



**Viabilidad en el aprovechamiento de residuos orgánicos para la elaboración de compostaje
para el conjunto residencial La Plaza Living**

Santiago Sánchez Echeverri

Jaime Alonso Molina Carmona

Trabajo de grado

Profesor asesor

Ricardo León Isaza David

Itagüí 5, 2021

Dedicatoria

En el presente trabajo de grado, agradecemos a nuestras familias por ser quienes han trazado el camino sobre el cual estamos construyendo conocimiento, además de generar nuevos planteamientos hacia objetivos en nuestra carrera personal y profesional.

Agradecimientos

Agradecemos a nuestro tutor Ricardo León Isaza David, el cual hizo un acompañamiento en el desarrollo de este proyecto, promoviendo el análisis crítico y constructivo para la consecución de los resultados obtenidos. En segundo lugar, agradecemos a todos los profesores que han hecho un significativo aporte en cuanto al fomento del conocimiento y experiencia, es así como obtuvimos la sinergia necesaria para el inicio y posterior desarrollo de este documento.

Viabilidad en el aprovechamiento de residuos orgánicos para la elaboración de compostaje para el conjunto residencial La Plaza Living

Resumen

El presente proyecto pretende estudiar la factibilidad económica para la creación de una empresa que se encargará de la transformación, producción y comercialización de abono a partir de la recolección de desechos orgánicos generados por los residentes de la unidad residencial La Plaza Living, ubicada en la ciudad de Medellín, para ello se diseñan estrategias de recolección y se identifican los recursos e infraestructura necesarios para cada uno de los procesos.

Para su análisis se presenta un estudio económico, el cual determina la inversión necesaria para iniciar operaciones, la infraestructura requerida para el desarrollo de los procesos, los costos y gastos asociados, y así mediante indicadores financieros determinar la viabilidad y rentabilidad económica del proyecto.

PALABRAS CLAVES

Residuos orgánicos; Compostaje; Reciclaje; Recolección; Estudio Económico

Viability in the use of organic waste for compost production I'm the residential complex La Plaza Living

Abstract

This project aims to study the economic feasibility for the creation of a company that will be in charge of the transformation, production and commercialization of compost from the collection of organic waste generated by the residents of the La Plaza Living residential unit, located in the city of Medellín, for this, collection strategies are designed and the necessary resources and infrastructure for each process are identified.

For its analysis, an economic study is presented, which determines the investment necessary to start operations, the infrastructure required for the process development, the associated costs and expenses, and thus, through financial indicators, determine the viability and economic profitability of the project.

KEYWORDS

Organic waste; Compost; Recycling; Picking; Economic Study

Índice de contenidos

Capítulo 1. Planteamiento del problema.....	10
1.1 Descripción del problema y planteamiento del problema.....	10
1.2 Formulación del problema.....	11
1.3 Justificación.....	11
1.4 Objetivos.....	12
1.4.1 Objetivo general.....	12
1.4.2 Objetivos específicos.....	12
Capítulo 2. Marco Referencial.....	13
2.1 Marco conceptual.....	13
2.2 Marco teórico.....	16
2.3 Marco contextual.....	20
2.4 Marco legal.....	22
Capítulo 3. Diseño metodológico.....	28
3.1 Diseño metodológico.....	28
3.2 Línea de investigación institucional.....	28
3.3 Enfoque de investigación y paradigma investigativo.....	29
3.4 Diseño.....	29
3.1 Alcance.....	30
3.5 Población.....	30
3.6 Tamaño de muestra.....	30
3.7 Fuentes, Técnicas e instrumentos de recolección de información y datos.....	31
Capítulo 4. Resultados y discusiones.....	34
4.1 Caracterización de desechos orgánicos en la Unidad Residencial la Plaza Living.....	34
4.2 Estrategias para la recolección de los desechos orgánicos.....	35
4.3 Infraestructura, costos y equipos necesarios para el almacenamiento, procesamiento y aprovechamiento de desechos orgánicos.....	37
4.3.1 Maquinaria y equipos.....	38
4.3.2 Equipos de oficina.....	38
4.3.3 Costos de operación y gastos administrativos.....	38
4.4 Evaluación financiera.....	39
4.4.1 Presupuesto de ingresos, costos y gastos.....	40
4.4.2 Balance general.....	41
5.1.1 Estado de resultados.....	42
5.1.2 Indicadores financieros.....	43
5.1.3 Flujo de caja proyectado.....	44
Capítulo 5. Conclusiones.....	46
Referencias.....	47
Apéndices.....	Error! Bookmark not defined.

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Mapa de procesos.....	37
--------------------------------------	----

Índice de tablas

Tabla 1. Maquinaria y equipos.....	38
Tabla 2. Equipos de oficina	38
Tabla 3. Costos de operación	38
Tabla 4. Gastos administrativos.....	39
Tabla 5. Presupuesto de ingresos, costos y gastos.....	40
Tabla 6. Balance general.....	41
Tabla 7. Estado de resultados.....	42
Tabla 8. Indicadores financieros.....	43
Tabla 9. Flujo de caja proyectado.....	44

Introducción

El desmedido crecimiento poblacional y consigo el aumento en la capacidad de carga de residuos orgánicos depositados incorrectamente en rellenos sanitarios sin tener una apropiada separación sobre residuos inorgánicos, generan base de estudio y punto de partida para el desarrollo del presente proyecto, buscando generar conciencia colectiva y así promover el aprovechamiento de los residuos orgánicos provenientes de los hogares del conjunto residencial para la producción de abono orgánico.

La correcta disposición de desechos orgánicos aporta significativamente a la disminución en la cantidad de desechos generados diariamente. En el transcurso y desarrollo de este proyecto se abordan metodologías tanto para la separación, almacenamiento, transporte, procesamiento y posterior aprovechamiento de los residuos orgánicos (ARO), cuyo eje principal es la elaboración de la viabilidad económica para la consecución de dichos procesos.

En el primer capítulo se podrá observar el planteamiento del problema, es decir la descripción y precedentes en la disposición de residuos orgánicos en zonas urbanas altamente pobladas y particularmente se formula el problema y se justifica su consecución.

El segundo capítulo contiene algunas de las leyes que rigen en el manejo de residuos orgánicos, además de los conceptos principales en el marco de la recolección, almacenaje y transformación de residuos orgánicos.

El tercer capítulo presenta el diseño metodológico que se ha utilizado y la forma en que se han obtenido los datos, su población, alcance, entre otros, que permitirán conocer la forma en que se llevó a cabo este trabajo.

El cuarto capítulo muestra el desarrollo de los objetivos y los resultados obtenidos en cuanto al manejo actual, disposición y caracterización de desechos orgánicos, presentando estrategias para el manejo en cada fase del sistema que compone el proceso de aprovechamiento de residuos orgánicos, es así como se genera una evaluación financiera, con el objetivo de determinar la viabilidad económica para la puesta en operación del proyecto planteado.

Por último, el quinto capítulo contiene las conclusiones, en donde se determina la viabilidad en la implementación del proceso de aprovechamiento de residuos orgánicos para la elaboración de compostaje en la unidad residencial La Plaza Living, evaluando las estrategias y recursos necesarios para su correcta implementación.

Capítulo 1. Planteamiento del problema

1.1 Descripción del problema y planteamiento del problema

Con el tiempo se ha visto cómo el ser humano en su instinto de supervivencia ha utilizado los recursos que brinda la naturaleza para suplirse de las necesidades básicas, aprovechando los frutos y materiales entregados por la tierra, además de la gran diversidad de animales en el ecosistema.

Con la revolución industrial llegan los procesos agrícolas y ganaderos en donde el ser humano vio la posibilidad de transformar los recursos para beneficio propio, masificando la producción de alimentos y a su vez con el incremento exponencial de la población que implica una generación masiva de desechos provenientes del consumo de estos productos.

Los casos más preocupantes se presentan en zonas urbanas altamente pobladas debido a la cantidad excesiva de residuos orgánicos generados, y al no ser tratado de forma controlada representan una sensación de suciedad, generan malos olores, al ser altamente inflamables pueden provocar incendios y generar contaminación atmosférica, además al tener contacto con las fuentes hídricas se convierte en un potencial contaminante que representan problemas de salud si son utilizadas para el abastecimiento de agua de la población.

Las unidades residenciales son un claro ejemplo de esta problemática al ser espacios con alta afluencia de personas en donde se generan cantidades abrumantes de residuos orgánicos y que por lo general no son tratados adecuadamente.

Se tomará como punto de partida para el desarrollo de este proyecto a la unidad residencial La Plaza Living, la cual no presenta un procedimiento adecuado para la separación de residuos orgánicos, en la actualidad la copropiedad cuenta con un solo ducto por piso en el cual se depositan

todos los desechos sin una adecuada caracterización de los productos, por lo tanto, es necesario realizar cambios en las estrategias de recolección y además concientizar a los residentes para que adhieran a las nuevas disposiciones.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es la viabilidad económica para generar aprovechamiento de los residuos orgánicos que se desechan de las viviendas de la unidad residencial la Plaza Living de la ciudad de Medellín, para la elaboración de compostaje?

