

Diagnóstico de residuos sólidos orgánicos generados en la vereda Santa Rita del municipio de  
Pitalito y propuesta de aprovechamiento

Yoiner Augusto Orozco Bedoya

Jhon Jairo Torres Otalbaro

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Pitalito Huila

Agosto de 2018

Diagnóstico de residuos sólidos orgánicos generados en la vereda Santa Rita del municipio de

Pitalito y propuesta de aprovechamiento

Proyecto Aplicado para optar por el título de Ingeniero Ambiental

Yoiner Augusto Orozco Bedoya

Jhon Jairo Torres Otalbaro

Directora: Myriam Sofía Guzmán Oliveros

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Ingeniería Ambiental

Pitalito Huila, agosto de 2018

## **Agradecimientos**

Con el efectivo desarrollo de este proyecto, vemos culminada esta etapa de educación superior llenándonos de profunda satisfacción personal por los logros alcanzados y por los conocimientos adquiridos en los diferentes cursos, que mejoraron nuestra visión hacia nuestro papel como ciudadanos responsables en uso de los recursos que nos ofrece nuestro entorno.

Agradecemos profundamente a Dios, por permitirnos culminar este proyecto de vida, por proveer los medios necesarios y por colocarnos en un lugar donde se vieran realizados.

A nuestras familias; padres, hermanos, esposa e hijos y demás familiares que con su apoyo, comprensión y ánimo fueron cruciales para mantenernos con la motivación necesaria para llegar a este nivel.

Y agradecemos de manera especial a cada uno de los tutores de la UNAD que desde que iniciamos estudios, nos brindaron una verdadera orientación, acompañamiento y amistad, que demostraron por qué son los llamados a transformar una sociedad desde la educación.

## Resumen

Las actividades desempeñadas por el hombre están generando el deterioro acelerado de la calidad de vida, originado desde la contaminación de suelos, contaminación de fuentes de agua y contaminación del aire; desde el manejo irregular de los residuos generados en empresas, fabricas, hogares, vertimiento de aguas residuales, contaminadas sin tratamiento y la emanación indiscriminada de gases de la combustión.

El manejo de los residuos sólidos Municipales es una de las mayores problemáticas generadoras de impacto contaminante al medio ambiente, debido a que falta compromiso mayor de las instituciones locales del estado en la implementación de técnicas para el aprovechamiento y reutilización de los residuos sólidos.

En la actualidad en el Municipio de Pitalito, ubicado al sur del Departamento del Huila contamos con una planta especializada para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos y reciclables, la cual brinda cobertura tanto al municipio y ocho municipios más de la zona sur, permitiendo el acopio, manipulación y aprovechamiento de hasta el 75% de los residuos captados.

En el Municipio de Pitalito, se recolectan los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos de manera programada en la zona urbana, a diferencia de la zona rural que se adelanta contratación

para la recolección de residuos sólidos inorgánicos asignando un día por vereda, y hasta la fecha no se recolectan los orgánicos, situación que viene generando gran impacto a ecosistemas con la contaminación de suelos y fuentes de agua, sitios de destinación final de dichos residuos.

Mediante el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en las fincas y con la producción de compostaje, pretendemos reducir la contaminación del suelo y fuentes de agua, al igual ofrecer una estrategia de aprovechamiento como fertilizante de suelos.

Palabras claves: Residuos sólidos, orgánicos, aprovechamiento, compostaje, descomposición, aprovechamiento.

### **Abstract**

The activities of man are generating the deterioration accelerated life quality, originated from the contamination of soil, pollution of sources of water and air pollution; from the irregular handling of waste generated in companies, factories, homes, dumping of sewage, contaminated without treatment and the indiscriminate release of the combustion gases. The management of municipal solid waste is one of the biggest problems generating contaminant impact to the environment, due to missing stronger commitment of local institutions of the State in the

implementation of techniques for the use and reuse of solid waste. Today in the municipality of Pitalito, located to the South of the Department of Huila we have a plant that is specialized for the use of inorganic, organic and recyclable waste, which both provides coverage to the municipality and eight more municipalities most of the South, allowing the collection, handling and use of up to 75% of captured waste. In the municipality of Pitalito, organic and inorganic waste on a scheduled basis in the urban area, in contrast to the rural area that is hiring for the inorganic to assigning a day through solid waste collection, are collected and to date the organic, not harvested situation that is generating great impact to ecosystems with the pollution of soils and water sources, final destination of such waste sites. Through the use of organic waste produced on farms and the production of compost, we intend to reduce the contamination of the soil and water sources, as well as offer a strategy for use as a soil fertilizer.

Key words: solid, organic waste, use, composting, decomposition and utilization.

## Índice general

Introducción .....	12
Descripción del problema.....	14
Antecedentes.....	17
Objetivos .....	19
General.....	19
Específicos.....	19
Justificación.....	21
Fundamento teórico.....	23
Marco teórico.....	23
Marco contextual y conceptual.....	25
Marco legal.....	31
Metodología .....	34
Resultados .....	37
Fase 1. Determinación de la cantidad de residuos orgánicos generados en la Vereda Santa Rita y generalidades .....	37
Encuestas semiestructuradas.....	37
Resultados de la encuesta.....	40

Fase 2. Clasificación de los residuos generados en su fuente, para las 3 fincas seleccionadas y proponer el aprovechamiento más óptimo.....	45
Fase 3. Implementación de la propuesta seleccionada en la finca el Diviso de la vereda Santa Rita.....	57
Etapa de alistamiento. ....	58
Etapa de recolección de materia prima. ....	62
Etapa de manipulación (elaboración del compost). ....	64
Conclusiones .....	69
Recomendaciones.....	71
Bibliografía.....	72



## Índice de tablas

Tabla 1. Normas para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia.....	31
Tabla 2. Leyes para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia.....	31
Tabla 3. Decretos para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia .....	32
Tabla 4 Cantidad de residuos orgánicos no aprovechados.....	43
Tabla 5. Registro semanal de residuos orgánicos finca el diviso.....	47
Tabla 6. Registro semanal de residuos orgánicos finca el mirador.....	48
Tabla 7. Registro semanal de residuos orgánicos finca buenos aires.....	48
Tabla 8. Porcentajes de peso en subproductos.....	50
Tabla 9. Costos de implementación .....	61

## Índice de Figuras

Figura 1. Botadero de residuos orgánicos cerca de viviendas.....	14
Figura 2. Botadero de residuos orgánicos en accesos a viviendas. ....	15
Figura 3. Botadero de residuos orgánicos cerca a fuentes de agua. ....	15
Figura 4. Localización de Pitalito en el Huila.....	25
Figura 5. Ubicación vereda Santa Rita.....	27
Figura 6. Desarrollo de encuesta. ....	38
Figura 7. Desarrollo de encuesta. ....	38
Figura 8. Encuesta aplicada en la comunidad de la vereda Santa Rita. ....	75
Figura 9. Resultados de tabulación a la primera pregunta de la encuesta. ....	40
Figura 10. Resultados de tabulación a la segunda pregunta de la encuesta. ....	41
Figura 11. Resultados de tabulación a la tercera pregunta de la encuesta.....	41
Figura 12. Resultados de tabulación a la cuarta pregunta de la encuesta.....	42
Figura 13. Resultados de tabulación a la quinta pregunta de la encuesta. ....	44
Figura 14. Pesaje diario de residuos orgánicos de cocina. ....	46
Figura 15. Pesaje diario de residuos orgánicos de árboles frutales.....	46
Figura 16. Pesaje diario de residuos orgánicos de beneficio de café. ....	47
Figura 17. Emparejado del terreno seleccionado. ....	59

Figura 18. Trazado para las baces de la celda. ....	59
Figura 19. Diseño de las camas. ....	60
Figura 20. Construcción de las camas. ....	60
Figura 21. Diseño de la celda. ....	61
Figura 22. Construcción de la celda. ....	61
Figura 23. Recolección residuos del beneficio del café. ....	63
Figura 24. Recolección residuos de fruta. ....	63
Figura 25. Recolección residuos de cocina. ....	64
Figura 26. Residuos orgánicos en etapa mesófila. ....	65
Figura 27. Residuos orgánicos en etapa termófila. ....	66
Figura 28. Residuos orgánicos en etapa de maduración ....	67

## Introducción

En los colombianos existe un nivel de preocupación de grandes magnitudes, situación que motivo a un grupo de ambientalistas a determinar que en la actualidad se evidencia deterioro de la calidad del agua, del suelo y del aire, debido al resultado de actividades desempeñadas por el hombre desde su fuente, ya sean agentes contaminantes o problemáticas ambientales que se vienen (Pilar Román, 2013) generando y que son los principales causantes de una gran cadena de destrucción a ecosistemas del planeta entero (Universidad Nacional de Colombia, 2011)

En nuestro país se viene adelantando desde el Ministerio de Medio Ambiente y con el compromiso de los entes gubernamentales tanto nacional, departamental y local unos programas direccionados a la protección del medio ambiente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), reducción de fuentes contaminantes y la implementación de licencias para la minimización de impactos a causa de actividades de desarrollo. En las ciudades y Municipios existe un compromiso serio en la aplicación de las regulaciones y normas de ejecución en temas ambientales; es así como en el municipio de Pitalito en convenio con la Empresa de Servicios Públicos, se adelantan programas de recolección de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, sin embargo, en zona rural no es así.

A la fecha, la Empresa de Servicios Públicos del municipio de Pitalito vienen recuperando los residuos sólidos con una pequeña asignación, ya que hay contratos para la recolección única de residuos sólidos inservibles y ejecutada exclusivamente por un día al mes en cada vereda; es por ello que es urgente la recolección de residuos sólidos orgánicos, para evitar que las comunidades rurales mantengan la implementación del botadero a cielo abierto como única alternativa de disposición final de los residuos de sus actividades agrícolas.

El aprovechamiento de los residuos orgánicos es uno de los procesos aplicados de manera efectiva para reducir el contaminante de suelos y fuentes de agua; al igual genera la implementación de un corrector de suelos con la transformación de los residuos en compost, y a la vez aporta recursos gracias a su comercialización entre otros beneficios. (Pilar Román, 2013)

El presente proyecto consiste en diagnosticar de manera directa la cantidad de residuos sólidos orgánicos generados en la vereda Santa Rita del Municipio de Pitalito, que no son aprovechados, caracterizar el sitio de disposición final en la actualidad y proponer el aprovechamiento más óptimo según las condiciones de la zona.

