

**Implementación de una planta piloto para el manejo y tratamiento de los residuos
orgánicos generados en la plaza de mercado del municipio de Cachipay,
Cundinamarca**

Presentado por:

Moreno Pinto Jenny Katerin & Vela López Andrea Milena

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Ingeniería Ambiental

Facatativá - 2020

**Implementación de una planta piloto para el manejo y tratamiento de los residuos
orgánicos generados en la plaza de mercado del municipio de Cachipay,
Cundinamarca**

Presentado por:

Moreno Pinto Jenny Katerin & Vela López Andrea Milena

Director

Yon Alexander Plazas Gómez

Administrador Ambiental

Esp. en Ambiente y Desarrollo Local

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Ingeniería Ambiental

Facatativá - 2020

Nota De Aceptación

Jurado

Jurado

Dedicatorias

Este proyecto va dedicado a mis padres Santos y Delfina porque gracias a ellos, a su gran esfuerzo, a su amor, su cariño y a su apoyo incondicional me demostraron que no me debo dar por vencida antes las dificultades, que en la vida hay momentos difíciles pero que con la fe puesta en Dios y dando casa paso lento pero seguro se obtienen grandes frutos y beneficios, me enseñan cada día que debo ser persistente, que debo luchar con dedicación y esfuerzo por mis sueños y nunca desistir ni rendirme, por esto y muchas más cosas es que este esfuerzo va dedicado a mis padres.

Jenny Katerin Moreno Pinto

A Dios principalmente, por permitirme llegar a este término de mi vida por tenerme hoy como una profesional, y como una gran persona. En segunda medida a mi madre que ha sido mi ángel, mi amiga y mi todo, que lucho para que yo pudiera estudiar y me enseñó siempre valores y a ser una persona de bien. A mi tía y a mi familia que fue mi bastón y mi ejemplo a seguir, a los que ya no están con nosotros, siempre gracias a todos por gracias parte de mi sueño y de mi vida...

Andrea Milena Vela López

Agradecimientos

Inicialmente quiero agradecer a Dios por todas las bendiciones que me ha dado, porque es quien ha guiado mi vida por el camino correcto, porque sé que es él quien siempre está presente en cada paso que doy, porque gracias a Dios hoy estoy donde siempre quise estar: culminando mi carrera profesional y empezando una nueva etapa.

Así mismo quiero agradecer a mi familia, mis padres Santos y Delfina y mi hermano Cristian, porque siempre estuvieron ahí cuando más los necesitaba, porque siempre me brindaron su apoyo incondicional, siempre me ayudaban cuando requería de su apoyo y nunca me dijeron no puedo, siempre estuvieron brindándome su ánimo, alentándome para que no me rindiera en la mitad del camino. A ellos de verdad mil gracias, los quiero muchísimo.

De igual manera quiero agradecer a mi novio Manuel Junca porque siempre está brindándome su cariño, su amor incondicional y su apoyo total, siempre está pendiente de mis trabajos recordándome si ya los hice o no, en el último año siempre ha estado al tanto de la fecha de mi graduación con ansias de poder estar hay acompañándome en tan anhelado día. De verdad mi amor muchas gracias por todo, te amo.

Por otro lado, también quiero agradecer a mi amiga y compañera de proyecto Andrea Vela, porque sé que, a pesar de las adversidades de nuestro proyecto, el estrés y demás inconvenientes nunca nos dimos por vencidas y nos animábamos de la una a la otra para nos rendirnos a la mitad del camino. Gracias gorda por toda la paciencia que me tuvo y por haberme explicado las cosas que me costaban trabajo entender.

También agradezco a mi director de proyecto de grado al profesor Yon Plazas, porque siempre estuvo pendiente de nuestro trabajo, nos retroalimentaba a tiempo, nos explicó muy detalladamente

y siempre nos aconsejó lo mejor para nuestro proyecto. A la profe Mery Liliana Fonseca también le quiero agradecer pues ella también nos ayudó mucho al inicio de este proceso, son excelentes personas llenas de buenos valores y conocimientos.

Finalmente quiero agradecerle a mi vecino Uriel pinilla porque durante la trayectoria de la ejecución de nuestro proyecto él también puso su granito de arena para que nosotras pudiéramos culminar nuestra carrera, cualquier favor que necesitábamos él muy amable y desinteresadamente nos ayudó, nos facilitó herramienta y en ocasiones puso su mano de obra. Así mismo agradezco inmensamente a Inés Castillo la bibliotecaria municipal quien deposito su confianza en nosotras y muchas veces nos prestó computadores y no permitió el acceso al internet los días en que ella no tenía que laborar poniendo en riesgo su trabajo, por esta razón agradezco de todo corazón el favor que siempre nos hizo pues carecíamos de computadores e internet y ella nunca se negó ayudarnos.

“Mil gracias a todos por hacer parte de esta etapa en mi vida”.

Jenny Katerin Moreno Pinto

Agradezco a Dios, primeramente, por haberme dado salud, sabiduría y paciencia para llegar a este punto de mi vida y poder lograr mis objetivos, además de darme la fuerza necesaria para lograr culminar mi carrera como profesional y como persona.

También agradezco a mi madre Carmenza por ser ese gran ángel que siempre está ahí en las buenas y malas por apoyarme incondicionalmente, porque con sus esfuerzos logró sacarme adelante y hacerme una persona de bien, porque a pesar de que le tocó sola luchó siempre para que nunca me faltara nada. A ella más que nada le debo este logro y me siento muy orgullosa de poder contar con ella aun, por ello que hoy te dedico mamá este trabajo de grado y toda esta lucha para que hoy me tiene acá. Gracias por haber sido y ser parte importante de mí, darme la oportunidad de culminar esta etapa de mi vida.

A mi tía Rosita que en paz descanse, ella me brindó siempre apoyo incondicional me animó a seguir y a nunca decaer, le agradezco por haber sido esa persona especial y cómplice para todo, por estar ahí siendo mi apoyo mi bastón y un ejemplo a seguir.

Agradezco inmensamente a mi novio Harold Almario, por ser mi apoyo incondicional en este paso de mi vida, por no dejarme caer, por ser mi bastón y por estar siempre ahí sin importar las circunstancias. Mi amor eres parte de mi logro y serás parte de los que vendrán. Te amo.

También a mis tíos Ignacio y German por haber sido parte importante en esta etapa en mi vida por apoyarme y creer en mí, a mis primos y demás familia que colocaron su granito de arena para hacer este sueño realidad.

A mi amiga y compañera Katerin por ayudarme y apoyarme siempre en este largo camino por ser parte de los mejores recuerdos, enseñanzas y una gran amistad, porque a pesar de tantas adversidades nunca se rindió ni dejó que me rindiera, recorrimos este camino juntas, ¡gracias

amiga! Es así a mí también prima Claudia y a su esposo, a mi querida Danna y a mi tía Rosalba por ser esas personas que siempre estaban ahí para darme fortaleza y colaborarme siempre en todo lo que estuvo a su alcance.

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a mis vecinos y amigos por hacer parte de mi vida, de mi sueño e impulsarme a seguir adelante. En especial Señora Rosy, la señora Sandra, a la señora Omaira, Don Uriel y agradezco en general a todos los que me apoyaron, aunque no los nombre aquí de corazón mis más sinceros agradecimientos.

A Inés Castillo la bibliotecaria municipal a quien le debo mucho, ella fue una gran persona y apoyo para mí, nunca nos negó el espacio y siempre estuvo dispuesta a colaborar en muchas circunstancias.

Y en especial a los tutores de carrera al profesor Yon Plazas y a la profesora Mery Fonseca que fueron el apoyo incondicional en este gran paso de mi vida, ustedes profes fueron parte de este gran logro porque con sus consejos, enseñanzas, paciencia y su excelente preparación hicieron de mí una profesional competente que posee una gran formación universitaria. Agradezco en general a toda mi familia y amigos presentes nombrados y no nombrados que estuvieron siempre ahí, dándome fuerzas y apoyo que con sus consejos no me dejaron desfallecer y me impulsaron a seguir en este arduo camino.

Gracias infinitas.

Andrea Milena Vela López

Tabla de Contenido

1. Introducción.....	15
2. Justificación.....	19
3. Planteamiento del Problema	21
4. Resumen	24
5. Abstract.....	26
6. Objetivos.....	28
7. Marco Referencial	29
7.1 Marco Teórico.....	29
7.1.1 Los residuos según su origen	29
7.1.2 Crecimiento poblacional causante de la contaminación ambiental.....	30
7.1.3 Orígenes de las prácticas de compostaje	32
7.1.4 Proceso del Compostaje	33
7.1.5 Factores que Condicionan el proceso de Compostaje.....	36
7.1.6 Propiedades del Compost.....	38
7.2 Antecedentes del compostaje en Colombia.....	39
7.3 Marco Conceptual	45
7.4 Marco Legal	52
8. Caracterización Del Municipio De Cachipay	55

8.1	Datos generales	55
8.2	Residuos generados en la plaza de mercado de Cachipay	58
9.	Metodología.....	60
9.1	Área de estudio:.....	60
9.2	Revisión de información secundaria	61
9.3	Caracterización población objetivo.....	63
9.4	Caracterización de residuos sólidos generados en la plaza de mercado:	64
9.5	Implementación de la planta piloto con los residuos orgánicos generados en la plaza de mercado.	65
9.6	Materiales utilizados	66
10.	Resultados.....	68
10.1	Capacitación y socialización con los comerciantes de la plaza de mercado.	68
10.2	Caracterización de residuos sólidos generados en la plaza de mercado:	74
10.3	Implementación de la planta piloto con los residuos orgánicos generados en la plaza de mercado.	77
10.3.1	Mecanismos de recolección y transporte	77
10.3.2	Implementación de la planta piloto	88
11	Conclusiones	99
12	Recomendaciones	103
13	Referencias	105

14 Anexos	111
-----------------	-----

Lista de Tablas

Tabla 1. Clasificación de Residuos Para Compostaje.....	49
Tabla 2. Normatividad para el aprovechamiento de los residuos sólidos en Colombia.	52
Tabla 3. Áreas generadoras de residuos sólidos de la plaza de mercado.....	58
Tabla 4. Registro fotográfico de algunos materiales	66
Tabla 5. Respuestas de encuestas.....	70
Tabla 6. Caracterización de los residuos sólidos generados en la plaza.....	76
Tabla 7. Características de los contenedores actuales	80
Tabla 8. Elementos de protección personal	86
Tabla 9. Anexo 2. Formato de encuesta tipo ambiental.....	114
Tabla 10. Anexo 3. Formato de Bitácora.....	118
Tabla 11. Anexo 4. Presupuesto ajustado	120

Lista de imágenes

Figura 1. Factores que influyen en el compostaje.....	34
Figura 2. Cuarteo de RSO recolectados de la plaza de mercado de Fontibón.	40
Figura 3. Ubicación del municipio de Cachipay plasmado en mapa de Cundinamarca.....	55
Figura 4. Vista de la montaña en la inspección de peña negra corregimiento de Cachipay	57
Figura 5. Plaza de mercado vista satelital.	60
Figura 6. Plano zona alta.....	61
Figura 7. Plano zona media.....	61
Figura 8. Plano zona baja.....	61
Figura 9. Recolección de residuos en punto crítico de la plaza de mercado	65
Figura 10. Collage socialización de encuesta y folleto.....	68
Figura 11. Collage Socialización con la comunidad de la plaza de mercado	73
Figura 12. Folletos didácticos	74
Figura 13. Muestra para cuarteo 50 kg	75
Figura 14. Cuarteo de la muestra	75
Figura 15. Separación de los residuos. Fuente. autoría propia	75
Figura 16. Composición porcentual del cuarteo	77
Figura 17. Lonas plásticas de 50 kg para recolección de residuos orgánicos.....	78
Figura 18. Contenedores actuales de la plaza de mercado Cachipay	79
Figura 19. Ubicación de los contenedores en tercera planta.....	80
Figura 20. Separación y recolección de residuos orgánicos Plaza de Mercado Cachipay	81
Figura 21. Ruta propuesta para la zona alta	84
Figura 22. Ruta propuesta para la zona media	84

Figura 23. Ruta propuesta para la zona baja	85
Figura 24. Finca San Agustín.....	88
Figura 25. Plano distribución del para la realización del proceso de compostaje	89
Figura 26. Cajón elaborado en esterilla de guadua. Fuente: autoría propia.....	90
Figura 27. Residuos orgánicos recién descargados primera semana	90
Figura 28. Proceso de picado a mano	91
Figura 29 .Collage: Montaje por capas de hojarasca, tierra y residuos orgánicos previamente picados. Fuente: autoría propia	92
Figura 30. Variación de temperatura semana por semana de las camas.....	93
Figura 31. Collage: Volteos.....	94
Figura 32 .Prueba de puño.	95
Figura 33. Tamizaje en costales.....	96
Figura 34. Resultado del compost.....	98

1. Introducción

“El compostaje es el proceso natural de putrefacción o descomposición de la materia orgánica, como residuos, desechos animales y restos de alimentos por los microorganismos, en condiciones controladas”. (FAO, 2019 pág. 4). Es decir, creación de abono por medio de los residuos orgánicos es una de las formas más eficaces de utilizar alimentos desperdiciados y proveer el reciclaje de estos aprovechándolos de una manera eficiente. Por medio de la transformación de los residuos orgánicos el compost es capaz de devolver valiosos nutrientes al suelo y permitir su absorción y permeabilidad eficiente; mientras reducimos y reutilizamos los residuos producidos en casa y colectivamente en los vertederos. (FAO, 2019)

Esta es una de las técnicas más conocidas por su capacidad de mejorar la salud y calidad del suelo en general y su resiliencia ante las crisis, como la sequía, incluyendo la adaptación al cambio climático siendo así una rica fuente de materia orgánica, que permite la correcta aireación, permeabilidad y la retención de nutrientes. El compostaje facilita la gestión agrícola para la siembra y el cultivo, aumentando la capacidad de retención de humedad, y por ende reduciendo el riesgo de erosión y trabajando como regulador de la temperatura del suelo ya que permite reducir la evaporación del agua y regular la humedad, facilitando la absorción de macronutrientes como N, P, K y micronutrientes mejorando la capacidad de intercambio catiónico y proporcionando la correcta nutrición para el mismo. (FAO, 2019, p. 8).