1.3 Justificación

Este proyecto tiene una componente muy importante y coherente, el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en las unidades de vivienda, es una actividad ecológica que se debe tomar como una forma de disminuir el impacto de las personas al medio ambiente.

Viendo todo este proceso de una manera holística es una oportunidad de las personas o las comunidades de reducir la huella de carbono que es generada a diario y si se quiere a gran escala sería una forma de una comunidad de reducir la cantidad de desechos que llegan a los rellenos a descomponerse y generar gases de invernadero.

A pesar de que en Colombia no genera un alto impacto la huella de carbono, cada día este término tiene más fuerza entre las personas y se puede decir que la humanidad ha adquirido más conciencia, en la cual la población puede jugar un papel muy importante para controlar esta problemática.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Elaboración de un estudio de viabilidad económica para el aprovechamiento de residuos orgánicos desechados de las viviendas de la unidad residencial la Plaza Living de la ciudad de Medellín, para la elaboración de compostaje a través de deshidratación utilizando paneles solares.

1.4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar cuáles son los principales desechos orgánicos en la unidad residencial La Plaza Living, para determinar la composición química de los elementos y determinar procesos para el aprovechamiento de la materia orgánica y transformación en compostaje mediante clasificación.
- Determinar las estrategias más convenientes para la recolección de los desechos orgánicos mediante estudios del terreno, teniendo en cuenta la infraestructura física actual de la unidad residencial y que permita un adecuado aprovechamiento del espacio.
- Definir la infraestructura y equipos necesarios para el almacenamiento, procesamiento, deshidratación y posterior aprovechamiento de desechos orgánicos, dependiendo de la cantidad de materia orgánica recolectada.
- Elaborar un análisis financiero con el objetivo de verificar la viabilidad del aprovechamiento de la materia orgánica y su transformación en abono, teniendo en cuenta los parámetros y protocolos de recolección, además de los procesos de transformación para la estimación de costos.

Capítulo 2. Marco Referencial

2.1 Marco conceptual

A continuación, se presentan los principales conceptos que se abordarán en el desarrollo de la investigación con el objetivo de tener una mejor precisión conceptual en el uso de ellos:

Residuos orgánicos, según la Comisión para la Cooperación Ambiental (2017) “se refiere a todo aquel material que proviene de especies de flora o fauna y es susceptible de descomposición por microorganismos, o bien consiste en restos, sobras o productos de desecho de cualquier organismo” (p. 4). Del mismo modo, los residuos orgánicos consisten en restos de comidas elaboradas, los desechos de la elaboración como son las cáscaras, residuos de frutas, entre otros, estos residuos son aprovechables en un 100%, desde el mismo momento de la disposición final.

El compostaje se define como un proceso en el cual el residuo es sometido a una degradación biooxidativa bajo condiciones controladas, cuyo producto final es el compost” (Ramos, 2005. P 50). Para que los residuos orgánicos se conviertan en abono, se debe realizar una serie de procesos o pasos que permiten un mejor aprovechamiento, teniendo en cuenta que el compostaje es también una técnica “para transformar los residuos sólidos orgánicos en abonos orgánicos (composta y vermicomposta, respectivamente) cuyas características físicas, químicas y biológicas inciden directamente en el mejoramiento del suelo y en el crecimiento de las plantas” (Acosta y Villegas, 2012, p. 127).

De este modo, las fases de transformación de residuos orgánicos a abono son básicamente la utilización de temperaturas adecuadas para crear hongos y bacterias que degradan la materia orgánica y al mismo tiempo aporten nutrientes y propiedades fertilizantes. Los factores a tener en cuenta según el manual del proceso de compostaje innova-Ruta N son:

- **Temperatura:** Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35-55 °C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esperados.
- **Humedad:** En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60 %. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. **PH.** Influye en el proceso debido a su acción sobre microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (pH= 6-7,5).
- **Oxígeno:** El compostaje es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada (2020).

En este sentido, son cuatro etapas las cuales tiene una evolución, en la primera etapa, la masa vegetal está a temperatura ambiente, hay microorganismos que se multiplican rápidamente como consecuencia la temperatura de la actividad se eleva lo que hace aumentar el PH de la mezcla, en la segunda etapa la mezcla va de 40° C a 60°C aparecen los microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas, la tercer etapa corresponden al enfriamiento, en donde reaparecen los hongos que re invaden la mezcla y descomponen la celulosa. Al bajar de 40 °C hay microorganismos que también reinician su actividad para bajar el PH, en la cuarta y última etapa de maduración, es el periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus. (2020).

- Humus: Materia orgánica descompuesta, amorfa y de color marrón oscuro de los suelos, que ha perdido todo indicio de la estructura y la composición de la materia vegetal y animal a partir de la que se originó. Por tanto, el término humus se refiere a cualquier materia orgánica que ha alcanzado la estabilidad y que se utiliza en la agricultura para enmendar el suelo. El producto de la lombriz suele llamarse equivocadamente humus, cuando en realidad debe llamarse semi compuesto (Román. Martínez y otros, 2013, p. 14).
- Orgánico: Un compuesto orgánico es una sustancia que contiene carbono e hidrógeno y, habitualmente, otros elementos como nitrógeno, azufre y oxígeno. Los compuestos orgánicos se pueden encontrar en el medio natural o sintetizarse en laboratorio. La expresión sustancia orgánica no equivale a sustancia natural. Decir que una sustancia es natural significa que es esencialmente igual que la encontrada en la naturaleza. Sin embargo, orgánico significa que está formado por carbono (Román. Martínez y otros, 2013, p. 14).
- Abono orgánico: “el abono orgánico abarca los abonos elaborados con estiércol de ganado, compost rurales y urbanos, otros desechos de origen animal y residuos de cultivos. Los abonos orgánicos son materiales cuya eficacia para mejorar la fertilidad y la productividad de los suelos ha sido demostrada” (Román. Martínez y otros, 2013, p. 13).
- Deshidratación: proceso de secado, que sirve para separar la fracción húmeda de los residuos.
- El secado o deshidratación: Consiste en la reducción del contenido de humedad de la materia mediante el aumento de temperatura de producto (con aire caliente, resistencia, radiación, etc.), el cual libera vapor de agua desde la superficie y parte del interior; el vapor a su vez es removido por el aire o medio que rodea al producto. De tal manera que se

realizan dos procesos: Intercambio o transferencia de calor, e intercambio o transferencia de masa. (Astudillo, 2015, p. 15).

De este modo, “Las variables que existen en un proceso de secados son: - Estructura del material - Temperatura del aire - Humedad relativa - Velocidad del aire - Tiempo de secado” (Astudillo, 2015.p 15).

- Aprovechamiento: “Es el proceso de recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos o desechos peligrosos, por medio de la recuperación, el reciclado o la regeneración” (Quintero. Aristizábal y otros, 2016, p. 8)
- Aeróbico: “proceso que ocurre en presencia de oxígeno. Para que un compost funcione con éxito se debe proporcionar suficiente oxígeno para que mantenga el proceso aeróbico” (Román. Martínez y otros, 2013, p. 13).
- Almacenamiento: “Es el depósito temporal de residuos o desechos peligrosos en un espacio físico definido y por un tiempo determinado con carácter previo a su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final” (Quintero. Aristizábal y otros, 2016, p. 8).

2.2 Marco teórico

Diversos estudios se han realizado con respecto al aprovechamiento de residuos orgánicos para la elaboración de compostaje, de un lado, el estudio sobre Aprovechamiento De Residuos Orgánicos

Residenciales Para La Generación De Abono En Bogotá, realizado por Victoria Eugenia Baquero Morón, de la universidad de América 2019. Donde se plantea la importancia del aprovechamiento para el cuidado y preservación del medio ambiente y la disminución de riesgos perjudiciales para la salud tanto de los humanos, como de los animales. Además, este estudio concluye que “La obtención de abono mediante compostaje puede lograrse por medio de diversas metodologías. Se puede implementar sistemas abierto o en pila, que principalmente se usa para enormes cantidades de residuos o sistemas cerrados, que sirve más que todo para escala domiciliaria”. Además, se añade que “Para que los residuos pasen por las 4 etapas de descomposición de manera exitosa hay que tener en cuenta algunos aspectos como lo son: la relación carbono/nitrógeno (C/N), el balance de nutrientes, el oxígeno, la humedad, la temperatura, el pH, la estructura y homogenización de los residuos sólidos y por ultimo las condiciones climáticas y así finalmente obtener un abono orgánico de buena calidad”.