### **Descripción del problema.**

En la vereda Santa Rita del Municipio de Pitalito, que en la actualidad se encuentra organizado con 89 fincas que son la totalidad del sector, se viene generando un gran impacto en las fuentes hídricas, los suelos y el aire, a causa de la inadecuada disposición final de los residuos sólidos orgánicos generados desde la producción agrícola de la zona, de la falta de aprovechamiento de frutas y de los residuos propios de cocina.

La disposición final de estos residuos, se viene implementando con botaderos a cielo abierto, sin su debido control y en los linderos de las fincas, que de una u otra forma influyen en fuentes naturales de agua.



*Figura 1. Botadero de residuos orgánicos cerca de viviendas.*

*Fuente: Los autores*



*Figura 2. Botadero de residuos orgánicos en accesos a viviendas.*

*Fuente: Los autores*



*Figura 3. Botadero de residuos orgánicos cerca a fuentes de agua.*

*Fuente: Los autores*

Adicionalmente, la falta de compromiso de la administración local en adelantar un programa de recolección y tratamiento de estos residuos orgánicos, hace necesaria la implementación de un proceso de aprovechamiento, para facilitarle a las comunidades de la vereda Santa Rita un medio para minimizar los impactos a los ecosistemas, a la salud de las comunidades y como medio de aprovechamiento con la producción de compostaje aplicado en las mismas fincas.

¿Cuál es la viabilidad del aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en las fincas cafeteras ubicadas en la vereda Santa Rita del Municipio de Pitalito Huila?



## **Antecedentes**

En Colombia, el manejo de los residuos sólidos es el problema ambiental que viene generando un elevado impacto contaminante al medio ambiente, teniendo en cuenta que la falta de inversión para la implementación de plantas especializadas en el tratamiento de estos residuos, obliga a las empresas municipales encargadas de la recolección de los residuos, a buscar la solución más directa y la más usada en gran parte del territorio nacional; siendo esta solución los botaderos a cielo abierto (El Colombiano, 2017).

Existe un estimado que en Colombia se generan 27.500 toneladas al día de residuos sólidos desde los 1086 municipios y 32 departamentos, residuos que tan solo el 65% son residuos sólidos orgánicos. (Gladys Jaramillo Henao, 2008)

De igual manera hasta el año 2015, no existe un registro puntual y confiable de la cantidad en toneladas de residuos sólidos generados ni aprovechados en Colombia, por falta de de que se reglamentara esta actividad, pero solo hasta la entrada en vigencia del Decreto 596 de 2016, se inicia la cuantificación en toneladas de estos procesos de producción y aprovechamiento. (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2016)

Es necesario resaltar que la disposición de residuos sólidos en un botadero a cielo abierto generan como principales contaminantes la emanación de gases metano y bióxido de carbono,

vertimientos de lixiviados, emanación de olores ofensivos y proliferación de roedores entre los de mayor impacto (El Colombiano, 2017).

Existe un riesgo de gran magnitud que compromete directamente en la salud de las personas expuestas a los contaminantes provenientes de los rellenos sanitarios o de los botaderos a cielo abierto, estos contaminantes generan fatiga, somnolencia, alergias, estrés psicológico, malformaciones congénitas y hasta algún tipo de cáncer; siendo los adultos mayores y niños de 1 a 3 años los más vulnerables a presentar estos síntomas.

De igual manera, en la población infantil que habita en cercanías a los sitios de disposición final de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, se han evaluado síntomas respiratorios como rinorrea, tos, sibilancia, dolor de garganta, irritación ocular y dolores de cabeza entre los más frecuentes (Giron, Mateus, & Mendez, 2009)

En la vereda Santa Rita de Pitalito, como en toda la zona rural del municipio es común encontrar dentro de cada predio, un botadero a cielo abierto como única solución para la disposición final de los residuos sólidos tanto orgánicos como inorgánicos.

La empresa de servicios públicos del municipio, aunque cuenta con una planta para el tratamiento de los residuos sólidos, el servicio de recolección tiene cobertura solo en el perímetro urbano.

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en la Resolución 1045 de 2003 adopta la metodología para la elaboración de los planes de gestión integral de residuos sólidos en el país y en su artículo 13 asigna un plazo máximo de dos años para clausurar los botaderos y adelantar un procesos de restauración ambiental, sin embargo, en la vereda Santa Rita existen aun algunos sitios de inadecuada disposición de residuos solidos organicos, que se tienen en cuenta como pequeños botaderos a cielo abierto y consecuentemente se observa contaminación principalmente en el agua y el suelo en el área.

## **Objetivos**

### **General**

Diagnosticar los residuos sólidos orgánicos generados en la vereda Santa Rita del municipio de Pitalito e implementar una propuesta de aprovechamiento.

### **Específicos**

Determinar la cantidad de residuos orgánicos generados en la vereda Santa Rita y que no son aprovechados.

Clasificar los residuos generados en su fuente, en las 3 fincas seleccionadas de acuerdo a los resultados obtenidos, que indican mayor generación de residuos sólidos orgánicos no aprovechados y proponer el aprovechamiento más óptimo en una de las fincas.

Implementar la propuesta de aprovechamiento seleccionada, en una finca de la vereda Santa Rita, como prototipo para el área.

## **Justificación**

El municipio de Pitalito cuenta con un plan de recolección de los residuos sólidos con cobertura en la zona urbana, estos residuos son llevados a una planta que cuenta con el personal y las instalaciones adecuadas para el tratamiento adecuado de los residuos tanto orgánicos como inorgánicos; pero en la zona rural se evidencia la urgente implementación de un programa de recolección o la implementación de técnicas que adelanten el debido aprovechamiento y reduzca los elevados índices de contaminación (EMPITALITO, 2018)

Tan solo en la vereda Santa Rita de la localidad, encontramos 89 predios dedicados en su mayoría a la producción de café, como principal actividad económica y a los cultivos de verduras, hortalizas, tubérculo y frutas como actividad complementaria.

Estos agricultores, carentes de cobertura por el plan de recolección de residuos sólidos dispuesto en el municipio, implementan en la actualidad el botadero a cielo abierto como solución para la disposición de los residuos generados.

Un botadero a cielo abierto, es un área destinada a la disposición final de residuos sólidos sin su debido control de impactos ambientales y sanitarios (erosión, sedimentación, emanación de gases, vertimiento de lixiviados y proliferación de roedores entre otros) (Giron, Mateus, & Mendez, 2009)

Entre las consecuencias generadas por la implementación de los botaderos a cielo abierto encontramos la contaminación de suelos, aire y agua (superficiales y subterráneas) y las enfermedades (respiratorias y sobre la piel), que para lograr su control requiere del compromiso de las comunidades, la inversión de grandes cantidades de recursos e iniciar con la clausura del botadero como de un plan de recuperación de la zona comprometida (El Colombiano, 2017).

Para iniciar con el programa de recuperación ambiental, se requiere inversiones del estado que difícilmente se lograrían obtener a corto plazo; pero con la implementación de técnicas para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, las comunidades de las zonas rurales tendrán una alternativa viable para corregir acciones de impacto al medio ambiente.

En la vereda Santa Rita del municipio de Pitalito, se presenta un fenómeno contaminante, generado por la inadecuada disposición final de los residuos orgánicos que no son aprovechados, situación que viene provocando el deterioro del ambiente en las zonas aledañas de las propiedades, orillas de las vías de acceso y fuentes de agua superficial. (Municipio de Pitalito - Universidad Nacional de Colombia, 1999)

## Fundamento teórico

### Marco teórico

Los problemas ambientales de las explotaciones agrícolas son la generación de los residuos orgánicos (restos de poda, de cosecha, de post-cosecha, fruta caída, entre otros), que normalmente debido al desconocimiento y a la falta de un espacio adecuado para su almacenamiento se recurre a las prácticas habituales como el abandono del material a espacio abierto alcanzando impactos sobre los ecosistemas presentes. (Pilar Román, 2013)

*“La importancia del aprovechamiento de los residuos orgánicos empieza a adquirir una mayor dimensión por el acelerado crecimiento urbanístico y la necesidad de reutilizar materias primas desechadas, lo que motivó a hacer una investigación documental cuyo tema central es el aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos Urbanos en Colombia. En éste documento se agrupa la información más relevante a cerca del tema en los últimos 10 años, iniciando con la definición y clasificación de los residuos, pasando por la generación y tipos de aprovechamiento y finalizando con los costos operativos y ambientales”.* (Gladys Jaramillo Henao, 2008)

El compostaje es un proceso biológico, que ocurre en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno). Con la adecuada humedad y temperatura, se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas. (Pilar Román, 2013)

La materia orgánica es un componente del suelo, su composición proviene de la descomposición de animales, plantas y microorganismos presentes en el suelo; toda materia orgánica requiere de un adecuado tratamiento para su control de bacterias y agentes patógenos que puedan generar alteración en las condiciones del suelo. (Pilar Román, 2013)

El éxito en el proceso de transformación de la materia orgánica depende en gran medida de las condiciones ambientales, del proceso empleado y de los residuos empleados; pero es necesario contar con el seguimiento y la vigilancia constante de los parámetros presentes por etapas, así como realizar acciones para regular las condiciones óptimas que le permita a los organismos ejercer su labor sobre los residuos. (Pilar Román, 2013)

Para la producción de compost se utilizan varias técnicas que generalmente son abiertas o cerradas, donde las abiertas se refieren a las técnicas al aire libre y las cerradas a las técnicas que utilizan determinados recipientes adaptados para esta actividad; en este proyecto se empleará la técnica abierta con la implementación de cubierta en plástico para la regulación de humedad y temperatura; el compost se dispondrá en pilas de 80 centímetros de altura para facilitar el control de temperatura de manera manual. (Pilar Román, 2013)



## Marco contextual y conceptual

Ubicación del Municipio: El municipio de Pitalito se ubica en el Valle de Laboyos, al sur del Departamento del Huila sobre el valle del Magdalena y en el vértice que forman las cordilleras central y oriental a 1.318 msnm, a 188 km de la capital del Huila Neiva y a 485,4 km de Bogotá; sus coordenadas son 2° 10'30'' de latitud norte y a 77° 30' longitud oeste (República de Colombia - Municipio de Pitalito - Todos en acción).