El proceso de creación de abono orgánico o composta es una técnica que transforma de forma acelerada todo tipo de residuos orgánicos convirtiéndolos en una fuente de nutrientes que son benéficos para los suelos. El compostaje se constituye parte importante en los últimos años ya que es una de las técnicas más económicas y fácil de realizar que permite el correcto

aprovechamiento de los residuos orgánicos y así mismo es una técnica limpia que ofrece miles de beneficios al medio ambiente y permite que los suelos mejoren su capacidad de fertilidad y permeabilidad.

El proceso de compostaje es un proceso biológico aerobio, que maneja condiciones aireación, humedad y temperaturas controladas. La evolución del mismo presenta diferentes fases como lo son: fase mesófila que es la inicial donde regularmente las temperaturas son comprendidas entre 10 y 40°, es una fase que dura aproximadamente dos semanas en donde se genera la disminución de pH. Luego de este paso se obtiene la fase termófila la se comprende en temperaturas aproximadas de 50 a 60° C, en esta fase sucede la fermentación del producto es decir hay crecimiento de los microorganismos benéficos los cuales aceleran el proceso de pasteurización. También se presenta alteración del pH. Es así, como la mezcla pasa a la fase de enfriamiento y maduración en esta fase la temperatura empieza descender y la totalidad de la mezcla se encuentra totalmente descompuesta y compacta, esta fase se comprende entre 3 y 9 meses. Vale la pena resaltar que compostaje es una técnica de estabilización y tratamiento de residuos orgánicos biodegradables que brinda a los suelos los nutrientes necesarios para su correcto uso. (Espinosa, 2011, p .20)

La técnica del compost está básicamente dividida en cuatro fases principales donde la temperatura juega un papel muy importante. “El calor generado durante el proceso se define como fase termófila esta fase básicamente es la que se encarga de destruir las bacterias patógenas, huevos de parásitos y muchas de las semillas de malas hierbas que pueden encontrarse en el material de partida que en este caso son los residuos sólidos orgánicos dando lugar a un producto higienizado homogéneo” (Negro, Village, 2018 p. 2). Siendo así una técnica

biológica de reciclaje de materia orgánica que al final de su evolución da como resultado abono que principalmente sirve como factor de estabilidad y fertilidad del suelo.

Luego de que la fase mesófila se haya ejecutado, surge la fase termófila en la cual la temperatura se incrementa por su acción y se produce el fenómeno de la fermentación, la cual puede oscilar entre los 60° C Y 70° C, como valores promedio. Luego del proceso anterior, la fase de enfriamiento en la cual se produce la degradación total de la materia orgánica y la temperatura desciende de manera gradual hasta llegar a un punto ambiente y es allí donde los microorganismos mesófilos actúan destruyendo la celulosa restante del material orgánico. Las tres primeras fases son dadas en las primeras semanas del proceso, pero para llegar y conservar la temperatura ambiente se requiere de aproximadamente cuatro a cinco meses. (Ramos, 2014, p. 3)

Todo este proceso es el resultado de una actividad biológica compleja, realizado en condiciones particulares; el compostaje no es un único proceso. Es, en realidad, la suma de una serie de procesos metabólicos complejos procedentes de la actividad integrada de un conjunto de microorganismos que juegan un papel muy importante entre ellos. Los cambios químicos y especies involucradas en el mismo varían de acuerdo con la composición del material que se quiere compostar. El producto obtenido al final de un proceso de compostaje, el compost, posee un importante contenido en materia orgánica y nutrientes, pudiendo ser aprovechado como abono orgánico o como sustrato que brinda diferentes sustancias y nutrientes que pueden mejorar la calidad de los suelos y así mismo contribuir con el cuidado del medio ambiente.

2. Justificación

En Colombia el tema del compost es conocido como una alternativa ambiental para los residuos sólidos orgánicos en las urbanizaciones, pues la composición física de los residuos sólidos urbanos en el país está constituida en más del 50% por residuos orgánicos (CONPES, 2008, p. 87), es así que por medio del aprovechamiento de los mismos se disminuye la presión en los rellenos sanitarios ya que estos reciben cientos de toneladas de residuos. *“Además, una eficiente gestión integral de residuos sólidos desde la presentación hasta la disposición final permite implementar instrumentos de manejo basados en principios de eficiencia y efectividad que generen una sostenibilidad ambiental a partir de una relación costo-beneficio óptimo”*. (CONPES, 2016, p .22). Por otro lado, una práctica natural aerobia trae beneficios tanto al medio ambiente (agua, aire, suelo) como a la comunidad (paisajismo y salud).

La plaza de mercado del municipio de Cachipay posee una gran problemática ambiental y es la contaminación que se genera en este lugar debido a su actividad comercial donde aún no existe un programa de control y manejo que permita el correcto y adecuado tratamiento de los residuos sólidos orgánicos. Esta problemática se convierte en un tema significativo que busca tomar acciones donde la población y en especial los comerciantes de la plaza que se encuentran en contacto directo con el problema no sean afectados por tales actividades. Por tal motivo el planteamiento de la implementación de una planta piloto de compostaje para el manejo y tratamiento de los residuos orgánicos generados en la plaza de mercado se convierte en un pilar importante; ya que con esta idea se busca hacer la caracterización de los residuos sólidos generados en la plaza de mercado, de igual manera, logrará que la comunidad de la plaza pueda realizar la separación de la fuente y aprender de a darle un correcto a aprovechamiento a estos residuos. Por otro lado, se busca capacitar a los comerciantes de la plaza de mercado brindando

conocimientos básicos sobre el correcto manejo y disposición de los residuos y por último promover el uso de tecnologías limpias con el fin de aportar nutrientes al suelo a través del uso de compost. Así mismo esta técnica es una alternativa de manejo y aprovechamiento que logra beneficiar a la comunidad y al medio ambiente sin afectar su equilibrio biológico, además de esto servirá de insumo para el planteamiento de lineamientos y directrices para los entes reguladores del municipio.

Este proyecto va encaminado a la implementación de un piloto en el que se plasme a ciencia cierta si es viable para la implementación o no. Y así mismo la idea es que si se da un resultado positivo, se pueda tener la certeza de poderla implementar, pero a una escala mayor lo cual generará un impacto positivo, y si se ve desde la perspectiva de ejecución en las demás ciudades el impacto en la vida útil de los rellenos sanitarios será notable.

3. Planteamiento del Problema

El crecimiento poblacional y el masivo consumismo aumenta la generación de residuos sólidos ocasionando problemas de tipo ambiental y sanitario ya que si no existe la correcta disposición de estos se produce contaminación del suelo, fuentes hídricas, malos olores y proliferación de vectores, conllevando a la necesidad de aplicar tecnologías apropiadas para el tratamiento y disposición es éstos. En Colombia, según un estudio del Banco Mundial y Planeación Nacional realizado en 2015 indica que, *“si se continúa con la misma dinámica de generación de residuos, sin adecuadas medidas para mejorar su aprovechamiento o tratamiento de estos, y con patrones de producción y consumo insostenibles, en el año 2030 tendremos emergencias sanitarias”*. (Banco Mundial, 2016).

El municipio de Cachipay Cundinamarca no descarta esta problemática, particularmente la plaza de mercado genera una cantidad considerable de residuos tanto orgánicos como inorgánicos, que según la oficina de servicios públicos en el mes de junio del 2018 fueron 118 ton ingresadas al relleno sanitario Mondoñedo, de las cuales el 60% son de residuos orgánicos, y así mismo según la oficina servicios públicos, el mayor porcentaje de residuos producidos por el municipio son solo de la plaza de mercado con un 50 % al mes equivalente a 35 toneladas aproximadamente, en cuanto al 40% de los residuos inorgánicos generados, el 5% corresponde a residuos aprovechables y no aprovechables generados en la plaza de mercado equivalente a 2 toneladas aproximadamente. (Oficina de Servicios Públicos, 2018). Siendo así el promedio anual aproximado de 1.579 toneladas de las cuales los meses con mayor tasa de generación son Enero, Junio, Julio Agosto Noviembre y Diciembre ya que son meses en donde se presnta diversas actividades culturales y vacacionales.

Adicionalmente, estos no son seleccionados ni tratados, no se les da ningún uso ni se les

maneja correctamente ya que los comerciantes de la plaza de mercado no cuentan con la suficiente información para darle correcto tratamiento a los mismos. El mal manejo e incorrecta disposición de los residuos, permite identificar la problemática y por ende buscar alternativas con el fin de sacar ventaja de estos, pues al implementar técnicas como el compostaje se realiza un correcto aprovechamiento donde se hace posible la mitigación de daños ambientales y la generación de conciencia sobre los efectos negativos. (Alcaldía de Cachipay, 2018)

En ese sentido, se debe tener en cuenta que este tipo de actividades humanas no sólo perjudica el medio ambiente, sino también la vida social de las personas a su alrededor, pues si bien es cierto es incómodo los malos olores que se producen por la descomposición de la materia orgánica, afectación paisajística, y también la generación de vectores puede perjudicar la salud de los habitantes. Es por esto que surge la necesidad de implementar una planta piloto con el método de compostaje para producción de abono orgánico que permita realizar un análisis experimental del problema y permitiendo el planteamiento de posibles soluciones ante esta problemática para el municipio.

Pregunta de investigación

De acuerdo con la problemática actual de la plaza de mercado del municipio de Cachipay, ¿Es viable el tratamiento de residuos orgánicos generados por la plaza de mercado a través de una planta piloto de compostaje?

4. Resumen

El inadecuado manejo de los residuos sólidos que se generan en la plaza de mercado del municipio de Cachipay Cundinamarca es una problemática que se viene presentando desde hace mucho tiempo, generando a una serie de consecuencias ambientales como la emisión de olores ofensivos, la proliferación de vectores y contaminación paisajística. Así mismo el municipio no cuenta con un programa de manejo de los residuos sólidos que permita el adecuado tratamiento y disposición final de estos.

Es así como la importancia de aprovechar los residuos sólidos generados en la plaza de mercado fue una iniciativa que surgió para dar solución a esta problemática, por ende, decidimos trabajar con los residuos orgánicos para producir abono por medio de la implementación de una planta piloto, esto fue una estrategia que se proyectó para mitigar el impacto ambiental y fomentar el uso de tecnologías limpias. Para desarrollar esta estrategia se plantearon tres objetivos específicos que dieron cumplimiento a la implementación de la planta piloto de la siguiente manera:

Para nuestro primer objetivo se capacitó a los comerciantes de la plaza de mercado brindándoles conocimientos básicos en la separación, manejo y disposición de los residuos orgánicos, utilizando términos básicos sobre el compostaje y abono orgánico, en esta capacitación se exponen temas de manera didáctica siendo más fluida la comunicación con los comerciantes, se trabajó con folletos educativos y carteleras. Luego de ello para el segundo objetivo se realizó la caracterización de residuos orgánicos con la técnica del cuarteo para determinar los porcentajes de material con el cual se trabajará. Posteriormente se implementa la planta de compostaje como tercer objetivo, donde se elaboran las camas para desarrollar el piloto con 2000 kg de los residuos orgánicos generados en la plaza de mercado por dos fines de semana

seguidos, estas camas fueron elaboradas en guadua y con capacidad de una tonelada cada una, en una de ellas se adicionó melaza como ensayo experimental, para evaluar su función como acelerante del proceso.