En cuanto al aporte de dicho estudio al proyecto aquí propuesto, se puede decir que en el sentido de una propuesta de manejo de los residuos orgánicos recolectados en la unidad residencial Plaza Living, ya que propone una la metodología de un sistema de disposición por medio de una compostera, puesto que la cantidad de residuos producida la cual no supera 1 m³, ya que el compostaje se realiza en un conjunto residencial y familiar; además por el espacio limitado con el que cuenta el conjunto puesto que para este método se necesita una menor área que para los sistemas en pila. Y porque “al usar este sistema se realiza un mayor control sobre los lixiviados que se puedan generar, así como sobre los vectores, malos olores y plagas para así no perjudicar la comodidad de los residentes” (Baquero, 2019, p. 41).

De otro lado, se hace necesario exaltar el trabajo de estudio plasmado en la guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura,

realizado por la Universidad Nacional de Colombia y la alcaldía de Bogotá. En este estudio se indica la importancia del aprovechamiento de los residuos orgánicos para mitigar los efectos socio-ambientales del cambio climático, por dicha razón se crea el programa Basura Cero, como un medio a través del que se hace uso tanto del material reciclaje como el material orgánico que llega a las calles, empleando además a las personas que recolectan reciclaje en la ciudad.

De este modo, el estudio genera un impacto importante en tanto al “implementar estos procesos con los residuos que genera cada individuo, se cierra el ciclo de transformación de la materia, convirtiéndola en insumo primario empleado para la regeneración y estabilización de suelos; se obtienen alimentos más sanos y saludables; y se disminuyen los impactos ambientales negativos generados cuando estos residuos son extraídos de la tierra y enviados a relleno sanitario” (Universidad Nacional, 2015, p. 9).

Este estudio utiliza como técnica el “Proceso aerobio de degradación de materia orgánica, con aumento de temperatura de forma controlada; se realiza por acción de microorganismos en presencia de aire para generar el abono orgánico llamado compost” (Universidad Nacional, 2015, p. 37), el cual aporta herramientas para el proyecto aquí presentado, debido a que el modelo a implementar es similar, ya que por medio de la energía producida por los paneles solares se pretende obtener el compost, este estudio indica la temperatura, la humedad, la medición y el proceso de enfriamiento que se debe tener en cuenta.

El resultado de este estudio arrojó que, el compostaje es un “producto que al ser aplicado al suelo activa principalmente los procesos microbiales, fomentando simultáneamente su estructura, aireación y capacidad de retención de humedad y aportando pequeñas cantidades de nutrientes. Incluye subproductos animales, estiércoles, residuos vegetales y lombri-compuestos”

(Universidad Nacional, 2015, p. 37).

Otro estudio importante que se puede referenciar es el Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, elaborado por Solanyi Castañeda-Torres y Juan Pablo Rodríguez-Miranda, el cual se hace a través de cuatro pasos metodológicos “la primera de recopilación de información diagnóstica, científica y técnica. En la segunda, se involucra parámetros que vinculan al desarrollo sostenible en sus tres dimensiones. En la tercera fase, se establece el cálculo proyectado de la población por municipio. Obteniendo el cálculo de ton/año de las provincias que conforman el departamento. Finalmente, se desarrolla el modelo conceptual, técnico y matemático para el desarrollo de software” (Castañeda y Rodríguez, 2017, p. 118).

Los resultados de dicho estudio fueron favorables en cuanto a efectos ambientales se refiere, permite reducir los niveles de CO_2 en la atmósfera, y puede llegar a ser sostenible en el tiempo. Pero en cuanto a la utilidad económica, frente a los ingresos generados por la venta de compostaje, se optó por reducir costos de inversión, para obtener una mejor ganancia. Del mismo modo, en cuanto a estándares de calidad, se hizo notable la importancia de la separación minuciosa de los residuos orgánicos de los residuos sólidos, debido a que se observó que gran cantidad de estos residuos vienen contaminados por metales pesados y/o patógenos.

Este estudio aporta al proyecto de investigación además de su experiencia de costos e ingresos, una perspectiva más adaptada a la realidad, debido a que tiene en cuenta enfoques ambientales, sociales y económicos, pretendiendo así dar una mejor respuesta a la sustentabilidad. Por lo que lleva a tener en cuenta la necesidad de incluir los componentes sociales y económicos dentro del proyecto, asegurando la viabilidad del mismo. Del mismo modo, el modelo técnico y matemático para la implementación de un software puede servir como un modelo adaptable y experimental.

En este sentido, cabe resaltar la importancia de realizar el estudio de aprovechamiento de Residuos Orgánicos para la Elaboración de Compostaje aquí propuesto -a pesar de que en el último estudio se infiere que puede fallar las mediciones de favorabilidad en cuestiones económicas y de calidad- ya que es una apuesta en términos del cuidado ambiental por medio del aporte de las personas que habitan la unidad residencial, añadido a esto, dicho tema estará apoyado en las normas y guías aquí presentadas como el estudio de la Universidad Nacional, para un manejo adecuado de los residuos orgánicos y su próxima transformación.

2.3 Marco contextual

El hombre desde épocas remotas ha utilizado los residuos orgánicos como fuente de materia orgánica para sus cultivos y como acondicionadores de suelos (Luque, 1997; Téllez, s.f.). El primer desarrollo significativo del compostaje en el siglo pasado proviene de una experiencia realizada en la India, llevada a cabo por el inglés Albert Howard desde 1905 a 1947, basado en el método que se conoce como proceso “indore” en homenaje al estado donde se realizaron los experimentos y se marcaron los primeros avances en el sistema de pila con volteo (Luque, 1997). Simultáneamente se tenían experiencias con el manejo de residuos orgánicos y aprovechamiento de los mismos, es por esto que en Italia en el año de 1922, se desarrollaba un método que utilizaba tanto el proceso aeróbico como anaeróbico en un sistema cerrado, este proceso se denominó “Beccari” (Opazo, 1991), es así como las principales ciudades con gran incremento en la urbanización de su territorio y por ende la extensión y generación de residuos orgánicos consolidaron métodos de aprovechamiento de residuos y se estima que el número de plantas de procesamiento de residuos orgánicos a principios de los 70 se llegó a 230 plantas, (Corazón Verde, 1996). Actualmente en Europa existen plantas capaces de procesar más de 1000 toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU) (Heno, 1996). En la década de los cincuenta, se realizaron estudios de compostación de

residuos sólidos urbanos por parte de las Universidades de Michigan y California en EE.UU obteniendo un producto final de buena calidad. (Opazo, 1991).

Colombia cuenta con fuertes sectores agrícolas y pecuarios, además de haber incrementado de forma importante la urbanización del territorio en las últimas 3 décadas, actualmente está generando más de 177 millones de toneladas al año de biomasa residual (Ministerio de Minas y Energía, 2011), El incremento de las áreas o zonas urbanas, así como su población residente, ha desarrollado de forma paralela la producción, consumo de recursos, transporte y en general el comercio; llevando de la mano mayor generación de residuos sólidos y líquidos, lo que afecta el nivel de vida en algunos países generando una problemática social de consumo y demanda, tanto de productos como de servicios (Facua, 2009; Steffen et al., 2004; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente-PNUMA, 2002).

De acuerdo con los datos del Atlas de la biomasa residual de Colombia 2011, En la ciudad de Medellín se tiene una producción de biomasa residual de sólidos orgánicos urbanos por un valor de 7156 toneladas/ año, estas cifras son procedentes de empresas varias (EEVVM) en donde reportó de manera consolidada la información de los municipios de Itagüí, Bello y Medellín (Ministerio de Minas y Energía, 2011).

En cuanto al sector residencial, solamente los complejos habitacionales hacen la tarea de separación en cartón, vidrio, plástico, archivo, periódico, aluminio, hierro, cobre y orgánicos. La recuperación en la fuente en estos complejos se da en cumplimiento de los PMIRS. En las residencias independientes (o que no se encuentran en régimen de propiedad horizontal) no se hace separación dificultando la labor de los recuperadores. Esto indica que en Medellín la cultura del reciclaje es reactiva y no por convicción (Gil, 2013). A Pesar de la falta de aprovechamiento de

residuos en propiedades horizontales, iniciativas de empresas privadas como Earth Green Colombia ofrecen sus sistemas autónomos de compostaje para la ciudad y el campo en los que se transforma el residuo orgánico en compost o abono orgánico.

2.4 Marco legal

En Colombia el uso de los suelos al ser un bien público están regulados por el estado, por tal motivo surge una gran cantidad de leyes y decretos que fueron emitidos por los diferentes organismos autorizados por el gobierno nacional, para el caso en particular de los residuos orgánicos el ministerio de medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial es quien aporta la mayoría de regulaciones para la explotación de estos recursos, esta normativa además de las emitidas por otras dependencia se encuentra a continuación:

Ley 1801 del 19 de Julio de 2016: “Las disposiciones previstas en este Código son de carácter preventivo y buscan establecer las condiciones para la convivencia en el territorio nacional al propiciar el cumplimiento de los deberes y obligaciones de las personas naturales y jurídicas, así como determinar el ejercicio del poder, la función y la actividad de Policía, de conformidad con la Constitución Política y el ordenamiento jurídico vigente”.

