.org/10.22267/rus.171901.75>

Torres, G. Y. (2018). *Aprovechamiento de los residuos orgánicos y la implementación de Bio - huertos domiciliarios en el asentamiento humano MILLPO CCACHUANA DEL DISTRITO DE ASCENSIÓN - HUANCAVELICA* (pp. 1-174). pp. 1-174. Recuperado de http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1965/TESIS_2018_MAESTRÍA_GESTIÓN_AMBIENTAL_YOBANA_TORRES_GONZALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Varnero, M. M. T. (2011). Manual del Biogás. *Proyecto CHI/00/G32*, p. 120.

<https://doi.org/10.1073/pnas.0703993104>

ANEXOS

Anexo 1. Entrevista semiestructurada

Entrevista semiestructurada	
Encargados de Coordinación operativa empresa de Servicios Públicos de Aguas del Capira S.A. E.SP municipio de Guaduas, Cundinamarca	
Indicador	Caracterización
Preguntas nivel 1	¿A cuántos usuarios actualmente, presta el servicio La empresa de servicios públicos del municipio?
	¿cuenta actualmente la empresa con un registro del muestreo volumétrico de los grandes generadores y en qué porcentaje?
Indicador	Determinación
Preguntas nivel 2	¿Existe algún tipo de proyección acerca de la producción de residuos sólidos? Tiene información al respecto.
	¿Qué tipos de campañas han realizado en la empresa, para estimular la clasificación de materiales con potencial de reutilización o reciclaje?
	¿Realizan algún tipo de almacenamiento de los residuos sólidos?
	¿Con cuántos vehículos cuentan, para la recolección de basuras?
	¿Cómo realizan las rutas de recolección?
	¿Qué tipo de aprovechamiento ejecuta la empresa o en ente público en el municipio de Guaduas en cuanto a los residuos sólidos y en especial orgánicos?
	¿Qué tipo de instalaciones existen para, el manejo de los residuos sólidos y en especial orgánicos?
	¿Considera que las instalaciones actuales son las indicadas para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos?
	¿Realizan algún tipo de transferencia de residuos?
	¿Cómo ejecutan ustedes la disposición final de los residuos?