*Figura 4. Localización de Pitalito en el Huila..*

*Fuente:* (Universidad Nacional de Colombia, 2011)

Cuenta con un clima húmedo con variaciones térmicas durante todo el año, predominando así un clima templado de los 18 a 21°C (República de Colombia - Municipio de Pitalito - Todos en acción)

Teniendo en cuenta el documento administrativo Plan de Ordenamiento Territorial (POT), el municipio de Pitalito vigente, es denominada la capital de la surcolombianidad gracias a su ubicación geográfica y económica, es una ciudad estratégicamente ubicada con paso obligado por viajeros que transiten entre los departamentos de Nariño, Caqueta, Putumayo, Huila y Cauca; ofrece una alta competitividad comercial gracias a su ubicación facilitando tanto el ingreso como salida de productos comerciales. (El Honorable Concejo Municipal de Pitalito, 2007)

Este municipio es catalogado como el segundo a nivel de importancia en el departamento del Huila, conocido a nivel nacional e internacional con alta distinción por sus potencialidades artesanales, equinas y producción de café especial, llegando a obtener en varios certámenes el primer puesto en calidad de café de alta calidad; demostrando el compromiso y dedicación de los pobladores en la actividad cafetera como principal actividad económica. (El Honorable Concejo Municipal de Pitalito, 2007)

Según el Plan de Ordenamiento Territorial de Pitalito, la vereda Santa Rita pertenece al corregimiento de Charguayaco, localizado al oriente de la zona urbana de Pitalito, en zona montañosa con una inclinación aproximada de 17°. (El Honorable Concejo Municipal de Pitalito, 2007)



*Figura 5. Ubicación vereda Santa Rita.*

*Fuente:* (Universidad Nacional de Colombia, 2011)

Entre las principales actividades económicas de la vereda se encuentra la producción agrícola en la parte alta, seguido de la actividad porcícola y ganadera; siendo la actividad cafetera la principal fuente de ingresos y fuente de empleo en el sector.

La vereda Santa Rita está catalogada como área de protección ambiental teniendo en cuenta que cuenta con una de las fuentes de abastecimiento de agua a gran parte de la población rural y urbana, captando el recurso agua de la quebrada El Macal o Santa Rita; esta planta se encuentra en receso de funcionamiento debido a contaminación fecal y de beneficio del café. (Municipio de Pitalito - Universidad Nacional de Colombia, 1999)

Dentro del trabajo desarrollado, se van a tener en cuenta conceptos claves para el desarrollo de este documento por ello, se requiere la contextualización de los siguientes conceptos como son:

**Botadero a cielo abierto:** área de disposición final de residuos sólidos sin control y aplicación de medidas para el control de impactos ambientales y sanitarios. (Benavides Garcia & Josa Rojas, 2015) Este concepto se tiene presente, en cuanto a que en la vereda Santa Rita se presenta este tipo de inadecuada disposición final para residuos inorgánicos principalmente.

Así mismo, se tendrá en cuenta el compostaje de residuos orgánicos que es un proceso de transformación de la materia orgánica para obtener compost, un abono orgánico. Para ello se tienen en cuenta los siguientes procesos:

**Aeróbico:** proceso al cual se somete un tratamiento que ocurre en presencia de oxígeno.

(Pilar Román, 2013). Para el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos en la técnica de compost, se estará aplicando bajo presencia continua de oxígeno.

**Compost maduro:** compost que ha finalizado todas las etapas del compostaje. (Pilar Román, 2013). Producto obtenido de tratar los residuos sólidos orgánicos bajo condiciones óptimas y seguimiento de parámetros.

**Descomposición:** Degradación de la materia orgánica. (Pilar Román, 2013). Proceso desarrollado por microorganismos (hongos, Levaduras, bacterias, protozoos) y macroorganismos (araña, hormigas, lombrices y roedores)

**Enfriamiento:** etapa del compost donde las bacterias termofílicas reducen su actividad causado por la disminución de nutrientes y energía, estas condiciones reducen la temperatura provocando la muerte de las bacterias termofílicas y la reaparición de las bacterias mesofílicas permaneciendo en el proceso hasta agotar la totalidad de energía. (Pilar Román, 2013)

**Lixiviado:** liquido resultante de un proceso de percolación de un fluido a través de un sólido.

(Pilar Román, 2013). Este liquido resultante del proceso de percolación es indicador de un ejercicio de descomposición de la materia orgánica bajo intervención de microorganismos.

**Macro organismos:** organismos vivos que pueden ser observados a simple vista (araña, hormigas, lombrices y roedores). (Pilar Román, 2013). Son organismos vivos presentes en la producción de compostos con mayor presencia en la etapa de maduración.

**Maduración:** etapa en la que se estabiliza los niveles de temperatura y pH, se perciben ácidos húmicos y la desaparición de bacterias y patógenos; aparecen con frecuencia macroorganismos ofreciendo un papel esencial en el compost. (Pilar Román, 2013)

**Mesófila:** se le conoce con este nombre por la presencia de bacterias mesofílicas y hongos mesofílicos, los cuales, al iniciar su actividad metabólica, generan un aumento en la temperatura de hasta 40 °C, disminución del Ph y aparición de hongos mesofílicos; en esta etapa es importante controlar la ventilación y humedad para asegurar la actividad microbiana. (Pilar Román, 2013)

**Microorganismos:** organismos vivos microscópicos (hongos. Levaduras, bacterias, protozoos). Presentes generalmente en las etapas mesófila y termófila. (Pilar Román, 2013)

**Organismo mesófilo:** organismo cuya temperatura optima de crecimiento está entre los 15 y los 35°C. (Pilar Román, 2013)

**Organismos termófilos:** organismos vivos que pueden soportar condiciones extremas de temperatura relativamente altas, por encima de los 45°C. (Pilar Román, 2013)

**Residuo:** material que pierde utilidad tras haber cumplido con su misión o servicio para realizar un determinado trabajo. Son clasificados como inservibles, orgánicos e inorgánicos.

**Termofílica:** es una etapa en la cual la temperatura sufre cambios con el aumento a nivel de los 75°C, ocasionando la muerte o adormecimiento de las bacterias y hongos mesofílicos para que inicie la actividad de bacterias y hongos termofílicos generadores del cambio en la temperatura.

Se percibe cambios tanto en la temperatura, emanación de olores fuertes, emanación de lixiviados y cambio en la apariencia del residuos (forma y color) (Pilar Román, 2013).

## Marco legal.

A continuación, se presenta el mapa normativo para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia.

*Tabla 1. Normas para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*

<b>Norma</b>	<b>Descripción</b>
<b>Constitución Nacional de Colombia. 1991</b>	En los artículos 1, 3, 4, 8, 13, 23, 25, 44, 48, 79, 80, 86, 88, 332, 334, 365, 366, 367 y 370, se declara y fijan deberes y DERECHOS FUNDAMENTALES, tareas del Estado, con relación al derecho al trabajo, a la dignidad, a un ambiente sano, a proveer los servicios públicos de agua y saneamiento ambiental, las tareas de regulación de las fuerzas económicas del mercado, a la función social que debe cumplir la empresa, a administrar y proteger los recursos naturales. Las sentencias T-291/2009-; apartes de las sentencias T-724/2003, T-291/2009, C-793/2009, C-928/2009 de la Corte Constitucional, confirman algunas de estas obligaciones y los responsables de hacerlas cumplir.
<b>Política para la Gestión Integral de los Residuos. 1998. Ministerio del Medio Ambiente</b>	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.
<b>Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. 2005. Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.</b>	Directrices para la Gestión de Residuos Peligrosos. Incluye Suelos Contaminados.

*Fuente: Elaboración propia a partir de revisión de documentos institucionales*

*Tabla 2. Leyes para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*

<b>Leyes</b>	<b>Descripción</b>
<b>Decreto - Ley 2811 de 1974. Presidencia de la República.</b>	El Código Nacional de los Recursos Naturales es la base para las autorizaciones, concesiones y autorizaciones para el uso y el aprovechamiento de los recursos naturales y se definen procedimientos generales para cada caso.
<b>Ley 09 de 1979</b>	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.
	Por medio de la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente y se establece formalmente el Sistema Nacional Ambiental. Se responsabiliza a todos y cada uno de los actores del desarrollo de la

<b>Ley 99 de 1993</b>	tarea de conservar y aprovechar de manera racional los recursos naturales y el ambiente. Define que las Autoridades Ambientales, serán las responsables de formular y verificar el cumplimiento de las políticas y normas ambientales.
<b>Ley 142 de 1994 / Ley 632 de 2000</b>	Algunos elementos normativos y políticas existentes a la fecha, establecen y reconocen las conductas y procedimientos que se deben aplicar con relación a como valorar servicios y actividades de aprovechamiento de residuos. La Ley 142/94 en sus Art. 9 y 146 establece taxativamente que el servicio que se paga es el que se mide y fija claramente la función ecológica de los servicios públicos.
<b>Ley 388 de 1997</b>	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.
<b>Ley 1259/2009</b>	El Comparendo Ambiental controla a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros mediante sanciones pedagógicas y económicas a todas aquellas personas naturales o jurídicas que infrinjan la normatividad existente en materia de residuos sólidos; así como fomentar las buenas prácticas ambientalistas.
<b>Ley 1252/2008 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial</b>	Regula dentro del marco de la gestión integral, la protección de la salud humana y el ambiente, lo relacionado con la importación y exportación de residuos peligrosos, su minimización desde la fuente, la producción más limpia; su disposición adecuada, la eliminación responsable de las existencias de estos dentro del país. Así mismo se regula la infraestructura de la que deben ser dotadas las autoridades aduaneras y zonas francas y portuarias.
<b>Ley 1333 de Julio 21 de 2009</b>	Establece el nuevo régimen sancionatorio ambiental: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se incorporan los Principios Ambientales y Constitucionales</li> <li>• Establece un Régimen de responsabilidad objetiva</li> <li>• El daño ambiental se califica como infracción ambiental</li> <li>• Define la función de las medidas preventivas y regula el régimen de las sanciones</li> <li>• Establece los tipos de sanciones</li> <li>• Se crea el Registro Único de Infractores Ambientales-RUIA</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia a partir de revisión de documentos institucionales*

*Tabla 3. Decretos para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*

<b>Decreto</b>	<b>Descripción</b>
<b>D. 1594 de 1984. Ministerio de Agricultura</b>	Decreto que regula lo relacionado con el control de los efluentes líquidos de los distintos procesos productivos. Es la norma que regula los procesos de sanciones relativas al incumplimiento de normas ambientales, así como el procedimiento para el trámite y obtención del permiso de vertimiento de residuos líquidos. Fue derogado parcialmente por el Decreto 3930/2011 de Vertimientos. Aplica a los vertimientos de lixiviados producidos en los Rellenos Sanitarios.
<b>D. 351 del 19 de febrero de 2014 del Ministerio de salud y protección social.</b>	Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades.