Para el desarrollo del trabajo se realizaron cálculos para determinar la cantidad de contenedores, operarios y vehículos necesarios para suplir la necesidad en cuanto a la movilización interna y externa de residuos sólidos en la plaza de mercado. Para el montaje de la planta piloto se establece el protocolo correspondiente a la elaboración de camas y montaje de las mismas, se procede a realizar el seguimiento a variables como temperatura, humedad, color, olor entre otros por medio de una bitácora. Se obtiene como resultado final abono orgánico de color marrón y olor a tierra fresca en un periodo de 8 semanas, debido a la correcta implementación y seguimiento del proceso del compostaje. Por otro lado, con el desarrollo de este trabajo se logró evidenciar la factibilidad técnica del tratamiento de residuos sólidos orgánicos a través del compostaje.

Palabras Claves: Uso de tecnologías limpias, problemática ambiental, plaza de mercado Cachipay, abono orgánico, compostaje.

5. Abstract

The mismanagement of solid waste generated in the market square of the municipality of Cachipay Cundinamarca is a problem that has been presenting in recent years, leading to several environmental consequences such as the emission of offensive odors, the proliferation of vectors and landscape pollution. Likewise, the municipality does not have a solid waste management program that allows the proper treatment and disposal of solid waste.

Thus, the importance of taking advantage of the solid waste generated in the market square was an initiative that arose to solve this problem, therefore, we decided to work with organic waste to produce fertilizer through the implementation of a pilot plant. This was a strategy that was designed to mitigate the environmental impact and thus generate environmental awareness using clean technologies. To develop this strategy, three specific objectives were set out that met the implementation of the pilot plant as follows:

For our first objective, market traders were trained by providing them with basic knowledge in the separation, management and disposal of organic waste, using basic terms on composting and organic composting, this training exposes topics in a teaching way and more fluid communication with traders, worked with educational brochures and posters. After this for the second objective, the characterization of organic waste was carried out with the quartet technique to determine the percentages of material with which it will be worked. Subsequently the composting plant is implemented as a third objective, where the beds are prepared to develop the pilot with 2000 kg of the organic waste generated in the market square for two weekends in a row, these beds were made in guadua and with capacity of one ton each, in one of them added seed as an experimental trial, to evaluate its function as an accelerant of the process.

For the development of the work, calculations were made to determine the number of containers, operators and vehicles needed to meet the need for internal and external mobilization of solid waste in the market square. For the assembly of the pilot plant the protocol corresponding to the elaboration of beds and assembly of the same is established, we proceed to follow the variables such as temperature, humidity, color, odor among others by means of a log. Organic brown fertilizer and fresh soil odor are obtained as a final result over a period of 8 weeks, due to the correct implementation and monitoring of the composting process. With the development of this work, it was possible to show that the municipality of Cachipay lacks a system of treatment and disposal for solid waste that allows the use of these through different techniques such as composting.

KeyWords: Use of clean technologies, environmental problems, Cachipay market place, organic fertilizer, composting.

6. Objetivos

Objetivo General

Implementar una planta piloto para el manejo y tratamiento de los residuos orgánicos generados en la plaza de mercado del municipio de Cachipay por medio de la técnica del compost.

Objetivos Específicos

- Capacitar a los comerciantes de la plaza de mercado brindándoles conocimientos básicos para el manejo y disposición de los residuos orgánicos.
- Realizar caracterización de los residuos sólidos generados en la plaza de mercado.
- Implementar un sistema de compostaje piloto que permita tratar los residuos orgánicos generados en la plaza de mercado de Cachipay.

7. Marco Referencial

7.1 Marco Teórico

El crecimiento de la población urbana es directamente proporcional a la generación de residuos, en las grandes ciudades según la producción se encuentra dividido entre orgánicos e inorgánico esto dependiendo de las características de cada residuo, los cuales en ocasiones son desechados sin separación alguna, a cielo abierto o por recolección de basuras municipalmente con disposición en rellenos sanitarios.

El aprovechamiento de los residuos orgánicos con técnicas de compostaje es indispensable para implementar un plan de manejo ambiental que pueda ayudar a la mejora continua del ambiente, además de esto el impacto positivo que genera es bastante importante tanto socioeconómico como sociocultural. (Acosta, W. & Peralta, M, 2015)

7.1.1 Los residuos según su origen

El desarrollo demográfico y el sobreconsumo han generado uno de los problemas ambientales más importantes del planeta derivado a la gran cantidad de generación de residuos, por ende, es importante conocer la diferencia que hay entre un residuo a basura, permitiendo clasificar, reutilizar y reciclarlos para así mismo minimizar los impactos generados. Los residuos se pueden clasificar según la fuente de origen, la composición y la biodegradabilidad así:

- **Residuos domiciliarios:** residuos que se generan a diario en el hogar, ejemplo; resto de alimentos, cartón, papel, vidrio, envases plásticos, pinturas, residuos de jabones y detergentes.
- **Residuos municipales:** aquellos residuos que resultan de la limpieza de las calles, barrido y poda de los parques.

- **Residuos hospitalarios:** son aquellos de tipo infeccioso ya que contienen material quirúrgico, elementos cortopunzantes, residuos de fármacos, restos de tejido humano y que por lo general se depositan en bolsa de color rojo y reciben un tratamiento específico.
- **Residuos radiactivos:** son los que están identificados en el rango de peligrosidad alto porque contienen sustancias radioactivas.
- **Residuos agrarios:** estos proceden de las actividades agrícolas, ganaderas, de pesca, de siembra entre otros. Ejemplo: podas, envases de fertilizantes, jeringas, plásticos de alimentos etc.

7.1.2 Crecimiento poblacional causante de la contaminación ambiental

Según las proyecciones de las Naciones Unidas, la población mundial aumentará en un 72 % entre 1995 y el año 2050. Es de esperar que, para entonces se haya reducido el déficit alimentario, haya aumentado el consumo de alimentos per-cápita en los países que padecen escasez y se hayan diversificado los regímenes alimenticios de las poblaciones, con la consiguiente eliminación de las deficiencias específicas. (Naciones Unidas, 2015)

Estos cambios traen variaciones en los sistemas de producción alimenticios, en los recursos naturales y en el medio ambiente; es decir, que uno de los principales problemas que se plantea es que, si el aumento de la producción de alimentos y la disponibilidad de los recursos naturales será suficiente frente al posible crecimiento demográfico de forma sostenible hasta el año 2050, fecha es la que se prevé una estabilización mundial de la población, por otra parte la distribución de recursos naturales que son necesarios para la producción agrícola no se hacen correspondientes frente a la distribución demográfica y geográfica de la población. Según la Cumbre Mundial de la Alimentación, lo anterior ha logrado que el crecimiento de los suministros

mundiales de alimentos haya sido más rápido que el de la población, lo que ha comportado una elevación considerable de los suministros medios de alimentos per cápita en calorías.

No obstante, hay tres tipos de países que no siguen estas tendencias. En primer lugar, los países europeos redujeron sus suministros entre 1982 y 1992, mientras que los países de América del Norte incrementaron enormemente los suyos. En los países africanos, especialmente en los que la población consume yuca, ñame o colocasia, se registró un descenso de los suministros de alimentos durante el mismo período. Esta evolución de África se debe considerar en particular como una consecuencia de la imposibilidad de llevar a cabo una revolución verde en este continente. Hay que señalar que, durante el mismo período (1982-1992), en las poblaciones que satisfacen la mayor parte de las necesidades energéticas con el maíz se registró también una disminución de su suministro. Es así que con el nivel de alimentos que puede demandar el mundo básicamente habrá que generar unas condiciones en los suelos para mantenerlos fértiles y bien nutridos de este modo es que la agricultura limpia hace su arribo en este punto y se establece como una alternativa positiva para el medio ambiente y para la salud de las personas conservando así los recursos naturales sin afectar la conservación de los mismos.

Por otra parte la preocupación constante del consumidor por la seguridad de los alimentos ha llevado a incrementar la demanda de productos ecológicos, ya que éstos ofrecen una mayor seguridad en lo relativo a residuos e inocuidad, adicionalmente, otro factor que viene incidiendo en la decisión de compra de productos ecológicos, es el relacionado con el crecimiento de una franja de consumidores que quiere contribuir a la conservación del medio ambiente apoyando una producción basada en procesos productivos naturales, que no usan de productos químicos de síntesis, mantienen la fertilidad del suelo, conservan el agua y protegen la biodiversidad, como es el caso de la producción ecológica y agroecológica la cual impulsa poco a poco el uso de las

tecnologías limpias como alternativas de cultivo ecológico y sostenible para mejorar así la calidad de nuestro medio ambiente.

7.1.3 Orígenes de las prácticas de compostaje

La palabra “Compost” es de origen latín y significa “poner juntos”. Tiene su explicación pensando que el proceso de compostaje junta un sinfín de materiales diversos y al principio desorganizado, cuyo “ensamblaje” inicia un complicado proceso de fermentación y descomposición, dando lugar a un elemento “organizado” y más o menos estable que por su proceso brinda un correcto y completo contenido de nutrientes que mejora la calidad de los suelos y contribuye al desarrollo de tecnologías limpias. (Santana, 2015, P. 26)

Santana (2015) afirma que, en el contexto humano el compostaje y reciclado de los residuos orgánicos es posiblemente tan antiguo como la práctica de la agricultura; sobre todo con la horticultura intensiva. En China y en los demás países asiáticos que poseen alta densidad demográfica, es donde se encuentran los testimonios más antiguos sobre las prácticas de compostaje sofisticadas y eficientes, dejando esta alternativa como legado para emplearla como tecnología limpia y eficiente para el cuidado del medio ambiente y de los suelos.

Aunque se tienen datos de que se ha elaborado compost desde hace más de 4.000 años, la expansión árabe a través de la Península Ibérica llegó a Europa; básicamente cerealista y pastoril, unos conocimientos muy sofisticados sobre la elaboración y uso de los restos orgánicos. Tras la expulsión de los musulmanes y moriscos que tenían amplios conocimientos en el área de la horticultura productivista, las técnicas de compostaje se perdieron casi en su totalidad; quedando sólo algunos testimonios aislados, como los huertos de los monasterios o las huertas murcianas y la fértil huerta valenciana. Mientras, seguían predominando en el resto de la Península y de Europa, la ganadería y la cultura cerealista.

Actualmente, los residuos sólidos orgánicos se han logrado transformar totalmente gracias a las técnicas del compostaje, esto ha presentado resultados muy positivos. En esta búsqueda resulta más importante desprenderse del residuo y poder saber que si se aprovecha de una manera correcta se puede hacer útil para mejorar la calidad del suelo y de su capacidad productiva. Aunque algunos de los residuos pueden ser aplicados directamente, los problemas derivados de su almacenamiento, transporte, aplicación y control aconsejan, en la mayoría de los escenarios, que reciban previamente un tratamiento biológico (digestión anaerobia y/o compostaje) y aprovechar al máximo su potencial, es decir aprovechamiento por la técnica del compostaje (Avellaneda, 2016, p. 14)

En relación con lo anterior el compostaje es una técnica u proceso de transformación de materia orgánica que se utiliza para obtener el abono orgánico, es un proceso natural, fácil y económico. Algunos de sus beneficios consisten en la reducción de forma considerable el volumen y peso de los residuos que se llevan a los vertederos e incineradoras, también es un pilar de reducción de consumo de abonos químicos los cuales queman las plantas, contaminan los pozos, acuíferos y el suelo. Lo cual provoca afectaciones graves en el medio ambiente siendo una de las causas principales del cambio climático y de efecto invernadero. (Bueno, Díaz, & Cabrera p. 4)

7.1.4 Proceso del Compostaje

El compostaje es un proceso biológico, que ocurre en condiciones aeróbicas es decir que requiere de una oxigenación considerable para su correcto proceso. Es así como no solo es una mezcla de oxígeno y material, sino que también requiere de la humedad y temperatura considerable para que se realice una transformación de los restos orgánicos en un material homogéneo asimilable por las plantas. Es posible interpretar el compostaje como el sumatorio de

procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos y la presencia de oxígeno. Esto hace que se aprovechen el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa. Es así como la mezcla adecuada de estos nutrientes producidos con la técnica del compostaje genera un producto estable que brinda muchos beneficios al aplicarlo como abono orgánico brindando una cantidad de nutrientes considerable y mejorando así el suelo. (Márquez, 2014).

Al descomponer el C, el N y toda la materia orgánica inicial, los microorganismos desprenden calor medible a través de las variaciones de temperatura a lo largo del tiempo. Es así como gracias a la medición de temperaturas a lo largo de la descomposición se reconocen tres etapas principales en un compostaje, además de una etapa de maduración de duración variable. Las diferentes fases del compostaje se establecen en función de la temperatura. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2015 Pág., 25). Estas fases se describen a continuación:

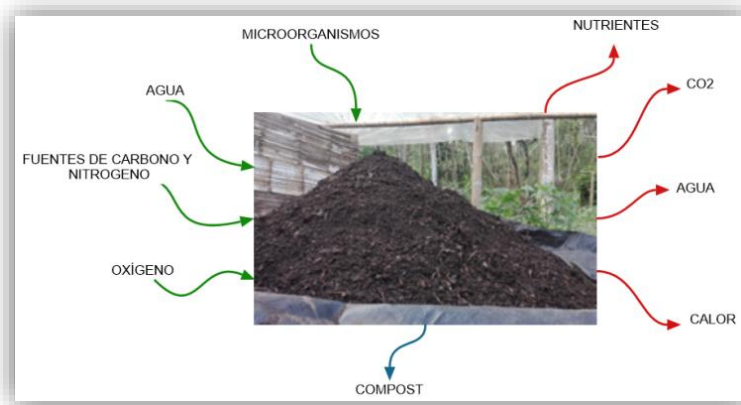


Figura 1. Factores que influyen en el compostaje.