Política para la gestión integral de residuos de julio de 1998: “Esta política define los principios de la Gestión Integral para todos los tipos de residuos. Establece el máximo aprovechamiento y mínimo de residuos con destino al Relleno Sanitario. Define las categorías de Residuo Aprovechable y No Aprovechable, para impedir o minimizar los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente, que ocasionan los residuos de todo orden, y minimizar la generación y la disposición final como alternativa ambiental deseable”, (Ministerio del medio ambiente, 1998)

Política ambiental para la gestión integral de desechos o residuos peligrosos de diciembre de 2005: “Directrices para la Gestión de Residuos Peligrosos. Incluye Suelos Contaminados”, (Ministerio del medio ambiente, 2005).

Decreto 2811 del 27 de enero de 1975: “Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”, (Presidencia de la república, 1975)

Ley 09 del 24 de enero de 1979: “El Código Sanitario Nacional fija una serie de normas relacionadas con la protección del ambiente y la salud humana. En esta ley se presentan unos aspectos importantes que bien podrían ser asumidos a través de la reglamentación de la Ley 99/93 o que pueden ser aplicados en la ausencia de reglamentación específica, toda vez que no se encuentran derogados explícitamente”, (Ministerio de salud, 1979).

Ley 99 de diciembre de 1993: “Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.”, (Secretaría distrital del hábitat, 1993).

Ley 632 del 29 de diciembre de 2000: “Por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142, 143 de 1994, 223 de 1995 y 286 de 1996”, (Congreso de Colombia, 2000).

Ley 388 de julio de 1997: “Esta ley define el marco general del ordenamiento territorial que debe ser aplicado por los entes territoriales y en el que se debe incluir la variable ambiental dentro del escenario de desarrollo urbanístico”, (Congreso de Colombia, 1997).

Ley 1259 del 19 de diciembre de 2008: “Por medio de la cual se instaure en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y

recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones”, (Congreso de Colombia, 2008).

Ley 1252 del 27 de noviembre de 2008: “Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones”, (Congreso de Colombia, 2008).

Ley 1333 del 21 de julio de 2009: “Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones”, (Congreso de Colombia, 2009).

Decreto 1594 del 26 de junio de 1984: “Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos”, (Ministerio de agricultura, 1984).

Decreto 1505 del 04 de junio 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”, (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2003).

Decreto 1140 del 07 de mayo de 2003: “Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento, y se dictan otras disposiciones”, (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2003).

Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005: “Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.”, (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2005).

Decreto 0979 del 03 de abril de 2006: “Por el cual se modifican los artículos 7o, 10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995”, (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2006)

Decreto 1299 del 22 de abril de 2008: “Por el cual se reglamenta el departamento de gestión ambiental de las empresas a nivel industrial y se dictan otras disposiciones”, (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2008).

Decreto 2820 del 05 de abril de 2010: “Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”, (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2010).

Decreto 3930 del 25 de octubre de 2011: “Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.”, (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2011).

Resolución 1096 del 17 de noviembre de 2011: “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS”, (Ministerio de desarrollo económico, 2000).

Resolución 1045 del 03 de octubre de 2003: “Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones”, (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2003).

Resolución CRA 351 del 20 de diciembre de 2005: “Por la cual se establecen los regímenes de regulación tarifaria a los que deben someterse las personas prestadoras del servicio público de aseo y la metodología que deben utilizar para el cálculo de las tarifas del servicio de aseo de residuos

ordinarios y se dictan otras disposiciones”, (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2005).

Resolución 1023 del 28 de mayo de 2010: “Por la cual se adopta el protocolo para el monitoreo y seguimiento del Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables SIUR para el sector manufacturero y se dictan otras disposiciones”, (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2010).

Resolución CRA 247 del 21 de mayo de 2003: “Por la cual se modifica el artículo 4º de la Resolución 233 de 2002, en relación con los requisitos que el usuario agrupado debe cumplir para acceder a la opción tarifaria de multiusuarios”, (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2003).

Resolución 601 del 04 de abril de 2006: “Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia”, (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2006).

Resolución 879 del 26 de septiembre de 2007: “Por medio de la cual se adopta el Manual para el Manejo Integral de Residuos en el Valle de Aburrá como instrumento de autogestión y autorregulación”, (Área metropolitana del valle del Aburrá, 2007).

Decreto 440 del 30 de marzo de 2009: “Por medio del cual se Adopta el Manual para el Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y se dictan disposiciones generales para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Municipio de Medellín”, (Alcaldía de Medellín, 2009).

Resolución 2912 del 06 de septiembre de 2010: “Por medio de la cual se modifica la resolución

2640 de 2007”, (Instituto colombiano agropecuario, 2010).

NTC 5167 del 23 de marzo de 2011: “Por la cual se establecen los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben ser sometidos los productos para la industria agrícola, productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo. Reglamenta los límites actuales para el uso de materiales orgánicos, los parámetros físico químicos de los análisis de las muestras de materia orgánica, los límites máximos de metales y enuncia parámetros para los análisis microbiológicos”, (Norma técnica colombiana, 2011).

Resolución 00150 del 21 de enero de 2003: “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia”, (Instituto colombiano agropecuario, 2003).

Acuerdo 04 del 27 de febrero de 2006: “Por medio del cual se adopta el plan de gestión integral de residuos sólidos regional (PGIRS-R) del Área Metropolitana del Valle de Aburrá”, (Área metropolitana del valle del Aburrá, 2006).

Capítulo 3. Diseño metodológico

3.1 Diseño metodológico

El Diseño metodológico, se basa en realizar una definición en la forma en que se definió el proyecto investigativo, indicando como se realiza el análisis de muestra y recolección de datos, además de cómo se interpretan los resultados obtenidos.

“La formulación del marco metodológico en una investigación, es permitir, descubrir los supuestos del estudio para reconstruir datos, a partir de conceptos teóricos habitualmente operacionalizados. Significa detallar cada aspecto seleccionado para desarrollar dentro del proyecto de investigación que deben ser justificados por el investigador. Respaldado por el criterio de expertos en la temática, sirviendo para responder al “como” de la investigación. Se expone el tipo de datos que se requiere buscar para dar respuesta a los objetivos, así como la debida descripción de los diferentes métodos y técnicas que se emplearan para obtener la información necesaria. Se ubicó dentro del tipo documental con un diseño bibliográfico fundamentado en la revisión sistemática del material documental. Al elegir este tipo de estudio, refieren Santa Paella y Feliberto Martins (2010) el investigador utiliza documentos, recopila, selecciona, analiza y presenta resultados coherentes” (Azüero Azüero, 2018).

3.2 Línea de investigación institucional

El trabajo de grado se enfoca en la línea de investigación institucional “Gestión Estratégica para la Globalidad”, sublínea de Administración Estratégica para la Globalidad.

3.3 Enfoque de investigación y paradigma investigativo

Por tratarse de un estudio de viabilidad para la creación de una empresa enfocada en el aprovechamiento de material orgánico, la recolección de datos se hará con los habitantes de la unidad residencial, es decir, se determinarán las costumbres que cada habitante de cada apartamento tiene respecto a la disposición de residuos sólidos. Es por esta razón que la investigación tomará un enfoque cuantitativo, que, como lo plantean Hernández, Fernández y Baptista (2003), el enfoque cualitativo se selecciona cuando el propósito es examinar la forma en que los individuos perciben y experimentan los fenómenos que los rodean, profundizando en sus puntos de vista, interpretaciones y significados (p. 358).

3.4 Diseño

Esta será una investigación no experimental, pues los datos no son objeto de manipulación, como afirman Hernández, Fernández y Baptista (2010) “Los diseños se realizan sin la manipulación deliberada de las variables, solo se observan los fenómenos en su ambiente natural. No se construye ninguna situación solo se observan situaciones ya existentes, no provocadas por el investigador.” (p.149). de esta manera, se tendrán en cuenta específicamente dos metodologías para llevar a cabo la investigación, la primera será la determinación de la cantidad de residentes aproximada por cada apartamento, esto para definir la cantidad aproximada de residuos desechados por cada residente.

A su vez se realizarán investigaciones el perfil de residuos orgánicos generados en de algunos en los apartamentos de la unidad residencial, donde se tomarán datos tales como el tipo de residuo y composiciones típicas de desechos.

3.1 Alcance

Este tipo de estudio es exploratorio, ya que busca identificar, cuantificar, caracterizar y analizar la viabilidad para generar aprovechamiento de los residuos orgánicos particularmente de la unidad residencial La Plaza Living, sobre este estudio no se tienen bases claramente definidas, ni estudios previos que consideren parámetros equivalentes, tal como como lo afirma (Sampieri, 2004) “Los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan sólo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas” (p.91).