<b>D. 1713 de 2002. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.</b>	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos
<b>D. 1505 de 2003. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.</b>	Por el cual se modifican parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos, especialmente lo relacionado con la definición de aprovechamiento, el acatamiento de parte las autoridades municipales al PGIRS, su actualización y la garantía de participación de los Recicladores.
<b>D. 1140 de 2003. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.</b>	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.
<b>D. 838 de 2005. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.</b>	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. (Puntaje selección de Sitios).
<b>D. 4741 de 2005. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.</b>	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.
<b>D. 979 de 2006. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.</b>	Modifica artículos 7,10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995. Sobre calidad de aire: Áreas Fuente.
<b>D. 1299 de 2008. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.</b>	Departamentos Ambientales en las Empresas.
<b>D. 2820/2010. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.</b>	Licencias Ambientales. El Art. 9, numeral 10 que establece la competencia de las CARS (Corporaciones Ambientales Regionales) "la construcción y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, recuperación y/o disposición final de residuos o desechos peligrosos, y la construcción y operación de rellenos de seguridad para residuos hospitalarios en los casos en que la normatividad sobre la materia lo permita". El numeral 12, del mismo artículo, establece que la construcción y operación de plantas cuyo objeto sea el aprovechamiento y valorización de residuos sólidos orgánicos biodegradables mayores o iguales a 20.000 toneladas/año, requieren de Licencia Ambiental.
<b>D.3930/2011 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible</b>	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a sistemas de alcantarillado público, y se dictan otras disposiciones. La aplicación de esta norma, exige a los operadores de Rellenos Sanitarios, altas eficiencias en el tratamiento de los lixiviados.
<b>D. 2981 del 20 de diciembre de 2013 del Ministerio de vivienda, ciudad y territorio.</b>	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.

*Fuente: Elaboración propia a partir de revisión de documentos institucionales*

## Metodología

La metodología para la investigación aplicada es de tipo cuantitativa y cualitativa. El desarrollo del trabajo o proyecto aplicado se va a adelantar en 3 fases (entre diciembre de 2017 hasta septiembre de 2018), de esta manera se cumplirán los objetivos específicos planteados:

Fase 1. Determinación de la cantidad de residuos orgánicos generados en la Vereda Santa Rita.

En esta fase se busca determinar la cantidad de residuos orgánicos generados en la vereda Santa Rita del Municipio de Pitalito, a través de conocimiento primario, con la aplicación de una encuesta semiestructurada y diagnosticar los residuos orgánicos que no son aprovechados. Esta aplicación se hace entre los meses de diciembre de 2017 y enero de 2018.

Se tendrá en cuenta que la vereda cuenta con 89 predios en su totalidad. Se aclara que cada predio, tiene una familia, por tanto se consideran también 89 familias y la muestra estadística para el desarrollo de la encuesta semiestructurada a determinar, será tomada en cuenta a partir de esta totalidad de familias o predios.

El desarrollo de la encuesta se va a adelantar de manera personal en cada predio y familia, de acuerdo a la muestra estadística.

Fase 2. Clasificación de los residuos generados en su fuente, en las 3 fincas seleccionadas de acuerdo a los resultados obtenidos, que indican mayor generación de residuos sólidos orgánicos no aprovechados y proponer el aprovechamiento más óptimo en una de las fincas.

En esta fase se clasifican los residuos orgánicos generados en su fuente, respecto de las 3 fincas que fueron seleccionadas de acuerdo a los resultados obtenidos en la encuesta, que determinaba mayor cantidad de generación de residuos orgánicos y de esta manera proponer, por fines educativos, un prototipo en una sola finca o predio, con la mejor opción de aprovechamiento; para la clasificación, se desarrollan diferentes actividades que permiten identificar puntualmente la cantidad de residuos generados en cada finca seleccionada. Se aclara que para cada residuo se realiza una separación, se pesa y se almacena. Para determinar la cantidad de residuos, se aplica el porcentaje de residuos generados considerando el peso de cada uno.

Esta fase se desarrolla entre marzo y abril de 2018.

Fase 3. Implementación de la propuesta de aprovechamiento seleccionada, en una finca de la vereda Santa Rita, como prototipo para el área.

Considerando la fase anterior, donde reconocemos y tenemos datos puntuales y cuantitativos de residuos orgánicos generados, se determina implementar un manejo adecuado de estos residuos, a partir de la selección de una finca, que tenga las condiciones de terreno adecuadas y que permitan desarrollar la actividad.

Se establece que para la implementación de la propuesta, se tiene en cuenta las siguientes etapas como son: descapotado y nivelación del terreno; construcción de la compostera; recolección de residuos orgánicos; e implementación del compost.

Se considera para la implementación del compost, los siguientes ciclos:

- Mesofila. Se miden dentro del material orgánico, los parámetros de temperatura y humedad. Esto se mide con el termómetro principalmente y verificando vertimiento de lixiviados.
- Termófila. Se mide dentro del material orgánico la temperatura y se desarrollan actividades de oxigenación, mediante volteos. La temperatura se mide mediante termómetro. Se aclara que en esta etapa se hace recirculación de lixiviados para una mejor descomposición del material orgánico.
- Enfriamiento. Se mide en el material compostado la temperatura y también se hacen volteos.
- Maduración. Se revisan parámetros organolépticos, de materia orgánica tecnificada en compost, como olor, color y textura.

Esta fase se desarrolla entre los meses de abril y agosto de 2018.

## **Resultados y Analisis**

### **Fase 1. Determinación de la cantidad de residuos orgánicos generados en la Vereda Santa**

#### **Rita**

Para la determinación de la cantidad de residuos organicos generados en la vereda Santa Rita y que no son aprovechados, se desarrolla a partir de una encuesta semiestructurada, la captura de información, por cuanto no hay antecedentes de manejo de residuos organicos en las veredas de Pitalito Huila.

#### **Encuestas semiestructuradas.**

Para identificar el origen de esta problemática se hace necesario adelantar el desarrollo de una encuesta semiestructurada, de cinco preguntas, considerando la población total que corresponde a 89 familias de la vereda, para así establecer el origen real del problema contaminante en mención.

Para la aplicación de la encuesta, se tiene en cuenta el tamaño de la muestra arrojado en el cálculo con nivel de confianza del 99%, el cual fue de 59 muestras, de acuerdo a lo arrojado en la calculadora de muestras. (Asesorias Económica & Marketing Copyringht, 2009)



*Figura 6. Desarrollo de encuesta.*

*Fuente: Los autores*



*Figura 7. Desarrollo de encuesta.*

*Fuente: Los autores*

La fórmula utilizada para la obtención del tamaño de muestra es la de Ecuación estadística para proporciones poblacionales:

$$n = \frac{z^{\Delta} 2(p * q)}{e^{\Delta} + \frac{(z^{\Delta} 2(p * q))}{N}}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra.

z = nivel de confianza deseada.

p = proporción de la población con la característica deseada (éxito).

q = proporción de la población sin la característica deseada (fracaso).

e = nivel de error dispuesto a cometer.

N = tamaño de la población.

La muestra se calculó con los siguientes parámetros:

z = 99%

p = 0,5

q = 0,5

e = 10%

N = 89

El resultado obtenido, arroja un tamaño de muestra de 59 encuestas. (Asesorías Económica & Marketing Copyringht, 2009)

## Resultados de la encuesta.

A continuación, se muestran los resultados de las encuestas aplicadas:



Figura 8. Resultados de tabulación a la primera pregunta de la encuesta.

Fuente: Los autores

En la figura 9 podemos evidenciar los resultados donde nos muestra que el 57% de la población de la vereda Santa Rita reside en una vivienda propia, el 22% reside en calidad de arrendado, mientras que el 14% de la población reside en una propiedad familiar, y el 7% de la población reside en calidad de préstamo. Esta información es pertinente por cuanto los propietarios de las fincas (es decir los dueños de predios y predios familiares), son más cuidadosos en el manejo de residuos en general y por ello el manejo dado es un poco más responsable.





Figura 9. Resultados de tabulación a la segunda pregunta de la encuesta.

Fuente: Los autores

En el desarrollo de este análisis nos indica que el 57% de la población cafetera encuestada nos indicó que el área de su finca tiene de una a tres hectáreas aproximadamente, el 22% de la población tiene de cuatro a seis hectáreas aproximadamente, mientras que el 14% de la población tiene de siete a nueve hectáreas, y el 7% de la población tiene de diez a más hectáreas. Esta información es pertinente por cuanto nos indica cuales son los mayores generadores de estos residuos organicos.