Fuente: autoría propia

- **Fase Mesófila.**

El material inicial comienza su proceso de descomposición a temperatura ambiente, en pocos días la temperatura comienza a aumentar hasta los 45° C. El aumento de esta representa la retención de calor producido por la explosión del crecimiento microbiano que degrada los sustratos simples contenidos en la materia orgánica, estimulando el crecimiento de la microflora mesófila. (FAO, 2019, p. 24).

- **Fase Termófila o de Higienización**

En esta fase cuando el material inicial alcanza temperaturas mayores que los 45° C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias los cuales son llamados microorganismos mesófilos son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias termófilas, que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de carbono como la celulosa y la lignina contenida en el material orgánico. Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube y alcanza una temperatura de 60° C y es allí cuando aparecen las bacterias que producen esporas y actino bacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de carbono y los complejos. Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal. Al bajar de 40° C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende notablemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración. (Galindo, 2018, p. 5).

- **Fase de Maduración**

Esta fase o período tiene una duración de meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos, la temperatura y pH se estabilizan, si el pH es ácido nos indica que el compost no está aún maduro, los actinomicetos adquieren especial importancia en la formación ácidos húmicos y son frecuentemente productores de antibióticos que inhiben el crecimiento de bacterias y patógenos, mientras que los microorganismos tales como nemátodos, rotíferos, escarabajos, lombrices etc., incrementan su actividad desempeñando la función de remover, excavar, moler, masticar y en general romper físicamente los materiales incrementando el área superficial de estos para permitir el acceso de los microorganismos. El color del producto final debe ser negro o marrón oscuro y su olor a tierra de bosque, además ya no debemos reconocer los residuos iniciales. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2015 Pág. 24)

7.1.5 Factores que Condicionan el proceso de Compostaje

El proceso del compostaje está basado en la actividad microbiana que es la responsable de la correcta descomposición de la materia orgánica en donde se hace necesaria la presencia de temperatura, condiciones óptimas de humedad y oxigenación. (Villegas, 2014)

- **Oxígeno**

El compostaje es un proceso aerobio y se debe mantener una aireación adecuada para permitir la respiración de los microorganismos, liberando a su vez, dióxido de carbono (CO₂) a la atmosfera. Así mismo, la aireación evita que el material se compacte. Las necesidades de oxígeno varían durante el proceso, alcanzando la mayor tasa de consumo durante la fase

termofílica. (Villa, 2017, Pág. 25).

- **Humedad**

Es un parámetro estrechamente vinculado a los microorganismos, la humedad óptima para el compost se sitúa alrededor del 55%, aunque varía dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas, así como del sistema empleado para realizar el compostaje. Si la humedad baja por debajo de 45%, disminuye la actividad microbiana, sin dar tiempo a que se completen todas las fases de degradación, causando que el producto obtenido sea biológicamente inestable. Si la humedad es demasiado alta (>60%) el agua saturará los poros e interferirá la oxigenación del material. (Carvajal, 2016, Pág. 8)

- **Temperatura**

Al momento de compostar, la temperatura tiene un amplio rango de variación en función de la fase del proceso. Al inicio del proceso de compostar, la temperatura puede subir hasta los 65° C sin necesidad de ninguna actividad antrópica, es decir, sin necesidad de ningún calentamiento externo, para llegar nuevamente durante la fase de maduración a una temperatura ambiente. Es deseable que la temperatura no decaiga demasiado rápido, ya que, a mayor temperatura, mayor es la velocidad de descomposición y mayor higienización del proceso. (Martínez, 2013, Pág. 30).

- **pH**

El pH en el compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5). En los primeros días del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoníaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro. (Pantoja, 2013, Pág. 70)

- pH < 4,5 Exceso de Ácidos Orgánicos: algunas causas originarias de que suceda este tipo de variaciones es que los materiales vegetales como restos de cocina, frutas, liberan muchos ácidos orgánicos y tienden a acidificar el medio. Mientras que el pH >8,5 Exceso de Nitrógeno: sucede debido a los excesos de nitrógeno en el material de origen, con una deficiente relación C: N, asociado a humedad y altas temperaturas, se produce amoníaco alcalinizando el medio. (FAO, 2019, p. 32)

▪ **Relación Carbono-Nitrógeno (C: N)**

Al momento de compostar lo más importante es poder crear la correcta mezcla entre los ingredientes iniciales, es decir, la humedad correcta y la relación de carbono – nitrógeno ya que son los parámetros fundamentales para que se desarrolle la actividad microbiana de la mejor manera posible. La humedad es un componente muy importante en este proceso ya que de ella depende el éxito de la composta debido a que este es un proceso biológico de descomposición orgánica y que requiere en la presencia de agua imprescindible para los microorganismos que están en él. (FAO, 2013, Pág. 29).

7.1.6 Propiedades del Compost.

El compostaje o abono orgánico es un nutriente muy poderoso para el suelo ya que mejora las propiedades físicas del mismo debido a que la materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura del suelo, reduce la densidad, mejora la porosidad, permeabilidad y aumenta la capacidad de retención de agua en el mismo.

Es así como también mejora las propiedades químicas del suelo aumentando el contenido de macro y micronutrientes como Nitrógeno N, Carbono C, Fósforo P, Sodio Na, Calcio Ca, Potasio K y Magnesio Mg, aumentando el intercambio catiónico y así mismo mejora la capacidad de retención de nutrientes para los cultivos, mejorando la actividad biológica del suelo. Actuando

como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización. (Earth Green Colombia, 2019)

7.2 Antecedentes del compostaje en Colombia

Los residuos sólidos han generado impactos ambientales negativos por su disposición inadecuada y por qué son producto del crecimiento poblacional y de los hábitos de consumo de los individuos; se estima que la producción de residuos sólidos orgánicos por cada habitante es alrededor de 0,7 Kg/ habitante día. La conservación del medio ambiente es una tendencia que se ha fortalecido no solo en Colombia si no a nivel mundial, con la generación de alternativas para la eliminación de residuos con el fin de reducir el impacto ambiental. En la actualidad se ha tratado de buscar una solución adecuada; ya que este problema ha ido creciendo de manera exponencial; una de las alternativas planteadas es el compostaje el cual permite tratar altas cantidades de residuos. Es por esto por lo que la implementación de acciones para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos es fundamental para el cumplimiento de los objetivos de la gestión integral de los residuos sólidos.

La composición física de los residuos sólidos urbanos en nuestro país está constituida en más del 50% por residuos orgánicos; es por esto que con su aprovechamiento se disminuirá en gran medida la presión sobre el medio ambiente se reincorporarán los nutrientes al ciclo de fertilización del suelo y se disminuirá el uso de agroquímicos. En Colombia los residuos que se están recolectando en los hogares tienen una aproximación al 55% de materia orgánica, que puede ser reciclada y retornada a la tierra en forma de humus para las plantas y cultivos. (Miranda, 2017)

- ❖ **Estrategias para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la plaza de mercado de Fontibón, Bogotá D.C.**

“El plan maestro de Bogotá plantea la construcción de una planta piloto de compostaje, en la cual se procesarán los residuos orgánicos a nivel industrial. Sin embargo, el planteamiento general está encaminado a aprovechar únicamente los residuos de los grandes generadores”.

(Salamanca C, E. 2014)

Es así como el aprovechamiento de este plan considera que existe un mercado potencial entre los agricultores y floricultores de la sabana de Bogotá, algunos de los cuales ya están aprovechando compost producido con sus residuos. Se identificaron siete posibles usos o transformaciones de los residuos vegetales (que son los de mayor generación) y se diseñó una metodología de comparación entre ellos, considerando así variables, ambientales, técnicas, económicas y normativas de la ciudad.



Figura 2. Cuarteo de RSO recolectados de la plaza de mercado de Fontibón.

(Salamanca, 2014, Pág. 34) Fuente: <http://ridum.umanizales.edu.co>

Es así que en una de las evaluaciones realizadas por la entidad que ejecuto el plan maestro de Bogotá presenta la alternativa de transformación biológica, aerobia y anaerobica y el coprocesamiento de los residuos vegetales y desechos organicos con posterior uso para el

compostaje y como materia prima para la agricultura, es así como se logra establecer e incorporar como alternativa de transformación biológica para los residuos vegetales, para lo cual se tomaron como punto de partida cinco alternativas tecnológicas:

- Hileras.
- Pilas aireadas.
- Digestión aeróbica.
- Digestión anaeróbica.
- Coprosesamiento con lodos.

El objetivo del proyecto fue identificar una alternativa factible para la transformación de los residuos orgánicos. Se encontró que el sistema de compostaje por hileras es la mejor alternativa desde las perspectivas técnica, ambiental, financiera y económica. No obstante, existen elementos de tipo institucional y normativo que deben atenderse de manera previa para lograr la ejecución del proyecto. Se requiere la conformación de un esquema institucional liderado por la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), entidad encargada en el Distrito de regular, controlar y vigilar el servicio de aseo urbano. (Plan Maestro de Residuos Sólidos, 2010)

❖ **Ruta piloto de residuos orgánicos en la Plaza de Mercado ‘Las Ferias’**

Este proyecto piloto busca concientizar acerca de la separación en la fuente y el aprovechamiento de residuos orgánicos con la población que trabaja en las plazas de mercado de Bogotá, en una estrategia liderada por la Unidad Administrativa Especial De Servicios Públicos UAESP, en coordinación con el Instituto Para La Economía Social IPES.

Como resultado de un trabajo interadministrativo, la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), el Instituto para la Economía Social (IPES), el operador público de aseo (Aguas de Bogotá) y la Alcaldía Local de Engativá, inauguró el lunes 12 de mayo la primera ruta piloto de residuos orgánicos en la Plaza de Mercado ‘Las Ferias’. Para la directora de la UAESP, Lucía del Pilar Bohórquez, esta ruta piloto es uno de los procesos más importantes para la ciudad y se da en uno de los lugares donde se producen más residuos orgánicos. Por su parte, el director del IPES, Luis Ernesto Cortés, aseguró que esta plaza se convierte en un ejemplo a seguir para las otras 18 plazas de mercado de la ciudad, que deberían entrar en este proceso en los próximos meses. Esta primera ruta de orgánicos implica la separación en la fuente de los diferentes tipos de residuos que se generan, su recolección diferenciada, transporte y aprovechamiento. El material potencialmente reciclable, así como la recolección y transporte de cada tipo de residuo y su posterior aprovechamiento se entregará a una ruta de recolección selectiva manejada por una Organización de Recicladores de Oficio habilitada de la localidad de Engativá. El residuo orgánico biodegradable, generado en mayor porcentaje en la plaza, se entregará por medio del operador de aseo al operador del relleno sanitario Doña Juana para realizar su aprovechamiento por medio de tecnologías de compostaje y lombricultura (Bogotá, 2014).

❖ Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. Lecciones desde Colombia

El compostaje es una de las tecnologías más empleadas para el aprovechamiento de biorresiduos, no obstante, su implementación en países en desarrollo no ha sido efectiva, debido a la limitada investigación para su aplicación. Este artículo presenta aportes en torno a los avances en la investigación del compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en

desarrollo, con base en resultados de seis años de estudios realizados por los autores. En esto se aborda el análisis de la calidad fisicoquímica de los sustratos, la evaluación de opciones para mejorar el proceso y la calidad del producto, el desarrollo de herramientas para la planeación y operación de las instalaciones de compostaje. Estos avances han permitido reducir los tiempos de proceso, mejorar las condiciones para la higienización del material, cumplir con los estándares de calidad del producto, identificar pruebas para mejorar el control y monitoreo *in situ* de la estabilidad y madurez del producto y desarrollar herramientas para la selección de materiales de enmienda y de soporte. La reflexión ayuda a elucidar que la investigación, acompañada de proyectos a escala piloto, se constituye en una estrategia para posicionar el compostaje de biorresiduos como una opción adecuada de manejo de la fracción orgánica de los residuos sólidos municipales (RSM). En los estudios realizados en seis municipios menores que Colombia, muestran que la proporción varía entre 62 y 65%. (Ocaña, E, Rebellón, L & Lozada, P. 2017, Pág. 33).