3.5 Población

Para una correcta consecución de los objetivos planteados en el presente proyecto, se busca identificar y cuantificar con real validez y confiabilidad, la información de los copropietarios y las dinámicas que estos plantean frente al manejo de residuos. La confiabilidad de información se enlaza con la finalidad de coherencia y estabilidad de resultados.

La población con la que se realizará la investigación son 200 familias que viven actualmente en la unidad residencial La plaza Living, en cada apartamento habitan aproximadamente cuatro personas. Para este caso en particular se considera realizar un estudio sobre el total de la población, teniendo en cuenta que en todos los hogares se generan desechos orgánicos, la diferencia en cada uno de los casos sería el volumen que se genere en el tiempo por cada uno de los apartamentos.

3.6 Tamaño de muestra

En concordancia con apartados anteriores, debido a que es una población finita y delimitada en conformidad con la capacidad típica y máxima en apartamentos en unidad familiar, se toma como muestra la totalidad de los apartamentos correspondientes a 200 familias que residen en la unidad residencial Plaza Living.

Tal como lo describe Bernal (2011) “El tamaño de muestra Es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre la cual se efectuarán la medición y la observación de las variables objeto de estudio”.

3.7 Fuentes, Técnicas e instrumentos de recolección de información y datos

“Se denominan fuentes de información a diversos tipos de documentos que contienen datos útiles para satisfacer una demanda de información o conocimiento. Conocer, distinguir y seleccionar las fuentes de información adecuadas para el trabajo que se está realizando es parte del proceso de investigación (...). Las fuentes primarias contienen información nueva y original, resultado de un trabajo intelectual. Son documentos primarios: libros, revistas científicas y de entretenimiento, periódicos, diarios, documentos oficiales de instituciones públicas, informes técnicos y de investigación de instituciones públicas o privadas, patentes, normas técnicas. Las fuentes secundarias contienen información organizada, elaborada, producto de análisis, extracción o reorganización que refiere a documentos primarios originales. Son fuentes secundarias: enciclopedias, antologías, directorios, libros o artículos que interpretan otros trabajos o investigaciones” (Creative Commons, 2020).

Para obtener la consecución del proyecto planteado, la información será obtenida de los copropietarios de la unidad residencial, generando un manejo de información asertiva posterior a identificar composición química y estructura de los residuos orgánicos desechados. Tanto la composición orgánica, volumen material orgánico, además de procesos necesarios en cuanto a la

recolección, almacenamiento, transporte y posterior aprovechamiento, serán tratadas atendiendo a la aplicación de instrumentos de investigación como fuente primaria y como fuente de información secundaria, se aborda consulta específica de manuales en cuanto al manejo en los procesos de aprovechamiento y elaboración de compostaje, sintetizando los componentes necesarios aplicados al proceso.

A continuación, se relacionan las fases e instrumentos para la estrategia de recolección de información en el marco de desarrollo del proyecto:

- Fase 1: Realizar un diagnóstico y clasificación de los desechos orgánicos en el conjunto residencial La Plaza Living a través de recolección de información primaria, en donde se identifican los componentes y volumen principal del desecho orgánica, mediante estudios de sus componentes.
- Fase 2: Se realiza la evaluación de personal para la separación, transporte y aprovechamiento. Esta fase integrada por el personal de aseo en la unidad residencial, los contenedores especiales ubicados en la propiedad horizontal para alojar residuos orgánicos y cuartos técnicos para separación primaria.
- Fase 3: Análisis para el transporte de residuos, desde la unidad residencial La Living Plaza hasta el sitio de aprovechamiento de residuos.
- Fase 4: Análisis de espacio donde se considera realizar el aprovechamiento y transformación de estos residuos sin generar un impacto en la comunidad y que permita cumplir con las normas ambientales para el procesamiento de los residuos.
- Fase 5: Análisis y definición de infraestructura requerida para el procesamiento de los residuos orgánicos y su posterior transformación en abono orgánico, atendiendo a fuentes

de información primaria y secundaria.

- Fase 6: Análisis de mercado para la consecución de precio de abono orgánico, en función la demanda de abonos compostados dentro de la zona de influencia.

Capítulo 4. Resultados y discusiones

4.1 Caracterización de desechos orgánicos en la Unidad Residencial la Plaza Living

Según caracterizaciones de residuos sólidos urbanos en Colombia, la proporción de orgánicos sobre los residuos sólidos urbanos alcanza el 53,22% de la producción per cápita (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos – UAESP, 2010), este valor es congruente con el valor de desechos orgánicos para la ciudad de Medellín y área metropolitana, con un 54% de proporción de residuos orgánicos para un nivel de ingreso medio-alto (Corporación Ruta N, 2016), esta significativa cifra es una base para estructurar la cantidad de material y composición de residuos aprovechables en la unidad residencial la plaza living, los residuos aprovechables de origen orgánico deben ser de estado sólido, la mayoría de estos biodegradables para promover la transformación hacia otro tipo de materia orgánico, en nuestro caso práctico y objeto de estudio, la transformación se realiza para obtener abono orgánico.

Los restos de comida, frutas, verdura, carne, huevos, entre otros, componen los residuos a ser aprovechados, los residuos orgánicos como lo son cartón y papel, no serán materia de tratamiento en este documento, estos residuos deben ser dispuestos en el centro de depósito comunitario, sobre figura de reciclaje según el plan aprovechamiento de material reciclable en la propiedad horizontal la plaza living, es necesario resaltar que esta área es designada de tal manera que los propietarios de forma voluntaria y sin remuneración económica dispongan adecuadamente de los materiales reciclables, esta premisa aplica sobre la disposición de residuos orgánicos.

Las propiedades biológicas de los residuos sólidos orgánicos identificados en la propiedad horizontal se pueden clasificar de la forma siguiente:

- Constituyentes solubles en agua, tales como azúcares, féculas, aminoácidos y diversos

ácidos orgánicos.

- Hemicelulosa, un producto de condensación de azúcares con cinco y seis carbonos.
- Celulosa, un producto de condensación de glucosa de azúcar con seis carbonos.
- Grasas, aceites y ceras, que son ésteres de alcoholes y ácidos grasos de cadena larga.
- Lignina, un material polímero presente en algunos productos de papel como periódicos.
- Lignocelulosa, una combinación de lignina y celulosa.
- Proteínas, que están formadas por cadenas de aminoácidos.

La característica biológica más importante de la fracción orgánica de los residuos de las ciudades es que casi todos los componentes orgánicos pueden ser convertidos biológicamente en gases y sólidos orgánicos relativamente inertes (Jaramillo y Zapata, 2008).

4.2 Estrategias para la recolección de los desechos orgánicos

La plaza living cuenta actualmente con un cuarto de recolección de basuras en el primer piso de la copropiedad, ubicado en las afueras de la portería, es un espacio totalmente aislado de los apartamentos evitando malos olores para los habitantes del conjunto residencial.

Los desechos orgánicos e inorgánicos son depositados por un ducto que comunica cada piso con el cuarto de basuras, mientras que el material reciclable es dejado en cada piso para la recolección del personal de aseo, en este procedimiento no se realiza una adecuada selección de los elementos por lo que es necesario realizar el proceso de separación en el cuarto de basuras aumentando el tiempo de operación del personal.

Es necesario realizar una connotación sobre los residuos orgánicos e inorgánicos dispuestos por los residentes sobre el mismo contenedor, en este caso, los residuos orgánicos no son

aprovechables dada la dificultad en proceder a su separación en el cuarto de basuras, por lo tanto el contenido de la mezcla de residuos es dispuesta en el ducto de basura y posteriormente se ubica en el área de residuos inorgánicos para su almacenamiento y recolección por el grupo ENVARIAS.

Como primera medida es necesario ubicar en cada piso botes de basura debidamente marcados con el fin de identificar el recipiente ideal para cada tipo de desecho, como paso siguiente se contempla realizar jornadas de concientización enfocadas a las separación adecuada de residuos por parte de los residentes del conjunto, en cuanto a la transformación de residuos orgánicos y disposición inicial de los mismos, debido a la acción de los residuos, se promueven por reacción, arrastre o filtrados la producción de líquidos percolados (lixiviados), para efectos de contención de los mismos, se debe disponer de recipientes de basura que contengan diferenciadamente materiales orgánicos de los inorgánicos y delimitación de un espacio al interior del cuarto de basuras para la manipulación de residuos orgánicos, esto apoyado en el decreto 005 de enero de 7 de 2003, por lo tanto la normativa que rige en el municipio de Medellín favorece la recolección y los planes de aprovechamientos de residuos orgánicos sólidos, posteriormente serán trasladados estos residuos por un vehículo de propiedad de la empresa hacia la sede para su procesamiento.