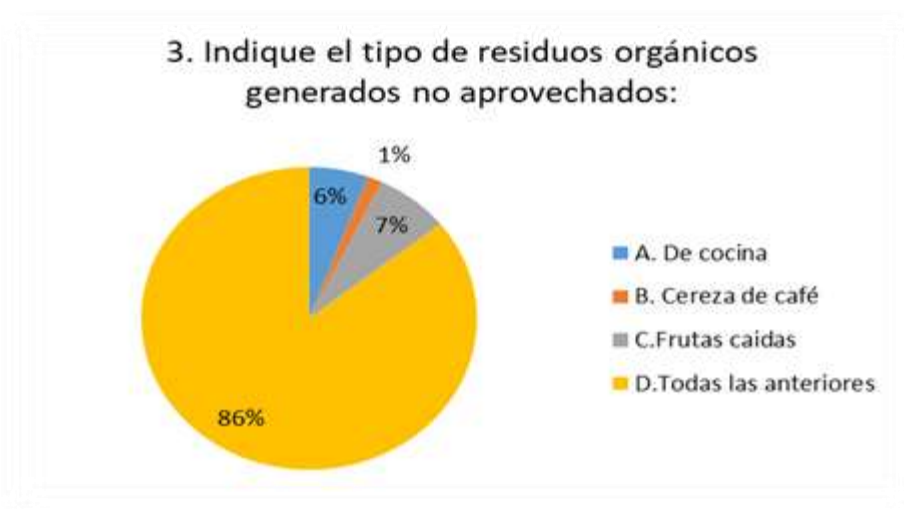


Figura 10. Resultados de tabulación a la tercera pregunta de la encuesta.

Fuente: Los autores

En esta figura podemos ver que el 86% de la población encuestada respondió que los residuos orgánicos generados no aprovechados son todas las anteriores, debido a que la población no tiene conocimiento del proceso requerido para aprovechar estos residuos orgánicos, el 7% de la población encuestada indica que no aprovecha las frutas caídas, el 6% de la población no aprovecha los residuos orgánicos generados de cocina, y el 1% de la población no aprovecha los residuos de cereza de café. Esta información es totalmente pertinente, por cuanto nos indica el tipo de residuo generado y su volumen aproximado.

#### 4. Cuál es la cantidad de los residuos orgánicos generados que no son aprovechados:

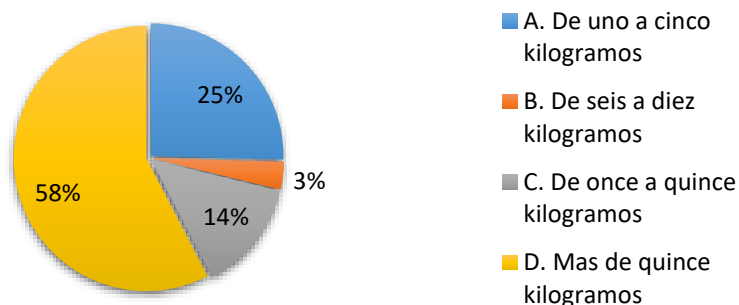


Figura 11. Resultados de tabulación a la cuarta pregunta de la encuesta.

Fuente: Los autores

El análisis nos permite conocer que el 58% de los cafeteros encuestados respondió que la cantidad de residuos no aprovechados están entre más de quince kilogramos (15), el 25% cafeteros encuestados indica que la cantidad de residuos no aprovechados están de uno a cinco kilogramos (5),

el 14% de los cafeteros encuestada dice que la cantidad de residuos no aprovechado pesa de once (11) a quince (15) kilogramos, y el 3% de la población no aprovecha la cantidad de seis (6) a diez (10) kilogramos de residuos orgánicos.

A continuación se presenta la cantidad aproximada de residuos organicos no aprovechados en la Vereda Santa Rita.

*Tabla 4 Cantidad de residuos orgánicos no aprovechados*

<b>% de resultados en la encuesta</b>	<b>Total Familias</b>	<b>Residuos no aprovechados</b>	<b>Promedios establecidos</b>	<b>Promedio de residuos kg/diarios</b>
3	2	De 6 a 10 kg	8	<b>16</b>
14	8	De 11 a 15 kg	13	<b>104</b>
25	15	De 1 a 5 kg	3	<b>45</b>
58	34	Más de 15 kg	18	<b>612</b>
Total aproximado de residuos no aprovechados según encuesta				<b>777 kg/día</b>

*Fuente: Los autores*

Desde los datos obtenidos con el desarrollo de la encuesta semiestructurada en la comunidad de la vereda Santa Rita, logamos establecer que se viene generando una cantidad aproximada de **800 kilogramos diarios de residuos sólidos orgánicos**, residuos que a la fecha no cuentan con un tratamiento adecuado.

Así mismo, considerando los datos ofrecidos en la encuesta semiestructurada, se logra identificar a las fincas **el Diviso, el Mirador y Buenos Aires** (ubicados en la gráfica cuatro), como las fincas generadoras en más de 15 kilogramos diarios de residuos orgánicos al día, que corresponden al 31.86 % de los residuos de la comunidad de la vereda Santa Rita.



Figura 12. Resultados de tabulación a la quinta pregunta de la encuesta.

Fuente: Los autores

Los resultados de esta figura nos muestra claramente que el 72% de la población cafetera encuestada respondió que el lugar de disposición final de los residuos orgánicos es el botadero a cielo abierto, ya que dentro de la finca hay muchos espacios en los cuales pueden ser depositados para su degradación natural, el 14% de la población trasladan hasta el perímetro urbano del municipio sus residuos solidos para que sean manipulados por el sistema recolector de residuos de la ciudad y la población restante, dividida en porcentajes iguales tratan de manera empírica de disponerlos en huertas y fosas en las cuales se les adiciona cal para el manejo de olores y vectores.

**Fase 2. Clasificación de los residuos generados en su fuente, en las 3 fincas seleccionadas de acuerdo a los resultados obtenidos, que indican mayor generación de residuos sólidos orgánicos no aprovechados y proponer el aprovechamiento más óptimo en una de las fincas.**

Considerando la información anterior (encuestas semiestructuradas), se tienen en cuenta que las fincas de la vereda Santa Rita, que fueron seleccionadas son El Diviso, El Mirador y Buena Vista, ya que éstas generaron la mayor cantidad de residuos orgánicos no aprovechados y adicionalmente son los predios mas grandes, que cultivan café y frutales entre otros.

Para continuar con lo especificado en la metodología, en esta fase se clasifican los residuos orgánicos generados en su fuente, para proponer la mejor opción de aprovechamiento.

Se toma como punto de partida, un control de pesaje diario de los residuos orgánicos generados en las tres fincas escogidas en la vereda, como se muestra a continuación.



*Figura 13. Pesaje diario de residuos orgánicos de cocina.*

*Fuente: Los autores*



*Figura 14. Pesaje diario de residuos orgánicos de árboles frutales.*

*Fuente: Los autores*



Figura 15. Pesaje diario de residuos orgánicos de beneficio de café.

Fuente: Los autores

Por espacio de cuatro semanas se hace seguimiento de los residuos generados en la cocina, en el beneficio del café, y las frutas encontradas en la base del árbol; realizando pesaje de estos residuos de manera diaria en la cascara del café y semanal en residuos de cocina y frutas. Se aclara que los residuos de cocina y frutas fueron mínimos, por ello se hace exclusivamente para estos dos residuos el pesaje semanal.

Tabla 5. Registro semanal de residuos orgánicos Finca El Diviso.

CONTROL DE PESAJE FINCA EL DIVISO							
	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
	Peso café	Peso café	Peso café	Peso café	Peso café	peso fruta	Peso cocina
semana 1	510 kg	460 kg	500 kg	690kg		26 kg	17 kg
semana 2						30 kg	13 kg
semana 3						27 kg	13 kg
semana 4	820 kg	630 kg	690 kg	780 kg	350 kg	22 kg	18 kg
<b>Peso café</b>	<b>5.430 kg</b>	<b>Peso fruta</b>	<b>105 kg</b>	<b>Peso cocina</b>	<b>61 kg</b>	<b>Total</b>	<b>5.596 kg</b>

Fuente: Los Autores

Tabla 6. Registro semanal de residuos orgánicos Finca El Mirador.

CONTROL DE PESAJE FINCA EL MIRADOR							
	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
	Peso café	Peso café	Peso café	Peso café	Peso café	peso fruta	Peso cocina
semana 1	510 kg	460 kg	500 kg	690 kg	510 kg	26 kg	20 kg
semana 2	440 kg	655 kg				32 kg	18 kg
semana 3						30 kg	13 kg
semana 4	810 kg	670 kg	800 kg	985 kg	450 kg	25 kg	22 kg
<b>Peso café</b>	7.480 kg	<b>Peso fruta 113 kg</b>		<b>Peso cocina 73 kg</b>		<b>Total 7.666kl kg</b>	

Fuente: Los Autores

Tabla 7. Registro semanal de residuos orgánicos Finca Buenos Aires.

CONTROL DE PESAJE FINCA BUENOS AIRES							
	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
	Peso café	Peso café	Peso café	Peso café	Peso café	peso fruta	Peso cocina
semana 1				1000 kg	1230 kg	23 kg	25 kg
semana 2	997 kg	884 kg	800 kg	875 kg	999 kg	30 kg	32 kg
semana 3	639 kg	655 kg	702 kg	720 kg	717 kg	27 kg	30 kg
semana 4	350 kg					19 kg	18 kg
<b>Peso café</b>	10.568 kg	<b>Peso fruta 99 kg</b>		<b>Peso cocina 105 kg</b>		<b>Total 10.772 kg</b>	

Fuente: Los Autores



Una vez realizado el proceso de pesaje en los tres predios o fincas, se encuentra la producción per cápita, a partir de calcular el porcentaje en peso de cada uno de los subproductos, con la siguiente formula que nos permite realizar su debida caracterización.

Caracterización de Residuos Sólidos organicos generados en las fincas El Diviso, El Mirador y Buena Vista.

$$\% Cr = \frac{Cr}{Crt} * 100\%$$

Donde:

Cr: Cantidad de residuo sólido.

Crt: Cantidad de residuo sólido total.