❖ **La planta de compostaje, alternativa sostenible para hacer de un problema una oportunidad**

Con dos estrategias de manejo de residuos sólidos, Urrao se está perfilando como un modelo regional de buenas prácticas ambientales. La primera de ellas, que ya está en marcha, es la implementación de una planta de residuos sólidos que convierte los desechos en abono orgánico. *“500 kilogramos, es decir media tonelada de residuos orgánicos se generan cada día en los restaurantes del Campus El Volador de la Universidad Nacional de Colombia en Medellín. Residuos que pueden verse como un problema o como una oportunidad, que es precisamente lo que busca un proyecto piloto para producir abono orgánico.”* (Universidad Nacional de Colombia, 2019)

Con ese propósito se construyó una planta de compostaje que incluso recibió recientemente la visita de representantes de algunas instituciones del G8 que quieren conocer el proceso comenzado a mediados de marzo, con la idea de ver si se puede replicar en otras instituciones.

Se trata de un proceso de elaboración que inicia con la recolección de los residuos orgánicos en las cafeterías de la Universidad para llevarlos luego a la zona de compostaje en donde los operarios los cuelan para disminuir la humedad. Los sólidos se revuelven con un inóculo, aditivos como el aserrín y algunas fuentes de nitrógeno y fósforo. La mezcla se lleva a composteras, que son reactores con un sistema de aireación donde se dejan los residuos durante 35 días en los que alcanzan temperaturas de hasta 70° C. Luego pasa a una fase de maduración, por lo que se trasladan a la zona de almacenamiento. Los lixiviados resultantes del proceso de colado pasan al vermifiltro, una tecnología que resultó de una tesis de doctorado en Ingeniería – Recursos Hidráulicos con la que se ha logrado descontaminar el agua hasta en un 60%. Tiene capas de arena, piedras, compost y lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*), que contribuyen a reducir la carga orgánica. La capacidad de tratamiento es de 1m³/día y el compost que se produce se usa como abono en el Campus.

La importancia del proceso, según María Catalina Trejos Delgado, profesional de apoyo de la Oficina de Gestión Ambiental de la Sede, es que “desde la Universidad le estamos apostando a la sostenibilidad. Debemos ser responsables de los residuos que generamos, darles otros usos y ser amigables con el medioambiente”. (Universidad Nacional de Colombia, 2019)

7.3 Marco Conceptual

- **Abono orgánico**

Es un producto natural resultante de la descomposición de materiales de origen vegetal o animal, que tienen la capacidad de mejorar la fertilidad del suelo y proporciona la absorción natural y correcta de nutrientes al mismo, además de esto proporciona alternativas sostenibles de mejoramiento ambiental. (Delgado, 2015, p. 4)

- **Agricultura limpia**

Es una forma de llevar a cabo un proceso agrícola productivo que aparta de los conceptos parcializados de la agricultura química e integra los aspectos benéficos de la tradicional con el objeto de lograr beneficios económicos sin afectar el medio ambiente y favoreciendo el desarrollo sostenible del mismo. (FAO, 2019, p. 8).

- **Agricultura orgánica**

Se dice desde mucho tiempo atrás que es el arte y la ciencia empleada para obtener productos agropecuarios sanos mediante técnicas que favorecen las fuentes naturales de fertilidad del suelo, sin el uso de agroquímicos contaminantes. (Juarez, 2015, p. 8)

- **Desarrollo sostenible**

Se entiende que es la forma racional de conservación de los recursos naturales de un lugar, cuidando que no sean mal gastados o subutilizados y las generaciones futuras puedan hacer uso de ellos igual que hemos hecho nosotros, es decir, sin que las prácticas, fundamentalmente económicas hipotequen el futuro del planeta y así mismo el desarrollo de estrategias futuras para

trabajar en pro de la conservación de los recursos naturales y el medio ambiente en general. (FAO, 2019, p. 9).

- **Microorganismos**

El compostaje se viene practicando desde hace muchos años en los diferentes países a nivel mundial, es una técnica que trata de aprovechar la capacidad de autodepuración de la naturaleza que, de forma gratuita, nos proporciona los microorganismos necesarios para degradar biológicamente la materia orgánica, siendo nuestra única función la de controlar los factores ambientales que de forma interrelacionada influyen dicho proceso. Algunos de ellos son bacterias, microorganismos fermentadores, hongos y protozoos, los cuales tienen funciones muy importantes en el proceso del compostaje y son vitales para llevar a cabo su proceso de descomposición. (FAO, 2019)

- **Descomposición**

Biodegradación o descomposición orgánica es el resultado de los procesos de digestión, asimilación y metabolización de un compuesto orgánico llevado a cabo por bacterias, hongos, protozoos y otros organismos. En principio, todo compuesto sintetizado biológicamente puede ser descompuesto biológicamente adaptando así propiedades benéficas para ciertas actividades, en este caso para el compostaje. (Agronomía Colombiana 2012)

- **Separación en la fuente**

La Separación en la fuente es la actividad de seleccionar y almacenar transitoriamente los diferentes residuos sólidos en su lugar de origen, para facilitar su posterior manejo y aprovechamiento. Separar en la fuente los diferentes residuos sólidos que se generan a diario, es un acto responsable con la humanidad y con el planeta. Según cifras de Emvarias (2015), el área

Metropolitana del Valle de Aburrá produce 3,055 toneladas de residuos sólidos cada día, de los cuales solo se recupera un 14%, una cifra muy baja de acuerdo al potencial de aprovechamiento que existe. (Programa Integral de Residuos Sólidos, 2015)

Frente a este panorama, la separación en la fuente es una forma de ayudar a reducir el impacto negativo de los residuos sólidos en el medio ambiente y prolongar la vida útil de los rellenos sanitarios, pero para esto, necesitamos que esta actividad se convierta en un hábito cotidiano en los hogares, empresas, colegios, universidades y en el comercio en general. Para separar en la fuente los residuos sólidos se debe tener en cuenta la siguiente clasificación:

Aprovechables: Son todos los residuos que por sus características físico-químicas se pueden reutilizar a través de un proceso industrial o casero. De este grupo se puede tener en cuenta: el papel, cartón, vidrio, plástico, tetrapack y metal.

No aprovechables: en este grupo se pueden ubicar los residuos que no ofrecen ninguna posibilidad de aprovechamiento en un proceso de reciclaje o reincorporación en un proceso productivo, es decir como el icopor, los pañales, toallas higiénicas, protectores diarios, papeles con recubrimientos plásticos o metalizados, cerámicas, el papel carbón y las envolturas de las papas ; fritas son algunos de los residuos no aprovechables.

Residuos Orgánicos: Son residuos que se descomponen fácilmente en el ambiente, entre estos se encuentran: restos de residuos vegetales y alimenticios cuncho de café, papeles no aptos para reciclaje que no tengan tintas, pasto, hojarasca, estiércoles de la cría de animales domésticos, residuos de cosechas, aserrines puros o con mezclas de excretas animales, madera, y otros residuos que puedan ser transformados fácilmente en materia orgánica. (Cuervo, 2017, Pág. 32).

A continuación, en la tabla 1 se muestra la clasificación de los residuos sólidos de acuerdo con su periodo de descomposición, sus características y su uso recomendable para hacer compost.

Tabla 1. Clasificación de Residuos Para Compostaje

Tipo de Residuos	Características	Uso	Tiempo de Descomposición
Lavazas	Conformados por alimentos que han pasado por algún proceso de cocción, tales como: restos de comida y carnes, restos de plantas aromáticas, tintos etc.	No se recomienda su uso en producción de abonos orgánicos por la posible contaminación microbiológica generada por la saliva humana y su alto contenido de sales.	Rápida
Residuos Crudos	Corresponden a residuos antes de la preparación de los alimentos, tales como, frutas, verduras en general, restos de hortalizas, residuos de preparación de jugos granos, etc.	Excelente material para utilizar en la producción de abonos orgánicos (es mejor adicionar los residuos frescos antes de que se descompongan).	Lenta
Pasto	Residuo generado cuando se corta el césped o desyerbo.	Cuando están recién cortados contiene altas cantidades de nitrógeno, y a medida que va pasando el tiempo se reduce el contenido de nitrógeno y es remplazado por carbono, es un buen material para producción de abonos orgánicos, además, una vez que esté seco, se puede tener	Rápida

		acumulado para realizar su introducción en las pilas de compostaje y balancear la relación carbono / nitrógeno.	
Hojarasca	Residuo que proviene de las hojas de los árboles que caen al piso y se secan.	Buen material para utilización en las pilas de compostaje y armado del lecho de las lombrices, ya que les da estructura a las pilas, además tiene la ventaja de que puede ser acumulado por periodos de tiempo prolongados.	Lenta
Tipo de Residuos	Características	Uso	Tiempo de Descomposición
Papel y cartón sin tintas	x	Es un buen material a introducir, pero hay que tener cuidado que no contengan tintas, ya que estas afectan a los microorganismos y lombrices, además reducen la calidad del producto final.	Lento
Sobra de café	Residuo generado de la preparación de café.	Material excelente para cubrir las pilas de compost y así evitar la presencia de vectores.	Lenta

Residuos de Cosecha	Restos vegetales provenientes de la cosecha de alimentos.	Buen material para la producción de abonos preferiblemente si provienen de cultivos orgánicos.	Lenta
Aserrín	Proveniente de las labores de carpintería	Este residuo es muy bueno para poder tener una relación carbono / nitrógeno adecuada, y se puede tener almacenado por largos periodos de tiempo e ir introduciéndolo cuando se haga la mezcla.	Muy Lenta

Nota: En esta tabla se puede identificar cuáles son los residuos recomendables y cuáles no de acuerdo con sus características y tiempo de descomposición en el compostaje. Fuente: Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura. Cuervo, A. J. (2017) pág. 32

7.4 Marco Legal

Tabla 2. Normatividad para el aprovechamiento de los residuos sólidos en Colombia.

Norma	Descripción
Política para la Gestión Integral de los Residuos 1998. Ministerio del Medio Ambiente	Define los principios de la Gestión Integral para cada uno de los tipos de residuos que se generan, de igual manera establece el máximo y mínimo aprovechamiento de residuos con destino al Relleno Sanitario. Así mismo también define las categorías y cantidades de los Residuos Aprovechables y No Aprovechables, para minimizar los riesgos para el medio ambiente y los seres vivos, buscando disminuir la generación progresiva y la incorrecta disposición de los residuos tanto orgánicos como inorgánicos como alternativa ambiental deseable.
Leyes	Descripción
Ley 2811 de 1974. Presidencia de la República.	<p>El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente decreta que el ambiente es patrimonio común y por ende se debe participar en su preservación y manejo de los recursos naturales, lo que busca es regular el manejo de los recursos naturales y defender el ambiente contra la acción nociva de fenómenos naturales o humanos.</p>
Ley 09 de 1979	<p>El Código Sanitario Nacional establece una serie de normatividades relacionadas con la protección del medio ambiente y la salud del ser humano. En esta ley se presentan aspectos relevantes que deben 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.</p>
Ley 99 de 1993	<p>Es la ley de la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente y se establece formalmente el Sistema Nacional Ambiental. Responsabilizándose de cada uno de los actores del desarrollo de la tarea de conservar y aprovechar de manera racional los recursos naturales del medio ambiente. Así mismo define que las Autoridades Ambientales serán las responsables de formular y</p>

verificar el cumplimiento de las políticas y normas ambientales frente a los demás entes.

**Ley 142 de
1994**

Establece el régimen general de los servicios públicos domiciliarios, incluido el servicio público de aseo. El servicio de recolección municipal de residuos principalmente sólidos. También se aplicará esta ley a las actividades complementarias de tratamiento, aprovechamiento y disposición final de tales residuos. ¡Igualmente incluye, entre otras, las actividades complementarias de corte de césped y poda de árboles ubicados en las vías y áreas públicas; de lavado de estas áreas, transferencia, tratamiento y aprovechamiento.

Decreto	Descripción
Decreto 1076 de 2015	El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores. (Decreto 1076, 2015)
Decreto 2981 del 2013	Artículo 82. Propósitos del aprovechamiento: Reducir el caudal y la carga contaminante de lixiviados en el relleno sanitario, especialmente cuando se aprovechan residuos orgánicos. Por el cual se reglamenta el servicio público de aseo “El presente decreto aplica al servicio público de aseo de que trata la ley 142 de 1994, a las personas prestadoras de residuos aprovechables y no aprovechables, a los usuarios, a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, a la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, a las entidades territoriales y demás entidades con funciones sobre este servicio.
Resolución	Descripción

**Resolución
0187 del 2006**

Reglamenta la producción primaria, procesamiento, empaçado, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación y comercialización de Productos Agropecuarios Ecológicos garantizando la sostenibilidad y renovabilidad de la base natural, mejorando la calidad del ambiente mediante limitaciones en la utilización de tecnologías, fertilizantes o plaguicidas, antibióticos y otros de origen químico sintético, que puedan tener efectos nocivos para el medio ambiente y la salud humana.

**Resolución
1045 de 2003.**

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. 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.

**Resolución
2184 del 2019**

Formato único nacional para la presentación del programa de uso racional de bolsas plásticas. El nuevo código de colores para la separación de los residuos sólidos en la fuente son los siguientes: bolsa o contenedor verde para residuos orgánicos aprovechables, bolsa o contenedor blanca para residuos aprovechables y bolsa o contenedor de color negro para depositar los residuos no aprovechables.