En la ilustración 1 se muestra el mapa de proceso de recolección de desechos orgánicos en la propiedad horizontal hasta su transporte hacia el lugar de aprovechamiento

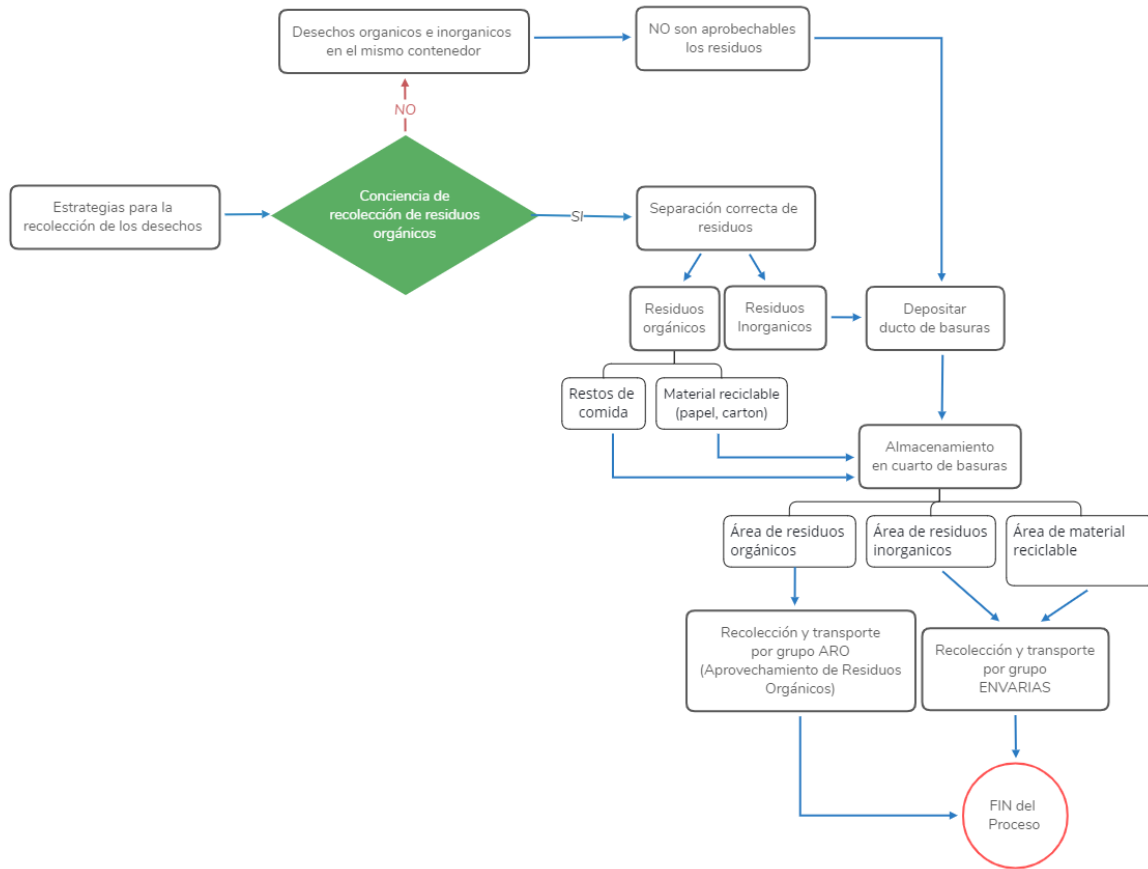


Ilustración 1. Mapa de procesos

4.3 Infraestructura, costos y equipos necesarios para el almacenamiento, procesamiento y aprovechamiento de desechos orgánicos

Para la ejecución y desarrollo de viabilidad del proyecto de aprovechamiento de residuos orgánicos para la elaboración de compostaje, se debe tener en cuenta una infraestructura, costos y equipos adecuados para la recolección, almacenamiento y posterior aprovechamiento de los residuos orgánicos sólidos en la unidad residencial la plaza living, para identificar la infraestructura e inversión fija, es necesario listar los elementos de estudio extraídos del análisis financiero.

Se relaciona la maquinaria y equipo, costos de operación, además de equipo de oficina para el proceso productivo del abono orgánico en las tablas 1, 2 y 3, los valores que constituyen cada

elemento, no son objeto de estudio y desarrollo de este objetivo, posteriormente serán definidos en el desarrollo del objetivo 4.

4.3.1 Maquinaria y equipos

Se relaciona la maquinaria y los equipos para el proceso productivo del abono orgánico de la unidad residencial la plaza living.

Tabla 2. Maquinaria y equipos

Ítem	Concepto
1	Camioneta propia
2	Camas de fibra de vidrio
3	Canecas residuos orgánicos

4.3.2 Equipos de oficina

A continuación, se relacionan los muebles y enceres para el desarrollo de actividades del área administrativa para el aprovechamiento de abono orgánico, producto derivado de los desechos generados en la unidad residencial la plaza living.

Tabla 3. Equipos de oficina

Ítem	Concepto
1	Escritorios área de oficina
2	Sillas giratorias
3	Archivador
4	Equipos de computo

4.3.3 Costos de operación y gastos administrativos

Se listan en las tablas 3 y 4 a continuación los elementos que constituyen los costos operativos y gastos administrativos necesarios para el desarrollo del proceso de aprovechamiento de residuos orgánicos.

Tabla 4. Costos de operación

Ítem	Concepto
1	Publicidad (volantes, página online)
2	Empaques de residuos
3	Salarios operarios con factor prestacional
4	Prestaciones sociales
5	Transporte de residuos ASEI
6	Transporte producto terminado con vehículo propio
7	Empaques de producto terminado
8	Energía eléctrica
9	Arriendo
10	Internet
11	Implementos de seguridad EPP
12	Gasolina
13	Insumos de preparación del compost

Tabla 5. Gastos administrativos

Ítem	Concepto
1	Gastos de nómina administración
2	Asesor técnico
3	Honorarios contadora
4	Cámara de comercio
5	Impuestos
6	Materiales de oficina y canecas
7	Seguros a la infraestructura
8	Mantenimiento a la infraestructura

En adición, se realiza una reserva presupuestaria que se denomina como gastos imprevistos, este presupuesto es un factor preventivo como consecuencia de eventos inesperados en el marco de desarrollo de este proyecto.

4.4 Evaluación financiera

Para el proyecto se presentaran los estados financieros con el fin de determinar la viabilidad económica para la puesta en operación.

4.4.1 Presupuesto de ingresos, costos y gastos

El presupuesto de ingresos, costos y gastos para el primer año se presenta a continuación:

Tabla 6. Presupuesto de ingresos, costos y gastos.

CONCEPTO	AÑO									
	2021	PIB	2022	PIB	2023	PIB	2024	PIB	2025	TOTAL
Ingresos Operativos	582.360.000	6%	617.301.600	6%	654.339.696	6%	693.600.078	6%	735.216.082	3.282.817.456
Ventas de abono orgánico	578.160.000	6%	612.849.600	6%	649.620.576	6%	688.597.811	6%	729.913.679	3.259.141.666
Servicios de Asesorías Técnica	4.200.000	6%	4.452.000	6%	4.719.120	6%	5.002.267	6%	5.302.403	23.675.790
Ingresos No operativos									50.000.000	50.000.000
Salvamento de la infraestructura									50.000.000	50.000.000
Costos de operación:	370.952.287		393.209.424		416.801.989		441.810.109		468.318.715	2.091.092.524
Publicidad (volantes, página online)	5.000.000	6%	5.300.000	6%	5.618.000	6%	5.955.080	6%	6.312.385	28.185.465
Empaques de residuos	2.628.000	6%	2.785.680	6%	2.952.821	6%	3.129.990	6%	3.317.789	14.814.280
Salarios operarios con factor prestacional	209.829.790	6%	222.419.577	6%	235.764.752	6%	249.910.637	6%	264.905.275	285.707.440
Prestaciones sociales	766.497	6%	812.487	6%	861.236	6%	912.910	6%	967.684	285.707.440
Transporte de residuos ASEI	73.000.000	6%	77.380.000	6%	82.022.800	6%	86.944.168	6%	92.160.818	411.507.786
Empaques de producto terminado	2.628.000	6%	2.785.680	6%	2.952.821	6%	3.129.990	6%	3.317.789	14.814.280
Energía eléctrica	1.800.000	6%	1.908.000	6%	2.022.480	6%	2.143.829	6%	2.272.459	10.146.767
Arriendo	24.000.000	6%	25.440.000	6%	26.966.400	6%	28.584.384	6%	30.299.447	135.290.231
Internet	1.800.000	6%	1.908.000	6%	2.022.480	6%	2.143.829	6%	2.272.459	10.146.767
Implementos de seguridad EPP	1.000.000	6%	1.060.000	6%	1.123.600	6%	1.191.016	6%	1.262.477	5.637.093
Gasolina	36.500.000	6%	38.690.000	6%	41.011.400	6%	43.472.084	6%	46.080.409	205.753.893
Insumos de preparación del compost	12.000.000	6%	12.720.000	6%	13.483.200	6%	14.292.192	6%	15.149.724	67.645.116
Gastos financieros	-	0%	18.211.400	0%	14.726.397	0%	10.944.820	0%	6.841.431	50.724.047
Gastos Financieros prestamo de infraestructura	-		18.211.400		14.726.397		10.944.820		6.841.431	50.724.047
Gastos administrativos	65.800.000	6%	80.408.000	6%	85.780.080	6%	91.541.901	6%	97.034.415	420.564.396
Gastos de nomina administracion	36.000.000	6%	38.160.000	6%	40.449.600	6%	42.876.576	6%	45.449.171	202.935.347
Asesor tecnico	6.000.000	6%	6.360.000	6%	6.741.600	6%	7.146.096	6%	7.574.862	33.822.558
Honorarios contadora	3.600.000	6%	3.816.000	6%	4.044.960	6%	4.287.658	6%	4.544.917	20.293.535
Camara de comercio	1.000.000	6%	1.060.000	6%	1.123.600	6%	1.191.016	6%	1.262.477	5.637.093
Impuestos	7.000.000	6%	7.420.000	6%	7.865.200	6%	8.337.112	6%	8.837.339	39.459.651
Materiales de oficina y canecas	4.200.000	6%	5.512.000	6%	6.966.320	6%	8.575.315	6%	10.352.311	35.605.946
Seguros a la infraestructura	1.500.000	6%	1.590.000	6%	1.685.400	6%	1.786.524	6%	1.893.715	8.455.639
Mantenimiento a la infraestructura	1.500.000	6%	1.590.000	6%	1.685.400	6%	1.786.524	6%	1.893.715	8.455.639
Imprevistos	5.000.000	6%	5.300.000	6%	5.618.000	6%	5.955.080	6%	6.312.385	28.185.465
Depreciacion de infraestructura			9.600.000		9.600.000		9.600.000		9.600.000	38.400.000
Infraestructura:	91.000.000	6%	1.060.000	6%	1.123.600	6%	1.191.016	6%	1.262.477	95.637.093
Camioneta propia	60.000.000	6%		6%		6%		6%		60.000.000
Camas de fibra de vidrio	20.000.000	6%		6%		6%		6%		20.000.000
Computadores portatil y accesorios	8.000.000	6%		6%		6%		6%		8.000.000
Canecas residuos organicos	2.000.000	6%								2.000.000
Elementos de oficina	1.000.000	6%	1.060.000	6%	1.123.600	6%	1.191.016	6%	1.262.477	5.637.093