%; Porcentaje ciento por ciento. (Rendón, 2012)

#### **Finca El Diviso.**

$$\text{Beneficio de café: } \% Cr = \frac{5.430}{5.596} 0.97\%$$

$$\text{Cocina: } \% Cr = \frac{61}{5596} 0.011\%$$

$$\text{Fruta: } \% Cr = \frac{105}{5596} 0.019 \%$$

#### **Finca El Mirador.**

$$\text{Beneficio de café: } \% Cr = \frac{7480}{7666} 0.97 \%$$

$$\text{Cocina: } \% Cr = \frac{73}{7666} 0.012 \%$$

$$\text{Fruta: } \% Cr = \frac{113}{7666} 0.018 \%$$

#### **Finca Buenos Aires.**

$$\text{Beneficio de café: } \%Cr = \frac{10568}{10772} 0.98\%$$

$$\text{Cocina: } \%Cr = \frac{105}{10772} 0.010\%$$

$$\text{Fruta: } \%Cr = \frac{99}{10772} 0.010\%$$

*Tabla 8. Porcentajes de peso en subproductos.*

PORCENTAJES TOTAL				
Finca	Beneficio de café	cocina	frutas	Peso total residuos en 4 semanas
<b>El Diviso</b>	0.97 %	0.011 %	0.019 %	5.596 kg
<b>El Mirador</b>	0.97 %	0.012 %	0.018 %	7.666 kg
<b>Buenos aires</b>	0.98 %	0.010 %	0.010 %	10.772 kg

*Fuente: Los Autores*

Se determina que los residuos procedentes del beneficio del café, son la mayor cantidad de porcentaje en peso de los subproductos con un dato de 0.97% en promedio, seguido por las frutas en un 0.016% y luego los residuos generados en la cocina, en un 0.011%. El promedio de porcentajes totales, claramente es mayor en la finca Buenos Aires, con un total de 10.772 Kg.

Luego de realizar el procedimiento de caracterización, se presenta las propuestas de los método de aprovechamiento que se supone son los que más se ajustan a las condiciones de la comunidad de la vereda Santa Rita, considerando como condiciones sociales, económicas, de infraestructura y de tiempo como punto referencia en la elección.

Las propuestas de aprovechamiento de residuos solidos organicos son:

- **Lombricultivo.**

Es conocida como biotecnología, por la utilización de lombriz domestica como herramienta de trabajo, encargada de adelantar el proceso de transformación de un residuo orgánico en un producto de amplia utilización por el hombre y de abundante beneficio para quien lo produce.

Esta es una técnica de cria de la lombriz, que en cautiverio asegurando su rápido crecimiento y reproducción, empleando como alimeto la material biodegradable provenientes de la actividad agrícola, pecuaria, industrial y casero.

De esta actividad se obtiene como resultado biomasa y humus (abono orgánico) de alta calidad; al igual la lombriz es comercializada para la producción de carnes y harina de lombriz.

La cria y reproducción de la lombriz, se adelanta en cunas fabricadas de diferentes materiales (especialmente en material – ladrillo) que como requisito esencial es asegurar la cria en cautiverio de la lombriz, la manipulación y supervisión; es necesario mantener cubierta las cunas para asegurar que depredadores no se alimenten de las lombrices. (Rodríguez, 2018)

De acuerdo a lo establecido por (Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior, 2002) presenta una estadística de reproducción, que de una sola lombriz se obtienen 10.000 en un año, de 9 a 10 por mes aproximadamente; y un promedio de perdida del 50 – 70% generado por la migración o muerte.

Esta técnica demanda la implementación de un espacio aislado con condiciones de seguridad (cerramiento), celda para preparación del material biodegradable empleado para la alimentación , un

sistema de riego requerido para mantener el nivel de humedad deseado, y la supervisión de un operario de manera permanente, para evitar la pérdida de la lombriz por muerte, migración o extracción por parte de roedores y aves entre otros.

- **Biofertilizantes.**

Es un producto foliar (líquido) de origen orgánico, obtenido de la descomposición de residuos orgánicos, sustratos de plantas y estiércol fresco de animal bajo condiciones anaeróbicas (sin aire). Este producto es empleado para mejorar el crecimiento, control de plagas y enfermedades en los cultivos.

Para la preparación del biocombustible se requiere el empleo de un recipiente con tapa, hojas de leguminosas (Alfalfa, Arveja, Haba, Tarwi, etc.), cascara de huevo molida, leche, adobe de chancaca, plantas repelentes (molle, muña, piqui pichana, ithapallu, etc.), ceniza, una botella vacía adicional, 2 metro de manguera y excremento fresco de animal (Vacuno, Porcino, Ovino, Gallinas, Cuy, etc.)

La preparación del biocombustible es la siguiente:

En un tanque plástico de 200 litros ubicado en un sitio que le asegure estabilidad, se adiciona una cuarta parte (50 kg) de excremento animal, se le adiciona agua limpia hasta la mitad del tanque y se mezcla los ingredientes hasta el momento; luego se le aplica 4 kg de hoja de leguminosa bien

picada, 1 kg de cascara de huevo molida, 1 litro de leche y por ultimo se adiciona agua hasta dejar 10 centimetros para rebosar.

Con todos los ingredientes ya adicionados, se mezclan con cuidado para evitar el derrame de liquidos, se sella el tanque con su respectiva tapa o con plastico bien asegurado para evitar el escape de gases; a la tapa o plástico se le perfora un orificio en el centro para introducir un extremo de la manguera y la otra va dentro de de la botella plástica que debe contener agua.

Esta preparación puede durar en proporcionar resultados de uno a tres meses, tiempo que duran los compuestos adicionados en descomponer y permitir que los nutrientes sean depositados en la botella con agua. (Centro de Multiservicios Educativos - CEMSE, Área de Desarrollo Territorial Sucre, 2011)

- **Compost.**

Es el proceso aerobico mediante el cual son transformados los residuos solidos organicos, de una manera segura , en insumos beneficiosos para el suelo o la producción agrícola.

La implementación del compost, como tecnica aplicada para el aprovechamiento de los residuos solidos orgánicos, ofrece grandes beneficios al suelo, facilitando su manejo para el arado, aumentando la capacidad para retener humedad, reduciendo el riesgo de erosión, regulando la temperatura y la evaporación del agua.

De igual manera mejora las propiedades químicas del suelo, aportando macronutrientes y micronutrientes y mejora la actividad biológica aportando organismos capaces de transformar materiales insolubles en nutrientes.

Dentro de los residuos solidos organicos los mas empleados en el compost son, los restos de frutas y verduras, hierva fresca, restos de poda, hojas secas, café, cascaras de huevo, huesos.

Para que esta materia organica realice su proceso biologico de transformación, es necesario supervisar que el proceso evacue las fases establecidas, fases de acuerdo a la variación de temperatura asi:

**Fase mesofila:** Al ingresar el residuo en las camas presenta una temperatura ambiente y en poco tiempo el aumento de temperatura alcanza los 45°C debido a la actividad microbiana, esta actividad se desarrolla por un lapso de tiempo de dos a ocho días aproximadamente.

En este tiempo inicia la emanación de lixiviados, los cuales son direccionados hacia una celda de recolección. (Pilar Román, 2013)

**Fase termófila:** Los residuos continúan en las camas, inicia la aparición de bacterias que toleran el aumento de temperaturas superiores a los 45°C, con una duración de semanas según los residuos empleados, condiciones climáticas entre otros factores; a esta fase se le denomina higienización por la eliminación de bacterias, contaminantes de origen fecal, hongos y toda clase de contaminantes con el aumento en el nivel de temperatura. (Pilar Román, 2013)

**Fase de enfriamiento:** Cuando la temperatura desciende nuevamente a los 45°C, se caracteriza por la aparición de hongos y reinicia la actividad de microorganismos, esta fase tiene una duración corta.

Los residuos son cambiados de lugar, son retirados de las camas y depositados en la fosa, para facilitar el volteo periódico que asegura la aireación. (Pilar Román, 2013)

**Fase de maduración:** Luego de aplicar a los residuos un volteo continuo en la fosa, regresa la temperatura ambiente de manera gradual e inicia la aparición de ácidos húmicos.

Los residuos alcanzan su máxima pérdida de humedad y peso; su coloración es oscura y de fácil manipulación. (Pilar Román, 2013)

Teniendo en cuenta que el compostaje es un proceso biológico realizado por microorganismos, es indispensable el monitoreo de parámetros que aseguren el crecimiento y reproducción como oxígeno, humedad, temperatura, PH y la relación C-N.

Análisis de propuestas.

Con la presentación de las técnicas (lombricultivo, biofertilizantes y compost) empleadas para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos y en busca de ofrecer a la comunidad de la vereda Santa Rita, una alternativa viable para brindar solución en la disposición final de los residuos sólidos orgánicos, se presenta el siguiente análisis:

Para implementar el lombricultivo, es necesario adecuar la celda para ubicar la lombriz, cumpliendo especificaciones para el buen desempeño de su actividad y el respectivo monitoreo; y teniendo en cuenta el porcentaje de riesgo en pérdida de la lombriz, exige un cuidado y seguimiento, vemos que la implementación de esta técnica no es viable por cuanto los habitantes de la región no cuentan con la disponibilidad de tiempo requerido.

Basado en los requisitos para la implementación de la técnica de biofertilizantes, se concluye que es una técnica viable para implementarla en predios destinados a la cría animal, al igual la actividad económica de la vereda Santa Rita es la producción del café y frutales en mínima cantidad; por esta razón es una técnica no viable para esta vereda.

El compost es la técnica más viable para emplearla como proceso en la transformación de los residuos sólidos orgánicos más viable en la vereda Santa Rita, teniendo en cuenta que los requerimientos a implementar son mínimos y la adecuación de la compostera no representa montos elevados de dinero.

Es evidente que el aporte que ofrece el compost, en beneficio de las propiedades del suelo son motivo suficiente para determinar su implementación.

De acuerdo a lo estipulado anteriormente, se propone con seguridad como sistema de aprovechamiento la composta o compost; sabiendo que es el proceso de transformación aplicado a la materia orgánica, que nos permite obtener un producto favorable en la recuperación de suelos estériles



(Pilar Román, 2013); esto quiere decir que debido a que en la Vereda Santa Rita existen varias zonas que no pueden ser aprovechadas para cultivar, puesto que son suelos infértiles, se puede utilizar el compost como recuperador y estimulante de suelos. Adicionalmente la Vereda Santa Rita es básicamente productora de café y por ello el sistema de biofertilizante no es muy viable, por cuanto no se genera la cantidad de excremento de ganado, requerido para desarrollar la implementación. Finalmente se establece que la lombricultura no se tuvo en cuenta, porque el proceso para implementación es mucho más largo, de mayor cuidado y más costoso que la alternativa del compost.

### **Fase 3. Implementación de la propuesta seleccionada en la finca el Diviso de la vereda Santa Rita.**

Luego de establecer el compost como la técnica seleccionada para iniciar el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la vereda Santa Rita, técnica prototipo para mostrar entre las comunidades de las zonas rurales del municipio; se inicia la implementación de la técnica por etapas para mayor organización.