Nota: en esta tabla se puede identificar la normatividad de tipo ambiental que rige para el tratamiento y disposición de los residuos orgánicos en Colombia. Normativa ambiental. Autoría propia.

8. Caracterización Del Municipio De Cachipay

8.1 Datos generales

▪ Ubicación Geográfica

El municipio de Cachipay está ubicado en el departamento de Cundinamarca, al occidente de la ciudad de Bogotá distrito capital a unos 60 kilómetros de distancia. Cuenta con un área aproximadamente de 58 km² en la región del Tequendama. Limita con el municipio de La Mesa al sur, Anolaima al norte, al occidente Quipile y al oriente Zipacón. Y su cabecera municipal se localiza a los 4° 05' 55'' de latitud norte y los 74° 31' 05'' de longitud oeste de Greenwich.

(Alcaldía municipal de Cachipay- Cundinamarca, 2019)



Figura 3. Ubicación del municipio de Cachipay plasmado en mapa de Cundinamarca

(IGAC, 2019). Fuente: www.igac.gov.co

- **Clima**

Cachipay se encuentra entre los pisos térmicos, templado y subpáramo cuya temperatura oscila entre los 8 y 24° C. Se caracteriza por presentar un clima frío en la parte alta del municipio, zona de grandes reservas hídricas y forestales; en la zona media presenta un clima templado y se conoce por ser zona cafetera; y en la parte baja del pueblo presenta un clima muy cálido. De igual manera, se caracteriza por dos periodos de altas precipitaciones los meses de enero y julio.

- **Hidrología**

La precipitación promedio anual en la zona es de 1472, 1 mm con dos periodos secos en los meses de abril y octubre, con un comportamiento bimodal. El eje hidrológico lo constituyen: la zona de la cuenca baja del río Bogotá, la sub-cuenca del río Apulo a la que pertenecen las micro cuencas de los ríos, Bahamón, Curí y la quebrada Doña Juana formando pequeños pozos hidrográficos favorables para la agricultura y la ganadería. La red hidrográfica es abundante y los ríos y quebradas que existen son lecho profundo y en forma de C razón por la cual el suministro de las aguas para el abastecimiento humano y otros usos es irregular. La hidrológica de este municipio esta presentada principalmente por el río Bahamón, río Curí, la quebrada Doña Juana, quebrada San Miguel, El progreso y Agua Regada. (Plan de desarrollo municipal Cachipay, 2019, pág. 25)

- **Geología y suelos**

El municipio de Cachipay presenta un múltiple relieve debido a su ubicación en la vertiente occidental de la cordillera oriental, permitiendo que las pendientes predominen fuertemente. Así mismo, la altura sobre el nivel del mar oscila entre los 750 hasta los 2400

m.s.n.m. El municipio está caracterizado por cadenas montañosas separadas por profundos cañones de ríos y quebradas que a su vez forman pequeños valles. La diversidad de formaciones geológicas, las diferencias climáticas y la gama morfológica originan gran complejidad en los suelos, suelos derivados de rocas metamórficas. El material parental de los suelos está constituido por lititas calcáreas, arcillas areniscas y cenizas volcánicas. Las litutas al alterarse generalmente dan origen a arcillas, como lo corroboran las texturas moderadamente finas a finas (franco arcillosas) predominantes en estos suelos. Los cuales se caracterizan por presentar texturas finas que retienen los nutrientes y agua, sin embargo, la capacidad de aireación no es favorable para la actividad agrícola. Los colores característicos son negros y pardos grisáceos oscuros En el primer horizonte son debidos especialmente a altos contenidos de materia orgánica, lo cual a su vez incide en la retención de la humedad, en la temperatura de forma directa e indirecta en la actividad biológica y en el crecimiento vegetal. (POT 2015, cap. 1, pág. 2-20).



Figura 4. Vista de la montaña en la inspección de peña negra corregimiento de Cachipay

Fuente: "Cachipay Guía Turística"

8.2 Residuos generados en la plaza de mercado de Cachipay

La plaza de mercado del municipio de Cachipay es generadora de diferentes tipos de residuos teniendo en cuenta que todos poseen diferentes características y composiciones, entre ellos residuos orgánicos aprovechables como restos de legumbres, verduras, frutas, hortalizas, cáscaras; residuos aprovechables como el plástico el vidrio, el cartón y desechos no aprovechables.

Actualmente en el municipio no existe un sistema de separado convencional para este tipo de residuos, lo cual no es favorable a la hora de su recolección ya que ese tipo de inconvenientes genera vectores, malos olores y desorden de desechos orgánicos ocasionados generalmente por los perros callejeros dificultando así su proceso de recolección.

A continuación en la tabla 3 se muestra las áreas generadoras de residuos sólidos aquí se especifica principalmente sus características del espacio generador. Se logra deducir que el aprovechamiento potencial de los residuos sólidos es el stand y la caseta o tienda.

Tabla 3. Áreas generadoras de residuos sólidos de la plaza de mercado

Áreas Generadoras	Papel	Cartón	Vidrio	Orgánico	No Aprovechable	Características
Puesto o stand	✓	✓		✓		Zona de ventas de productos agrícolas y derivados
Baños públicos					✓	Área de servicio para uso público tanto para vendedores y visitantes

Caseta o tienda	✓	✓	✓	✓	✓	Venta de bebidas y alimentos
------------------------	---	---	---	---	---	------------------------------

Nota: en esta tabla se señalan las áreas generadoras de residuos sólidos en la plaza de mercado del municipio de Cachipay. Fuente:autoría propia.

9. Metodología

El proyecto diseñó e implementó una planta piloto de compostaje para la generación de abono orgánico por medio de la descomposición aerobia de los residuos orgánicos generados en la plaza de mercado del municipio de Cachipay. Este proyecto presenta un enfoque metodológico mixto en el que se analiza información cualitativa y cuantitativa.

9.1 Área de estudio:



Figura 5. Plaza de mercado vista satelital.

Fuente: Google Earth. 4°43'49.7"N 74°26'17.5"W

Se delimitó la zona por medio de la herramienta Google Earth como se observa en la figura 5 el área de la plaza de mercado de municipio de Cachipay, ya que es allí en donde se ejecutaron las actividades planteadas del proyecto en cuanto a recolección de residuos sólidos y educación ambiental. A continuación, se presentan los planos de la plaza de mercado:

Planos de la plaza de mercado del municipio de Cachipay



Figura 6. Plano zona alta

Fuente: autoría propia



Figura 7. Plano zona media

Fuente: autoría propia

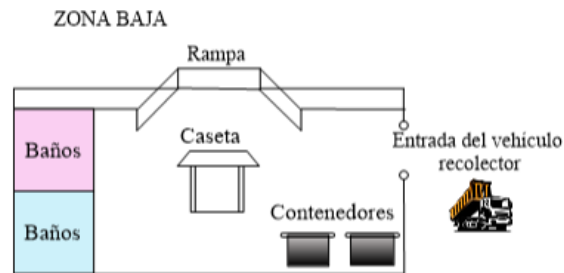


Figura 8. Plano zona baja

Fuente: autoría propia

9.2 Revisión de información secundaria

Se requiere conocimiento claro del enfoque del proyecto, por lo cual es importante antes de iniciar la ejecución apoyarse en bases y conceptos teóricos que permitan un buen desarrollo de la práctica y así poder comparar, refutar o validar las diferentes ideas en la línea de investigación.

Por ende, se consultaron artículos científicos, trabajos de grado, informes de entidades oficiales y documentos académicos en general con el fin de tener clara la conceptualización, datos estadísticos y metodologías relacionadas con el tratamiento de residuos orgánicos, a esto lo llamaríamos diseño de investigación documental. (Shek, 2013, p. 150 – 161)

9.2.1 Técnicas de recolección de datos

En la recolección de datos prima la calidad y confiabilidad de la información, es decir datos cualitativos y cuantitativos que revelan el estudio de caso, para esto es importante tener consigo el formato de cuestionario de manera física, además del cronograma de actividades en formato de lista de chequeo para resaltar lo que se realiza y lo faltante, adicionalmente es muy importante el dispositivo móvil el cual brinda diferentes beneficios como la calculadora, la captura de fotografías y grabadora de videos si se requiere. (Sarduy. 2007, p. 2 -6).

- **Análisis documental:** se revisaron fuentes bibliográficas donde se obtuvo la información necesaria para realizar folletos y pancartas que plasmaban información de relevancia al tema de interés, en este caso, residuos orgánicos y su aprovechamiento en métodos de compostaje
- **Observación directa:** se realizó la investigación del área de estudio teniendo en cuenta el número de comerciantes, la muestra con la que se trabajó y el volumen de residuos generados determinando así mismo el porcentaje con el cual se implementó la planta piloto.

9.2.2 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Dentro de las técnicas de procesamiento y análisis de datos se tuvo en cuenta el uso de la herramienta Excel, la cual permitió ordenar las variables, en este caso el nombre del

comerciante, la edad, los residuos que genera, el nivel de educación. Después de esto se procedió a tabular la información, es decir presentar los datos mediante tortas de manera ordenada permitiendo comprender la información, y por último realizar gráficas que muestren el porcentaje de las respuestas a las preguntas planteadas, con el fin de concluir en el tema de interés y tomar acciones para llegar al objetivo principal. (Molina, J., García, J., 2006, p. 41-90)

9.3 Caracterización y capacitación población objetivo

Muestra poblacional: en la plaza de mercado de Cachipay se encuentran en funcionamiento 25 stands, de los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera, en la primera planta 17 comerciantes, en la segunda 8 comerciantes y finalmente en la tercera planta se encuentran dos comerciantes adicionales encargados de los baños públicos y la caseta, en ese sentido se trabajó con el 100% de la población.

El instrumento de recolección de datos que se utilizó fue una encuesta con preguntas de carácter dicotómico y abierto para conocer la percepción que tiene el comerciante ante la problemática de disposición de residuos sólidos (anexo 2), permitiendo identificar el nivel de escolaridad, el rango de edad y su conocimiento frente al tema, con base en la información recolectada en la encuesta se realizó el diseño de herramientas pedagógicas para el proceso de capacitación a comerciantes.

Link para contestar la encuesta: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScNcH0Mwg-PSSf7m06PZeL1kCzE1USVsJUtylfqhHI0jon_OQ/viewform

- **Capacitación:**

Se diseñó una estrategia pedagógica enfocada en la separación, aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos y el uso eficiente de las tecnologías limpias en la que se involucraron a los 25 comerciantes de la plaza de mercado.

Socialización de estrategias: se socializó terminologías con la comunidad, se aplicaron encuestas y se dio a conocer el ¿Qué? y el ¿cómo? se pretendía realizar el proyecto. Por otra parte, se compartieron conocimientos básicos en temas ambientales como la elaboración de compost y sus fases; la separación de los residuos de acuerdo con los colores de los contenedores o bolsas plásticas y la importancia que tiene aprovechar los residuos orgánicos generados en su stand, así como el beneficio ambiental que esto conlleva.

9.4 Caracterización de residuos sólidos generados en la plaza de mercado:

- **Técnicas aplicadas:** se utilizó la técnica de observación directa y cuarteo de residuos con el fin de identificar las características de los residuos sólidos generados en la plaza de mercado, la técnica del cuarteo nos permitió determinar la composición de los residuos sólidos en términos porcentuales basándonos en la reducción del tamaño de las muestras de agregados, tomadas en campo, para la realización de ensayos y/o proyectos. (Tchobanoglous,2004).

Para el desarrollo del cuarteo se tomó una muestra de 50 Kg, de los cuales se trabaja con la cuarta parte de este, es decir 13 kg aproximadamente, la toma de la muestra se realizó un domingo, día en el cual se presenta el acumulado de 3 días de almacenamiento en los contenedores, por tanto, tiene información representativa en cuanto a la generación de residuos.



Figura 9. Recolección de residuos en punto crítico de la plaza de mercado

Fuente: autoría propia







9.5 Implementación de la planta piloto con los residuos orgánicos generados en la plaza de mercado.

En esta fase se realizó la implementación de la planta piloto a partir de los residuos orgánicos generados en la plaza de mercado para producir abono orgánico por medio de la técnica del compostaje, se realizó el dimensionamiento de almacenamiento temporal de los residuos sólidos, también se planteó un diseño de rutas de recolección internas ajustadas a las tres zonas de la plaza de mercado y posterior a ello se realizó el traslado de los residuos orgánicos hacia el lugar de la implementación de la planta piloto. Para la elaboración de las camas se tuvo en cuenta materiales de la zona como la guadua, se analizó la distribución de coberturas para equilibrar la humedad, cada cama contó con una capacidad de una tonelada aproximadamente, en una de las camas se utilizó melaza como acelerante para aumentar la cantidad de microorganismos y experimentar si realmente los residuos se descomponen más rápido que en la otra cama.