4.4.2 Balance general

Tabla 7. Balance general.

COMPAÑÍA ARO SAS BALANCE GENERAL 31 DE DICIEMBRE DEL 2021, 2022, 2023, 2024, 2025					
CONCEPTO	2021	2022	2023	2024	2025
ACTIVO					
ACTIVO CORRIENTE					
Efectivo y equivalente (caja, bancos,)	281.641.819	203.823.229	122.552.694	37.549.663	46.307.957
Cuentas por cobrar clientes	231.264.000	245.139.840	259.848.230	275.439.124	291.965.472
Inventarios	148.632.000	306.181.920	473.184.835	650.207.925	837.852.401
Total activo corriente	661.537.819	755.144.989	855.585.760	963.196.712	1.176.125.830
ACTIVO NO CORRIENTE					
Camioneta propia	60.000.000	60.000.000	60.000.000	60.000.000	60.000.000
Depreciación Camioneta		(6.000.000)	(12.000.000)	(18.000.000)	(24.000.000)
Camas de fibra de vidrio	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000
Total activo no corriente	88.000.000	78.400.000	68.800.000	59.200.000	49.600.000
TOTAL ACTIVOS	749.537.819	833.544.989	924.385.760	1.022.396.712	1.225.725.830
	2021	2022	2023	2024	2025
PASIVO					
PASIVO CORRIENTE					
Obligaciones bancarias M/L	-	-	-	-	-
Proveedores	33.000.000	67.980.000	105.058.800	144.362.328	186.024.068
	-	-	-	-	-
Total pasivo corriente	33.000.000	67.980.000	105.058.800	144.362.328	186.024.068
PASIVO NO CORRIENTE					
Obligaciones bancarias M/L	214.000.000	173.048.141	128.611.279	80.392.839	28.071.011
Beneficios a empleados	766.497	1.578.983	2.440.219	3.353.129	4.320.813
Ingresos recibidos por anticipado	4.200.000	8.652.000	13.371.120	18.373.387	23.675.790
Impuestos	-	-	-	-	62.315.736
Total pasivos no corrientes	218.966.497	183.279.124	144.422.618	102.119.355	118.383.350
TOTAL PASIVO	251.966.497	251.259.124	249.481.418	246.481.683	304.407.418
PATRIMONIO					
Capital	400.000.000	400.000.000	400.000.000	400.000.000	400.000.000
Utilidad (pérdida) del ejercicio	82.935.624	86.643.060	91.432.887	99.751.855	138.744.478
Utilidades acumuladas	-	82.935.624	169.578.684	261.011.571	360.763.426
Reservas Obligatoria	9.757.132	8.471.454	9.261.848	10.101.069	14.540.338
Reservas Voluntaria	4.878.566	4.235.727	4.630.924	5.050.534	7.270.169
TOTAL PATRIMONIO	497.571.322	582.285.865	674.904.342	775.915.029	921.318.412
TOTAL PASIVO MÁS PATRIMONIO	749.537.819	833.544.989	924.385.760	1.022.396.712	1.225.725.830

4.4.3 Estado de resultados

Tabla 8. Estado de resultados.

COMPAÑÍA ARO SAS					
ESTADO DE RESULTADOS					
31 DE DICIEMBRE DEL 2021, 2022, 2023, 2024, 2025					
CONCEPTO	2021	2022	2023	2024	2025
Ventas netas	578.160.000	612.849.600	649.620.576	688.597.811	729.913.679
(-) Costo de la mercadería vendida CMV	370.952.287	393.209.424	416.801.989	441.810.109	468.318.715
Inventario Inicial de mercancías	-	-	-	-	-
Utilidad bruta	207.207.713	219.640.176	232.818.587	246.787.702	261.594.964
Gastos operacionales					
Gastos de administración y venta	65.800.000	80.408.000	85.780.080	91.541.901	97.034.415
Gastos financieros	-	18.211.400	14.726.397	10.944.820	6.841.431
Utilidad operacional	(65.800.000)	(98.619.400)	(100.506.477)	(102.486.721)	(103.875.845)
Ingresos no operacionales					
Otros ingresos	-	-	-	-	50.000.000
Gastos no operacionales					
Otros gastos	-	-	-	-	-
Utilidad no operacional	-	-	-	-	50.000.000
Utilidad antes de impuestos	141.407.713	121.020.776	132.312.110	144.300.981	207.719.118
Impuesto sobre la Renta	(43.836.391)	(36.306.233)	(39.693.633)	(43.290.294)	(62.315.736)
Utilidad neta	97.571.322	84.714.543	92.618.477	101.010.687	145.403.383

4.4.4 Indicadores financieros

Tabla 9. Indicadores financieros.

COMPAÑÍA ARO SAS INDICADORES FINANCIEROS 31 DE DICIEMBRE DEL 2021, 2022, 2023, 2024, 2025					
LIQUIDEZ	2021	2022	2023	2024	2025
Razón corriente (veces)	20,05	11,11	8,14	6,67	6,32
Prueba ácida (veces)	15,54	6,60	3,64	2,17	1,82
Capital neto de trabajo (\$)	628.537.819	687.164.989	750.526.960	818.834.384	990.101.762
ACTIVIDAD					
Rotación de cartera (días)	360	360	360	360	360
Rotación de activos fijos (veces)	6,57	7,82	9,44	11,63	14,72
Rotación de activo total (veces)	0,77	0,74	0,70	0,67	0,60
ENDEUDAMIENTO					
Nivel de endeudamiento (%)	33,62%	30,14%	26,99%	24,11%	24,83%
Endeudamiento financiero (%)	84,93%	68,87%	51,55%	32,62%	9,22%
Impacto de la carga financiera (%)	0,00%	4,63%	3,53%	2,48%	1,46%
RAZON PASIVO-CAPITAL					
Razón pasivo-capital (veces)	0,55	0,46	0,36	0,26	0,30
RENTABILIDAD					
Margen bruto de utilidad (%)	35,84%	35,84%	35,84%	35,84%	35,84%
Margen operacional de utilidad (%)	24,46%	19,75%	20,37%	20,96%	21,61%
Margen neto de utilidad (%)	16,88%	13,82%	14,26%	14,67%	19,92%
ROA	13,02%	10,16%	10,02%	9,88%	11,86%

4.4.5 Flujo de caja proyectado

Tabla 10. Flujo de caja proyectado.