Se aclara que en la finca Buenos Aires y en la finca El Mirador no se otorgó permiso para la implementación de la compostera, y por ello se tomó la Finca o el Predio El Diviso para desarrollar el prototipo.

Es importante establecer que para el desarrollo del proyecto se considera la cantidad de residuos orgánicos generados en las tres fincas, como son El Diviso, el Mirador y Buenos Aires, para la implementación de la compostera como propuesta seleccionada para realizar el mayor aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la vereda Santa Rita.

Para la implementación y manejo del compost se requiere de tres etapas, iniciando por el alistamiento, la recolección de materia prima (residuos orgánicos) y manipulación de materia prima.

### **Etapas de alistamiento.**

En esta etapa se identifica dentro de la topografía de la finca el Diviso, el lugar que ofrezca las condiciones más favorables para la fabricación de la celda.

La vereda Santa Rita se localiza al oriente de la zona urbana de Pitalito, en zona montañosa con una inclinación aproximada de 17°.

Con las siguientes indicaciones se localiza un espacio de terreno con inclinación de aproximadamente 12°, a una distancia de la vivienda de aproximadamente 50 metros, a 30 metros del beneficiadero y a 60 metros de los árboles frutales; para facilitar el traslado de los residuos.

En el terreno elegido se realiza un descapotado y nivelación del terreno, buscando las medidas requeridas para la construcción de una celda y dos camas, según el diseño que se estableció considerando la cantidad de residuos generados.



*Figura 16. Emparejado del terreno seleccionado.*

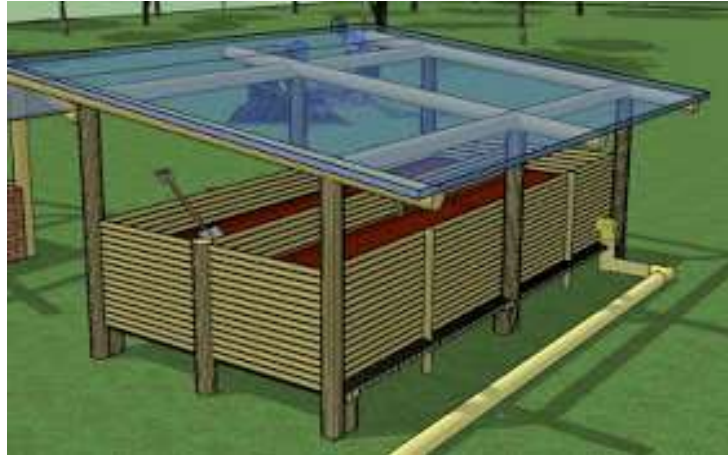
*Fuente: Los autores*



*Figura 17. Trazado para las baces de la celda.*

*Fuente: Los autores*

Las medidas de las camas son: 1 metro de ancho, 5 metros de largo y 80 centímetros de profundidad; elaborado en guadua a 1.20 centímetros de altura; forradas con plástico negro # 6 cada una y techado con plástico a una altura de 2.50 centímetros.



*Figura 18. Diseño de las camas.*

*Fuente: Los autores*



*Figura 19. Construcción de las camas.*

*Fuente: Los autores*

Las medidas de la fosa son: 5 metros de ancho, 8 metros de largo; construido con muros en ladrillo a su alrededor de 80 centímetros de alto para control de humedad externa; techado con plástico transparente calibre número 8 el cual nos permite controlar la humedad externa y la aceleración del secado del compost.



Figura 20. Diseño de la celda.

Fuente: Los autores



Figura 21. Construcción de la celda.

Fuente: Los autores

Tabla 9: Costos de implementación.

Detalle	Valor unidad	Valor total
750 Ladrillo comun	\$ 540	\$ 405.000
12 bultos de cemento	\$ 20.000	\$ 240.000
2 m <sup>3</sup> de arena gris	\$ 62.500	\$ 125.000
15 Guadua	\$ 5.000	\$ 75.000
1 caja puntilla 3"	\$ 1.500	\$ 1.500
8 mt de plástico negro	\$ 11.500	\$ 92.000
14 mt de plástico blanco	\$ 18.500	\$ 259.000
12 Jornales	\$ 25.000	\$ 300.000

Fuente: Los autores

En la tabla No. 9 se presentan los costos de implementación para la construcción de la compostera de acuerdo a los diseños establecidos. Se aclara que el valor total de esta implementación fue la sumatoria de los valores de cada detalle y valores de cada unidad, que correspondió a valor en pesos Colombianos de \$ 1.497.500.

### **Etapa de recolección de materia prima.**

Los residuos son recolectados de manera diaria en las tres fincas, tanto las procedentes de cocina, cascarilla de café y frutales; se depositan en las camas, luego de aplicarles una reducción manual (picado con machete) para acelerar su proceso de descomposición.

La cantidad de residuos orgánicos empleados para la implementación del compost son de 10.772 Kg/mes de la finca Buenos Aires, 7.666 Kg/mes de la finca El Mirador y finalmente el predio El Diviso con un valor de 5.596 Kg/mes.

Es de tener en cuenta que el volumen del residuo varía de acuerdo a la temporada de cosecha del café, el cual incrementa tanto la cascarilla como los residuos de cocina por el aumento de trabajadores.



*Figura 22. Recolección residuos del beneficio del café.*

*Fuente: Los autores*



*Figura 23. Recolección residuos de fruta.*

*Fuente: Los autores*



*Figura 24. Recolección residuos de cocina.*

*Fuente: Los autores*

### **Etapa de manipulación de materia prima (elaboración del compost).**

En esta etapa con los residuos sólidos orgánicos en las camas, se inicia su manipulación asegurando los parámetros mínimos por procesos.

#### *Etapa Mesófila.*

Al ingresar el residuo en las camas presenta una temperatura ambiente y en poco tiempo el aumento de temperatura alcanza los 45°C debido a la actividad microbiana, esta actividad se desarrolla por un lapso de tiempo de dos a ocho días aproximadamente.

En este tiempo inicia la emanación de lixiviados, los cuales son direccionados hacia una celda de recolección. (Pilar Román, 2013)

En esta fase los residuos conservan su apariencia inicial en color, brillo y contextura.





*Figura 25. Residuos orgánicos en etapa mesófila.*

*Fuente: Los autores*

#### *Etapa Termófila o de higienización.*

Los residuos continúan en las camas, inicia la aparición de bacterias que toleran el aumento de temperaturas superiores a los 45°C, con una duración de semanas según los residuos empleados, condiciones climáticas entre otros factores; a esta fase se le denomina higienización por la eliminación de bacterias, contaminantes de origen fecal, hongos y toda clase de contaminantes con el aumento en el nivel de temperatura. (Pilar Román, 2013)

Para asegurar que los lixiviados sean evacuados de manera directa, las camas tienen un desnivel del 3%; entendiendo la importancia en el monitoreo de la humedad para facilitar la aireación de los residuos.

En esta fase los residuos varían de color, perdiendo el brillo y mermando las partículas de tamaño, así como la pérdida de peso.



*Figura 26. Residuos orgánicos en etapa termófila.*

*Fuente: Los autores*

#### *Etapa de Enfriamiento o Mesófila II.*

Cuando la temperatura desciende nuevamente a los 45°C, se caracteriza por la aparición de hongos y reinicia la actividad de microorganismos, esta fase tiene una duración corta.

Los residuos son cambiados de lugar, son retirados de las camas y depositados en la fosa, para facilitar el volteo periódico que asegura la aireación. (Pilar Román, 2013)

Los residuos ya han perdido su humedad, presentan un color envejecido oscuro de poco grosor y la pérdida de peso es mayor.

#### *Etapa de Maduración.*

Luego de aplicar a los residuos un volteo continuo en la fosa, regresa la temperatura ambiente de manera gradual e inicia la aparición de ácidos húmicos.

Los residuos alcanzan su máxima pérdida de humedad y peso; su coloración es oscura y de fácil manipulación. (Pilar Román, 2013)



*Figura 27. Residuos orgánicos en etapa de maduración*

*Fuente: Los autores*

Teniendo en cuenta que el compostaje es un proceso biológico realizado por microorganismos, es indispensable el monitoreo de parámetros que aseguren el crecimiento y reproducción como oxígeno, humedad, temperatura, PH y la relación C-N.

### **Oxígeno.**

El porcentaje de aireación debe permanecer entre el 5% y el 15%; cuando los niveles de aireación aumentan, reduce los niveles de humedad y el proceso de descomposición se detiene al ocasionar la deshidratación de los microorganismos. (Pilar Román, 2013)

Cuando los niveles de aireación disminuyen, impide el proceso de evaporación de agua, generando exceso de humedad ocasionando un ambiente de anaerobiosis, dando como resultado el aumento en los malos olores y acidez. (Pilar Román, 2013)

**Humedad.**

El porcentaje óptimo de humedad para asegurar la actividad microbiana durante el proceso de degradación axila entre el 45% y el 60%; si el porcentaje de humedad, es menor al establecido se arriesga a que el producto sea biológicamente inestable, pero si la humedad sobrepasa el porcentaje establecido, seguramente se genera saturación de poros, impidiendo en la oxigenación del material.

(Pilar Román, 2013)

**Temperatura.**

El parámetro obtenido dentro de un proceso normal inicia desde la temperatura ambiente 28°C en su primera fase (mesófila) hasta los 45°C como máximo nivel en su fase media (termófila o de higienización); y finaliza en su última fase (maduración) con temperatura ambiente. (Pilar Román, 2013)

Terminada la implementación de las etapas aplicadas para el aprovechamiento de los residuos solidos organicos, se adelanta un pesaje del producto final (compost maduro), obteniendo un peso total de 8011 kg; es decir que de los 24.034Kg/mes que se introdujeron en la compostera, al finalizar el proceso quedaron aproximadamente 8011 Kg de material compostado.

Este material se utilizo en los cultivos de café para mejorar los suelos y estimular los mismos cultivos.

## Conclusiones

La Vereda Santa Rita genera un aproximado de 800 Kg diarios de residuos solidos organicos que se estiman de la siguiente manera: de cocina en un 6%, frutas caídas 5%, exclusivamente cereza de café en 1% y todos los residuos anteriores que son de cocina, frutas y cereza de café en un 86%.