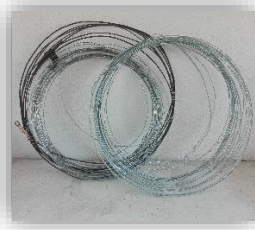
Durante todo el proceso se realizó seguimiento y evaluación para lo cual se hizo uso de un formato tipo bitácora elaborado en Excel (anexo 3) el cual se utilizó para llevar un control completo de los resultados que se van presentando a lo largo del proceso de compostaje, este documento registró principalmente, datos como temperatura, humedad, volumen, olor, color, observaciones directas, fotografías, entre otros datos. El objetivo de estas fue llevar el control exhaustivo de manera escrita para así analizar los cambios que obtuvo el proceso, con base en esta información se determinó la frecuencia de volteo, el control de humedad y los tiempos de degradación.

9.6 Materiales utilizados

Tabla 4. Registro fotográfico de algunos materiales

Palas	Carretillas	Machetas
		
Puntillas	Azadón	Romana
		

Alambre



Botellas plasticas



Tamizador



Canecas



Polisombra



Melaza



Guantes



Lonas



Plastico de invernadero



Nota: en esta tabla se ilustran los materiales que fueron necesarios para la construcción y operación del piloto. Fuente: autoría propia

10. Resultados

10.1 Capacitación y socialización con los comerciantes de la plaza de mercado.

- **Reunión con las personas implicadas:** Se capacitó a los 25 comerciantes de la plaza de mercado, compartiendo información de lo que se iba a realizar, brindándoles los conocimientos adecuados de acuerdo con los folletos ilustrativos y aclarando dudas e inquietudes derivadas de la encuesta.

Registro fotográfico:

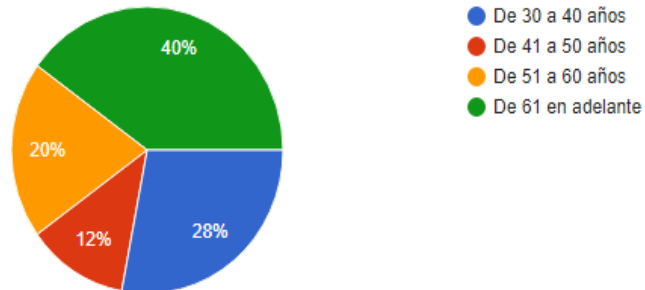


Figura 10. Collage socialización de encuesta y folleto

Fuente: autoría propia

Resultados encuesta:

Rango de edad de los encuestados

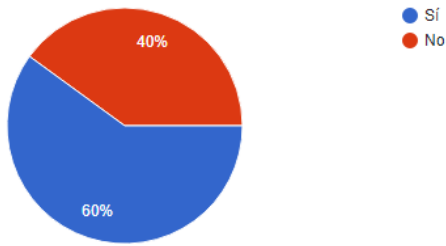


Se realizó la capacitación y socialización de la estrategia a los comerciantes de la plaza de mercado en donde le brindamos conocimientos básicos sobre el tema del compostaje y técnicas para realizar abono orgánico, la cual se hizo de manera didáctica para que las personas entendieran de una manera más clara ya que vale la pena resaltar que esta capacitación fue de manera dinámica ya que el personal de la plaza oscila entre los 50 a 70 años con un grado de escolaridad básica media, por tanto, las herramientas utilizadas, así como el lenguaje entorno a las capacitaciones se tuvo que adaptar a estas características. La capacitación logró integrar a los comerciantes de la plaza de mercado, los cuales nos dieron a conocer sus dudas, inquietudes y aportes sobre este tipo de proyectos.

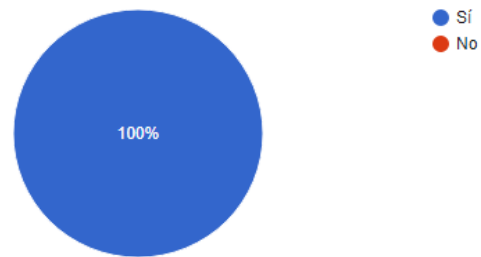
Tabla 5. Respuestas de encuestas

Respuestas

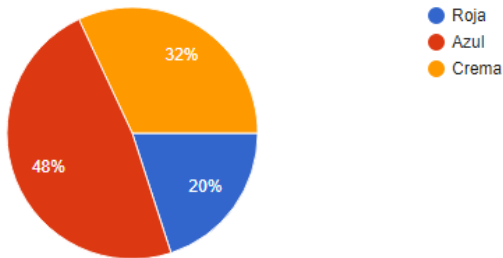
1. ¿Sabe la diferencia que existe entre un residuo orgánico a uno inorgánico?



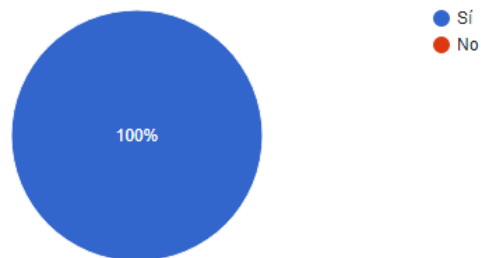
6. ¿Le gustaría contribuir en proyectos ambientales como el manejo de los residuos orgánicos generados en su plaza de mercado?



2. ¿Sabe usted cual es el color de la caneca donde se depositan los residuos orgánicos?

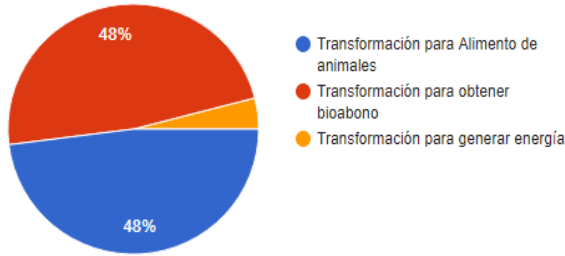


7. ¿Considera importante desarrollar proyectos que den manejo apropiado a los residuos orgánicos?



3. ¿De qué manera se pueden reutilizar los residuos orgánicos?

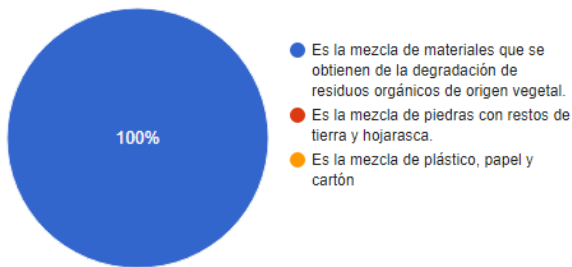
8. ¿Qué problema genera la mala disposición de los residuos orgánicos en la zona baja de la plaza de mercado



en los intervalos de recolección del municipio?



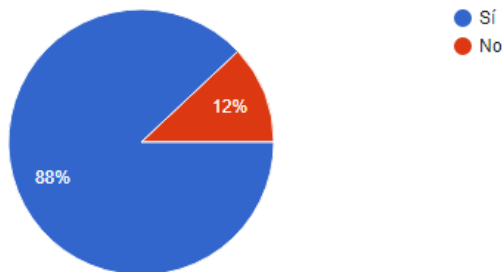
4. ¿Cuál de las siguientes opciones cree usted que es la correcta para definir el significado de la Abono Orgánico?



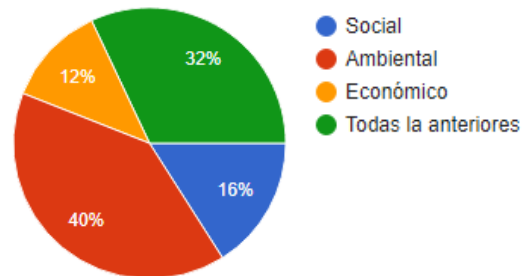
9. ¿Sabe usted si en alguna ocasión se han realizado proyectos o estrategias en cuanto a la problemática de la plaza de mercado? (generación e incorrecta disposición de residuos orgánicos). De ser afirmativo, mencione cual.



5. ¿Sabe usted que al implementar abono orgánico se producen productos de mejor calidad y aptos para el consumo humano?



10. ¿Qué beneficio cree usted que traería la implementación de una Planta en la plaza de mercado con los residuos orgánicos generados?



Nota: en esta tabla se representa gráficamente los resultados obtenidos en las encuestas que se hicieron a los comerciantes de la plaza de mercado. Fuente: autoría propia.

Después de haber realizado un análisis con respecto a los resultados de la encuesta, se puede inferir que la mayoría de los comerciantes de la plaza de mercado se encontraban entre los 50 a 60 años equivalente al 60% del personal. Se puede dar a conocer por medio de este porcentaje que la mayoría de ellos no tiene conocimientos claros sobre este tipo de estrategias y/o alternativas ambientales para el correcto uso y tratamiento de los residuos orgánicos. De igual manera se logró evidenciar que en el municipio no se han ejecutado estrategias frente al manejo de este tipo de residuos ni se han formulado alternativas frente a la problemática, solo el 20% de los encuestados tiene o ha tenido conocimiento de proyectos encaminados a esta problemática pero que lamentablemente no han llegado a ser concluidos y siempre han quedado a la deriva.



Figura 11. Collage Socialización con la comunidad de la plaza de mercado

Fuente: autoría propia

Se diseñaron estrategias comunicativas de acuerdo con el resultado de la encuesta, como carteles y folletos (anexo 1) que facilitaron la pedagogía en el manejo y separación de residuos sólidos orgánicos generados en dicho sitio. Los temas principalmente abordados fueron: elaboración de compost y sus fases, beneficios del abono orgánico, la separación de los residuos de acuerdo con los colores de contenedores o bolsas plásticas y la importancia que tiene aprovechar los residuos orgánicos.



Figura 12. Folletos didácticos

Fuente: autoría propia

Gracias a la información anterior logramos observar que al municipio le hace falta un proyecto de este enfoque en cuanto a la disposición y tratamiento de los residuos orgánicos y así mismo que provea estrategias limpias que ayuden a la conservación y preservación del medio ambiente, incentivando a la comunidad a trabajar en pro de las estrategias sostenibles que logren mejorar el entorno socio ambiental y que sean incluyentes en el municipio.

10.2 Caracterización de residuos sólidos generados en la plaza de mercado:

Para el cuarteo se toma como base 50 kg, de los cuales se trabaja con la cuarta parte de este, es decir 13 kg aproximadamente, posterior a ello se procede a pesar los materiales clasificados (tabla 6).



Figura 13. Muestra para cuarteo 50 kg

Fuente. Autoría propia



Figura 14. Cuarteo de la muestra

Fuente. Autoría propia



Figura 15. Separación de los residuos.

Fuente. autoría propia

Los residuos de la plaza de mercado de Cachipay se identifican por proceder de la actividad económica de las personas que trabajan a partir de la comercialización de producción agrícola y que son parte de la economía del municipio. La caracterización de residuos permite determinar los porcentajes de residuos orgánicos, aprovechables, no aprovechables entre otros. Es así como

en estos se identifica desechos orgánicos de los cuales la mayoría son de contextura blanda en descomposición, húmedos, duros y secos.

Tabla 6. Caracterización de los residuos sólidos generados en la plaza

Residuo	Peso(kg)	Porcentaje (%)
Plástico	1,30	9,97
Papel	0,45	3,45
Vidrio	1,58	12,1
Cartón	1,26	9,66
Orgánico	8,15	62,5
No aprovechable	0,28	2,14

Nota: en la tabla anterior se realizó la caracterización de los residuos de la plaza de mercado en porcentajes generados. Fuente: autoría propia

Por otro lado, como se muestra en la figura 16, después de recolectar los residuos de la plaza de mercado se identificó el porcentaje correspondiente a la composición de cada residuo por medio del cuarteo (tabla 6). Para ello se utilizó la cuarta parte de una muestra de 50 kg de residuos sólidos, en donde se observó que la mayoría de los residuos eran cascaras de frutas y legumbres, correspondiente al 63% y el 35% restantes corresponden a residuos aprovechables como el vidrio con un porcentaje de 12%, el plástico 10%, cartón 10%, papel 3% y un 2% perteneciente a residuos no aprovechables.

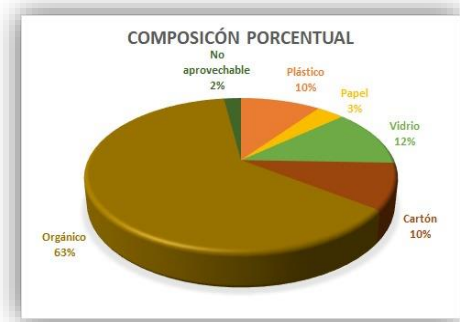


Figura 16. Composición porcentual del cuarteo

Fuente: autoría propia

10.3 Implementación de la planta piloto con los residuos orgánicos generados en la plaza de mercado.

A continuación, se plantea el desarrollo del nuestro tercer objetivo enfocado a la implementación de una planta piloto a partir de los residuos orgánicos generados en la plaza de mercado para producir abono orgánico por medio de la técnica del compostaje con el fin de tratar estos residuos.