COMPAÑÍA ARO SAS						
FLUJO DE CAJA PROYECTADO						
31 DE DICIEMBRE DEL 2021, 2022, 2023, 2024, 2025						
	AÑO 0	2021	2022	2023	2024	2025
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESO DE EFECTIVO						
Saldo inicial	(400.000.000)					
Ventas de contado		346.896.000	367.709.760	389.772.346	413.158.686	487.948.208
Recuperación cartera		208.137.600	428.763.456	454.489.263	481.758.619	540.664.136
Préstamo		214.000.000				
TOTAL INGRESOS		769.033.600	796.473.216	844.261.609	894.917.305	1.028.612.344
SALIDA DE EFECTIVO						
Compras mercancía		115.632.000	122.569.920	129.924.115	137.719.562	145.982.736
Costos		370.952.287	370.952.287	370.952.287	370.952.287	370.952.287
Gastos		65.800.000	65.800.000	65.800.000	65.800.000	65.800.000
Obligaciones financieras		59.163.259	59.163.259	59.163.259	59.163.259	30.459.854
TOTAL EGRESOS		611.547.546	618.485.466	625.839.661	633.635.108	613.194.877
SALDO FINAL	(400.000.000)	157.486.054	177.987.750	218.421.948	261.282.198	415.417.467
VP (valor presente)	(400.000.000)	145.026.967	150.939.685	170.575.347	187.904.193	275.117.405

Tabla 10. WACC.

	Valor	Participación	Costo	PONDERADO	
Recursos propios	400.000.000	65%	10,00%	6,51%	
Deuda	214.000.000	35%	5,96%	2,08%	
Total	614.000.000	100%		8,59%	WACC

Teniendo en cuenta el resultado de la tabla 10, el cálculo da como resultado final que el costo promedio de capital “WACC” de la empresa es igual a 8,59%. El costo promedio de capital “WACC” corresponde al costo promedio de capital ponderado, es decir que teniendo en cuenta la estructura de financiación de la empresa con deuda y con patrimonio está obteniendo 8.59%. Dicho en otras palabras, a la empresa le cuesta financiarse el 8.59% combinando la financiación con terceros y la financiación con patrimonio.

Al realizar el análisis de la Tasa Interna de Rentabilidad se puede concluir que el proyecto es rentable al darnos un resultado positivo mayor que cero del 32,15%EA, sin embargo, la decisión de aceptar o rechazar un proyecto no se toma únicamente partiendo de la rentabilidad, también se debe analizar la viabilidad desde el punto de vista del inversionista, para lo cual se realiza el análisis del Valor Presente Neto.

Luego de realizar el análisis del Valor Presente Neto de la Inversión se puede observar que el proyecto es viable para los inversionistas al dar como resultado un VPN de \$529.563.596, los flujos futuros al traerlos al valor presente son mayores que la inversión inicial, logrando con esto una ganancia económica sobre la inversión inicial de \$129.563.596 que representa el 32%.

Capítulo 5.

Conclusiones

Al realizar un análisis sobre la caracterización de desechos orgánicos en la unidad residencial La Plaza Living, según las condiciones de disposición inicial de desechos orgánicos sobre las 200 unidades de vivienda y posterior a realizar el proceso de aprovechamiento en función del volumen de desechos orgánicos, se genera suficiente abono orgánico, materia orgánica que puesta en el mercado con los valores considerados en el presupuesto de ingresos, costos y gastos, genera una viabilidad al proyecto de aprovechamiento y por lo tanto es rentable.

Atendiendo a las estrategias para la recolección de desechos orgánicos, además de integrar los subprocesos almacenamiento y transporte de los desechos orgánicos, se genera un análisis de viabilidad económica, se pudo determinar que los costos operativos generan un margen positivo en el balance general del proyecto.

Se puede concluir que el proyecto es rentable ya que la TIR muestra que el proyecto otorga una rentabilidad del 32,15% EA. La TIR que tiene el proyecto es mayor al WACC de 8,59% lo que significa que la empresa está generando más de lo que le cuesta financiarse con deuda y patrimonio. Adicionalmente se puede observar que el proyecto es viable ya que el VPN muestra que luego de descontar los flujos futuros y traerlos a valor presente se obtiene una ganancia económica de \$529.563.596 sobre el valor de la inversión.

Referencias

Unidad Administrativa Especial De Servicios Públicos - UAESP. Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura. [Sitio Web]. Bogotá.co. Sec. La UAESP. p. 32-35.

Jaramillo G.H.; Zapata L.M. Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Universidad de Antioquia. Medellín, 2008, 30 pp.

Arancibia. Bulnes, Camilo y Best, Roberto, y otros. Revista Ciencia. Abril-junio 2010. Energía del sol. Pp 10-17. Recuperado el 21 de septiembre de 2020 en, https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61_2/PDF/EnergiaSol.pdf.

Arancibia-Carballo, Gustavo La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 17, núm. 9, septiembre, 2016, pp. 1-4 Veterinaria Organización Málaga, España.

Astudillo. Bautista, Ángel Javier. 2015. Estudio Del Proceso De Secado De Los Desechos Sólidos Para Reducir La Contaminación Residual En El Mercado Mayorista De Ambato. Universidad Técnica De Ambato Facultad De Ingeniería Civil Y Mecánica. Ambato, Ecuador.

Quintero. Soto, Luz Yaneth. Aristizábal. Luís Alberto. Y Ocampo. Pineda, Ruth Marina. 2016. El aprovechamiento una alternativa social y ambiental para el manejo de los residuos sólidos reciclables para la jurisdicción de la corporación autónoma regional de las cuencas de los Ríos Negro Nare – “Cornare”. Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos. Corporación Universitaria Lasallista Facultad de Ingeniería Especialización en Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos Caldas – Antioquia.

Ramos Alvaríño, Caridad. Residuos orgánicos de origen urbano e industrial que se incorporan al suelo como alternativa económica en la agricultura. Revista CENIC. Ciencias Químicas, vol. 36, núm. 1, 2005, pp. 45-53. Centro Nacional de Investigaciones Científicas. La Habana, Cuba.

Román. Pilar; Martínez. María M; Pantoja. Alberto. 2013. MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Oficina Regional para América Latina y el Caribe Santiago de Chile.

Baquero. Morón, Victoria Eugenia. 2019. Aprovechamiento de Residuos Orgánicos Residenciales para la Generación de Abono en Bogotá. Universidad De América Facultad De Educación Permanente Y Avanzada Especialización En Gestión Ambiental Bogotá D.C. Pp. 53.

Universidad Nacional de Colombia. 2014. Guía Técnica Para el Aprovechamiento de Residuos Orgánicos a Través de Metodologías de Compostaje y Lombricultura. Facultad De Ciencias Agrarias. Grupo de Investigación Sistemas Integrados de Producción Agrícola y Forestal (SIPAF) y Alcaldía Mayor de Bogotá Secretaría Distrital de Hábitat Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos – UAESP. PP. 165.

Luque M, O., 1997. Alternativas económicas para el manejo de residuos Orgánicos en centros de reciclaje. Fundación para la investigación agrícola, (Ed.), X Jornada de Conservación Ambiental, Valencia, Venezuela, 18 - 20 de julio de 1997, 10 pp.

Opazo G, M., 1991. Manual para tratamiento integral de basuras: Producción de abono orgánico (compost) a partir de desechos sólidos domésticos. Fondo rotatorio Editorial Tecnología Apropiada y Participación Comunitaria, Enda América Latina, Fedevivenda, Dimensión Educativa, (Ed.), Bogota, Colombia, 58 pp.

Corazón verde., 1996. Compostaje y lombricultura, San Vicente del Raspeig. Alicante, España, Jose Antonio Marina (Ed.). <http://www.corazonverde.org/cursos/compost.html>. Fecha de consulta, 23 de agosto de 2005.

Ministerio de Minas y Energía. (2011). Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual en Colombia. Bogotá DC. Facua (2009). “Gestión de residuos domésticos y reciclaje”. Recuperado de www.facua.org/es/informe.php?Id=128#

Gil, J. C. V. (2013). Medellín, lejos de la meta ideal en reciclaje de residuos sólidos -El Colombiano. El Colombiano, (comuna 13), 1–3.
Retrieved from http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/M/medellin_lejos_de_la_meta_ideal_en_reciclaje_de_residuos_solidos/medellin_lejos_de_la_meta_ideal_en_reciclaje_de_residuos_solidos.asp?CodSeccion=21.

Reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico: Sistemas de Aseo Urbano. Título F. Numeral F.1.4.3. Santa Fe de Bogotá. Julio de 1998. pF.17.

Azuero Azuero, Á. E. (2018). Significatividad del marco metodológico en el desarrollo de proyectos de investigación. Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, 4(8).
doi:<http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v4i8.274>

Bernal, C. (2011). *Metodología de la Investigación*.

Creative Commons. (2020). *Biblioteca Universidad de Alcalá*. Obtenido de Fuentes de Información:

http://www3.uah.es/bibliotecaformacion/BPOL/FUENTESDEINFORMACION/otras_fuentes_de_informacin_secundaria.html