En el seguimiento de la clasificación de los residuos generados en su fuente para la Vereda Santa Rita, se determinó que se tendrían en cuenta tres fincas como son El Dibiso, El Mirador y Buenos Aires, ya que éstas tres fincas presentan el 31.86% de los residuos de la comunidad de la vereda.

Se determina que de acuerdo a la caracterización de los residuos generados en las tres fincas o predios anteriores, los residuos procedentes del beneficio del café, son la mayor cantidad de porcentaje en peso de los subproductos con un dato de 0.97% en promedio, seguido por las frutas en un 0.016% y luego los residuos generados en la cocina, en un 0.011%.

El promedio de porcentajes totales, claramente es mayor en la finca Buenos Aires, con un total de 10.772 Kg/mes; luego la finca El Mirador con un valor de 7.666 Kg/mes y finalmente el predio El Diviso con un valor de 5.596 Kg/mes.

Se tienen en cuenta tres procesos de manejo adecuado y aprovechamiento de residuos solidos organicos, como son la lombricultura, el biofertilizante y el compost.

En el predio El Diviso de la vereda Santa Rita se implementó el compost, como la técnica mas adecuada para el aprovechamiento de los residuos solidos organicos, teniendo en cuenta que el manejo de los residuos de este proceso, es un recuperador y estimulante de suelos y adicionalmente las condiciones económicas son mejores, por cuanto es barato su desarrollo; asi mismo las condiciones topográficas del predio fueron las mas adecuadas por su área y finalmente por la disponibilidad en el permiso del terreno.

Para la implementación de la propuesta, se tiene en cuenta la construcción de la compostera, la cual requirió de todo un manejo en nivelación de terreno, construcción de una celda o fosa y dos camas (según el diseño establecido – ver etapa de alistamiento), las cuales fueron impermeabilizadas con plástico de alto calibre y finalmente construcción con muros de ladrillo y techado con plástico.

El costo de implementación de la compostera para el manejo de los residuos solidos en la finca el Diviso fue de \$ 1.497.500. (Ver tabla costos de implementación No. 9)

Para el manejo del compost, respecto de las fases de implentacion como son la mesofila, termófica, maduración y enfriamiento, se tuvo en cuenta la cantidad de residuos organicos generados de las tres fincas como son El Mirador, Buenos Aires y el Diviso, que corresponden a 24.034 Kg/mes.

Luego de obtener el material compostado o mejorador de suelos, en una cantidad de 8011Kg, se aplico en el suelo de los mismos cultivos para ser aprovechado por las plantas.

## **Recomendaciones**

En la vereda Santa Rita, se puede intuir que con el manejo adecuado de los residuos orgánicos generados en la fuente, hay un proceso de descontaminación de suelos y fuentes de agua por escorrentía.

Se recomienda la aplicación de compost en los cultivos de plátano, banano y árboles frutales ya que se observa cambios en follaje de hojas y ausencia de arañas y hormigas, gracias a la reducción de musgos.

Se sugiere aplicar el compost en los pastos, ya que se presenta mejoramiento de follaje, indicando la recuperación del suelo y mejoramiento de pH.

## Bibliografía

- Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior. (Abril de 2002). *Guía de Lombricultura*. Obtenido de <http://www.biblioteca.org.ar/libros/88761.pdf>
- Alvaro Chávez Porras, A. R. (2016). *Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en Iberoamérica*. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Desktop/JHON%20Universidad/proyecto%202018/Dialnet-AprovechamientoDeResiduosOrganicosAgricolasYForest-5633579.pdf>
- Asesorías Económica & Marketing Copyrighgt. (2009). *Calculadora de muestras*. Obtenido de [http://www.corporacionaem.com/tools/calc\\_muestras.php](http://www.corporacionaem.com/tools/calc_muestras.php)
- Benavides Garcia, C., & Josa Rojas, D. L. (2015). *Plan de manejo ambiental de residuos sólidos orgánicos en las veredas Anganoy y San Juan de Anganoy corregimiento de Mapachico Municipio de Pasto*. Obtenido de <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/91157.pdf>
- Centro de Multiservicios Educativos - CEMSE, Área de Desarrollo Territorial Sucre. (2011). *Guía para la preparación y uso del Biol*. Obtenido de <http://saludpublica.bvsp.org.bo/cc/bo40.1/documentos/676.pdf>
- Colombia, A. M. (2014). *Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de tecnologías de compostaje y lombricultura*. Obtenido de [http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP\\_SR.pdf](http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf)
- El Colombiano. (5 de Noviembre de 2017). *Basuras, una bomba de tiempo en Colombia*. Obtenido de <http://www.elcolombiano.com/colombia/basuras-y-rellenos-sanitarios-problematica-en-colombia-HB7636867>
- El Honorable Concejo Municipal de Pitalito. (8 de Junio de 2007). *Acuerdo 018 de 2007*. Obtenido de Ajuste al Plan de Ordenamiento Territorial de Pitalito: [http://huila.gov.co/documentos/SIR/Ordenamiento\\_Territorial/Acuerdo%20AJUSTES%20POT\\_PITALITO.pdf](http://huila.gov.co/documentos/SIR/Ordenamiento_Territorial/Acuerdo%20AJUSTES%20POT_PITALITO.pdf)
- EMPITALITO. (2018). *Empitalito*. Recuperado el 21 de Agosto de 2018, de <http://www.empitalito.gov.co/index.php/programas/servicio-de-aseo/sistema-de-aseo>
- Giron, S. L., Mateus, J. C., & Mendez, F. (19 de Marzo de 2009). *Impacto de un botadero a cielo abierto en el desarrollo de síntomas respiratorios y en costos familiares de atención en salud de niños entre 1 y 5 años en Cali, Colombia*. Obtenido de <https://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/11/284>



- Gladys Jaramillo Henao, L. M. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Obtenido de <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>
- Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (2015). *Elaboración de abono orgánico compostado en producción ecológica*. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/.../cartilla-elaboracion-abono-organico-solido-28-11-2.aspx>
- Lina Paola Pinto Gómez, M. j. (2016). *Propuesta para el manejo de residuos orgánicos producidos en la plaza de mercado de chia (Cundinamarca)*. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3362/1/PintoG%C3%B3mezLinaPaola2016.pdf>
- Mauricio Duarte T, W. J. (01 de Marzo de 2016). *Actividades de manejo silvicultural asociadas a las propiedades físicas y mecánicas de la Guadua Angustifolia kunth en el municipio de Pitalito*. Obtenido de <https://www.journalusco.edu.co/index.php/iregion/article/view/695>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). *Noticias - Minambiente*. Recuperado el 19 de Agosto de 2018, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/normativa/122-noticias-minambiente>
- Municipio de Pitalito - Universidad Nacional de Colombia. (Diciembre de 1999). *Plan de Ordenamiento Territorial - Diagnostico*. Obtenido de [http://cdim.esap.edu.co/bancomedios/Documentos%20PDF/diagnostico\\_ii\\_pitalito\\_\(132\\_pag\\_1182\\_kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/bancomedios/Documentos%20PDF/diagnostico_ii_pitalito_(132_pag_1182_kb).pdf)
- Pilar Román, M. M. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/019/i3388s/i3388s.pdf>
- Rendón, A. F. (13 de Octubre de 2012). *Caracterización de Residuos Sólidos*. Obtenido de <file:///C:/Users/cilat/Desktop/Proyecto/34-Texto%20del%20art%C3%ADculo-63-1-10-20140516.pdf>
- República de Colombia - Municipio de Pitalito - Todos en acción. (s.f.). *Geografía Pitalito - Portal niños*. Recuperado el 22 de Agosto de 2018, de <http://www.alcaldiapitalito.gov.co/PortalNinos/geografia.html>
- Rodríguez, À. R. (2018). *Producción y Calidad de Abono Orgánico por Medio de la Lombriz Roja*. Obtenido de <http://www.fao.org/docs/eims/upload/agrotech/936/Producci%C3%B3n%20y%20Calidad%20de%20Abono.pdf>
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2016). *Informe Nacional de Aprovechamiento*. Obtenido de <http://www.andi.com.co/Uploads/22.%20Informa%20de%20Aprovechamiento%20187302.pdf>

Universidad Nacional de Colombia. (03 de Marzo de 2011). *El 50% del agua en Colombia es de mala calidad*. Obtenido de <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/el-50-del-agua-en-colombia-es-de-mala-calidad.html>

## **Anexos**

**PROYECTO APLICADO: DIAGNOSTICO DE RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS  
GENERADOS EN LA VEREDA SANTA RITA DEL MUNICIPIO DE PITALITO Y  
PROPUESTA DE APROVECHAMIENTO**

**ENCUESTA**

Esta encuesta está dirigida a identificar la población actual y diagnosticar los residuos orgánicos generados en la Vereda Santa Rita del municipio de Pitalito.

Responda a la pregunta indicando con una (X) la opción correcta.

1. La propiedad en la que usted reside está en calidad de:
  - a) Arrendamiento.
  - b) Préstamo.
  - c) Familiar.
  - d) Propia.
  
2. Indique el área aproximada de la finca:
  - a) De una a tres hectáreas.
  - b) De cuatro a seis hectáreas.
  - c) De siete a nueve hectáreas.
  - d) De diez o más hectáreas.En caso de marcar la opción (d) indique el área \_\_\_\_\_
  
3. Indique el tipo de residuos orgánicos generados no aprovechados:
  - a) De cocina.
  - b) Cereza del café.
  - c) Frutas caídas.
  - d) Todas las anteriores.
  
4. Cuál es la cantidad de los residuos orgánicos generados que no son aprovechados.
  - a) De uno a cinco kilogramos.
  - b) De seis a diez kilogramos.
  - c) De once a quince kilogramos.
  - d) Más de quince kilogramos.
  
5. Cuál es el lugar de disposición final de los residuos orgánicos no aprovechados.
  - a) Huerta cacera.
  - b) Botadero a cielo abierto.
  - c) Compostera
  - d) Planta de tratamiento.

*Figura 28. Encuesta aplicada en la comunidad de la vereda Santa Rita.*

*Fuente: Los autores*