10.3.1 Mecanismos de recolección y transporte

- Recolección del material:** De acuerdo con la observación de campo y según los datos que proporcionó la alcaldía municipal después de socializar el material didáctico y la encuesta con los 25 comerciantes se procede a entregar el material de recolección, para ello se utilizó una lona con capacidad de 50 kg que fue suministrada a cada comerciante para iniciar la separación en la fuente y facilitar el traslado hasta la finca. Teniendo en cuenta que la recolección se realizó solo por dos fines de semana seguidos, los cuales incluyeron los viernes, sábado, domingo y lunes festivo.



Figura 17. Lonas plásticas de 50 kg para recolección de residuos orgánicos *Fuente: autoría propia*

En la plaza de mercado se generan mensualmente 35 toneladas aproximadamente de residuos sólidos orgánicos según la Oficina de Servicios Públicos (2018). Con base en esta información, se recolectaron dos toneladas de residuos generados en la plaza de mercado por dos fines de semana consecutivos abarcando los principales días de mercado: viernes, sábado, domingo. Esto teniendo en cuenta que cada cama tiene una capacidad de una tonelada. Por consiguiente, se realizan los siguientes cálculos para identificar la producción diaria de residuos.

Producción per cápita:

35 ton/mes = 3500 kg/mes

$$ppc = \frac{3500 \text{ kg/mes}}{25 \text{ stand}} = 140 \text{ kg/mes por stand}$$

Producción diaria:

Para hallar la media mensual se realiza la división de los 365 días con los doce meses del año así:

$$\text{promedio de dias} = \frac{365 \text{ días}}{12 \text{ meses}} = 30,5 \text{ días}$$

Teniendo en cuenta que la cantidad mensual de residuos orgánicos que genera la plaza de mercado del municipio de Cachipay es de 3500 kg/mes según la oficina de servicios públicos, se realiza el cálculo para conocer la cantidad en kg que se genera al día y así mismo el promedio por stand.

$$pd = \frac{3500kg}{30,5dia} = \mathbf{114.7kg/dia}$$

Producción per cápita diaria:

A continuación, se divide la producción diaria en la cantidad de stand.

$$ppc\ diaria = \frac{114,7\ kg/día}{25\ stand} = \mathbf{4,58\ kg/dia\ stand}$$

Tipo de contenedores actualmente implementados:

La plaza de mercado cuenta con dos contenedores marca Fuller con capacidad de 660 litros, elaborados en polietileno de alta densidad lo cual facilita el lavado y desinfección, cuentan con dos ruedas de caucho con frenos, tapa ajustable, desagüe y tapones fijadores, en la tabla 7 se describen sus características:



Figura 18. Contenedores actuales de la plaza de mercado Cachipay

Fuente: autoría propia

Tabla 7. Características de los contenedores actuales

Capacidad	660 lts
Alto	1,37 cm
Ancho	1,25 cm
Largo	0,76 cm
Tipo de Contenedor	Contenedor con Ruedas
Peso	45 kg
Forma	Cúbica
Estado	Regular

Nota: en esta tabla se señalan las características de los contenedores que se utilizan para depositar los residuos sólidos. Fuente: autoría propia

Los contenedores están ubicados en la zona baja de la plaza de mercado, con un amplio espacio destinado para el acopio de los residuos sólidos teniendo en cuenta los días de mayor producción, mientras son recolectados por el vehículo en los días correspondientes y posteriores a ello trasladados al relleno sanitario Mondoñedo.

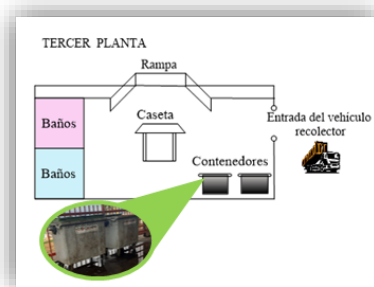


Figura 19. Ubicación de los contenedores en tercera planta

Fuente: autoría propia

- **Recolección y selección de los residuos:** en esta etapa se comienza a gestionar y trabajar en la recolección de residuos, junto con la comunidad de la plaza de mercado y nosotras como estudiantes de ingeniería ambiental; se realizó la debida separación y recolección de los residuos orgánicos que proceden de las actividades comerciales, a estos residuos se les destino un lugar de acopio junto a los contenedores en la zona baja de la plaza para su posterior transporte unas horas después de la recolección.



Figura 20. Separación y recolección de residuos orgánicos Plaza de Mercado Cachipay

Fuente: autoría propia

- **Carga y Descarga del Material:** después de la debida recolección se realizó el cargue y transporte del material al sitio donde se llevó a cabo el proceso, es decir, finca San Agustín Vereda Mesitas De Santa Inés, esto se transportó en un vehículo tipo camioneta de estacas con capacidad de carga de 800 kilogramos aproximadamente. Después del descargue se procedió picado del material de manera manual. Los siguientes cálculos se realizan para

conocer la cantidad de vehículos que se requieren para transportar los residuos generados en la plaza de mercado a la planta piloto.

Cantidad de vehículos propuesta para transportar los residuos:

Para hallar el cálculo de los vehículos requeridos para el transporte de los residuos se necesita desarrollar la siguiente formula:

$$\# \text{ vehiculos} = \frac{(Pt * PPC * Fr)}{(Cv * Pe)}$$

Donde:

Pt = es la población atendida (#de stand)

PPC = Producción per cápita ($\frac{kg}{día}$ /stand)

Fr = frecuencia de recolección (días) en este caso 3,5 días

Cv = Capacidad del vehículo recolector m^3

Pe = peso específico de residuos orgánicos ($400kg/m^3$) Dato tomado de Comisión de Regulación de agua Potable, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, 2015 pág. 147

Entonces:

$$\# \text{ vehiculos} = \frac{(25 \text{ stand} * 4,58 \frac{kg}{día} \text{ stand} * 3,5 \text{ días})}{(1m^3 * \frac{400kg}{m^3})}$$

$$\# \text{ vehiculos} = 1 \text{ vehiculo}$$

De acuerdo con los resultados obtenidos el municipio requiere de 1 vehículo con capacidad volumétrica de 1 m³ para la recolección y traslado de los residuos orgánicos hacia la planta piloto, con una frecuencia de recolección de 2 veces por semana.

Contenedores necesarios para almacenamiento temporal de residuos sólidos

Para la plaza de mercado se proponen contenedores de 660 litros debido a que su manipulación es más fácil para que los operarios realicen su labor. El cálculo a continuación se realiza a partir del total de los residuos que se generan al día, con el fin de identificar la cantidad de contenedores necesarios para el almacenamiento. La recolección de residuos sólidos en la plaza de mercado se realiza dos veces por semana, se calcula el volumen de almacenamiento necesario tomando como referencia 4 días de generación.

$$114,7 \text{ kg/día} * 4 \text{ días} = \mathbf{471 \text{ kg}}$$

Según la Comisión de Regulación de agua Potable, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, 2015 (pág. 147) el peso específico de los residuos orgánicos es 0,4 Toneladas/m³ equivalente a 400 kg/m³

$$\text{Volumen} = \frac{471 \text{ kg}}{400 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1,2 \text{ m}^3}$$

A continuación, con el valor obtenido en la operación anterior dividido en el volumen de los contenedores correspondiente a 0.660 m³ se obtiene el número de contenedores necesarios para almacenar los residuos orgánicos generados en 3.5 días según la frecuencia de recolección.

$$\text{N. de contenedores} = \frac{1,2 \text{ m}^3}{0,660 \text{ m}^3} = \mathbf{1,8}$$

De acuerdo con lo anterior se necesitan 2 contenedores con capacidad de 660 litros para suplir la necesidad de recolección y almacenamiento de los residuos generados orgánicos en intervalos de 2 días por semana. Pero se ha de tener en cuenta las falencias e inconsistencias que se puedan llegar a presentar en los intervalos de recolección y por eso se recomienda tener otro contenedor con la misma capacidad para suplir estas inconsistencias y evitar contaminación en el área.

Ruta de recolección

En vista de que la plaza de mercado no cuenta con un plan de recolección interno se plantea como propuesta las siguientes rutas de recolección para que el mecanismo sea eficiente para los comerciantes y operarios del aseo público. Por ende, en las figuras 21, 22 y 23 se plasma estas propuestas.



Figura 21. Ruta propuesta para la zona alta

Fuente: autoría propia

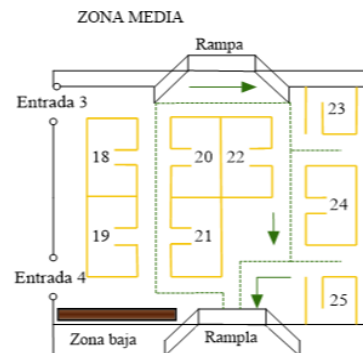


Figura 22. Ruta propuesta para la zona media

Fuente: autoría propia

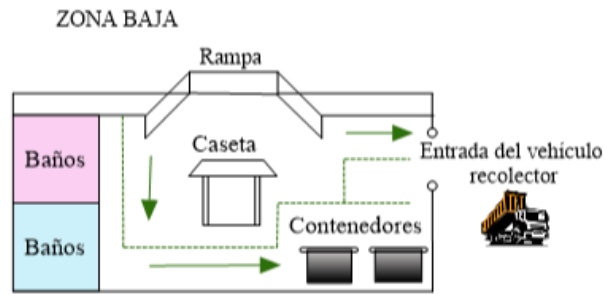


Figura 23. Ruta propuesta para la zona baja

Fuente: autoría propia

Operarios de recolección

Se realiza el cálculo de operarios necesarios para realizar el cargue de los residuos al vehículo transportador.

Para el cálculo de operarios se realiza la siguiente formula:

$$\# \text{ operarios} = \frac{PPC * Pt * Fr}{Ro}$$

Donde:

$PPC = \text{producción percapita } \left(\frac{kg}{\text{día}}\right) / \text{stand}$

$Pt = \text{Población total } (\# \text{stad})$

$Ro = \text{rendimiento operario } (425kg/\text{operario}/\text{hora})$

$Fr = \text{Frecuencia de recolección}$

Se tiene en cuenta que para realizar la fórmula se requiere el rendimiento de operario (Ro), por ende, se toma como referente teórico el siguiente valor: 425 kg/operario/hora. (Moreno J. & Pérez E, 2006, p. 9)


$$\# \text{ operarios} = \frac{4,58 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \text{ stand} * 25 \text{ stand} * 3.5 \text{ días}}{425 \text{kg/operario/hora}}$$





$$\# \text{ operarios} = 0,94 \text{ operarios/hora}$$

De acuerdo con lo anterior se requiere un solo operario durante una hora por cada frecuencia de recolección para realizar el cargue de los residuos orgánicos en el vehículo transportador. Los residuos sólidos son trasladados desde cada stand hasta el almacenamiento temporal por cada uno de los comerciantes.

Para la seguridad personal de los operarios se requiere un equipo de protección ya que los operadores del aseo público están expuestos a golpes e infecciones de acuerdo a la composición de los residuos a manipular. (Tabla 8)

Tabla 8. Elementos de protección personal

Elementos de Protección	Características	Imagen
Personal		
Cascos	El casco es un elemento de protección frente a contusiones provocadas por caída de objetos	

Gafas de Seguridad	Protección de partículas que pueden penetrar en los ojos	
Mascara Respiratoria	Protección para la salud inhalación de gases y vapores nocivos.	
Guantes de Caucho	Evita tetanización cortadas y punzadas.	
Calzado de seguridad	Caída de objetos pesados, o contra aprisionamiento de los dedos de los pies bajo grandes pesos.	

Nota: en la tabla anterior se describen los principales elementos de protección personal que deben utilizar los operarios de recolección. Fuente: autoría propia

10.3.2 Implementación de la planta piloto

- **Ubicación área de tratamiento:** La implementación de la prueba piloto se realizó en la finca San Agustín de la vereda Mesitas de Santa Inés a 1 kilómetro y medio del casco urbano. La temperatura promedio de la zona es de aproximadamente 19° C.

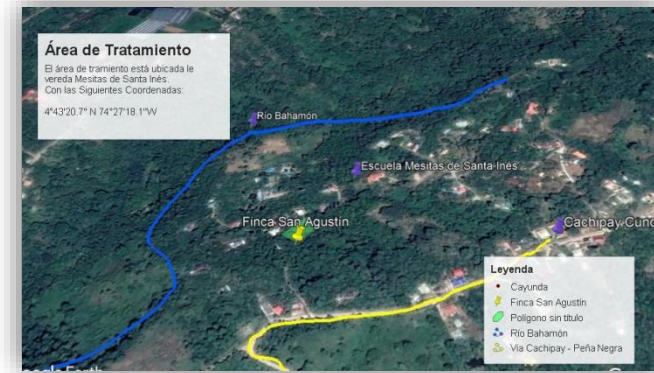


Figura 24. Finca San Agustín

Fuente: Google Earth Coordenadas 4°43'20.7" N 74°27'18.1"W

Así mismo en la figura 25 se evidencia el plano de la distribución del proceso de compostaje en la finca anteriormente mencionada:

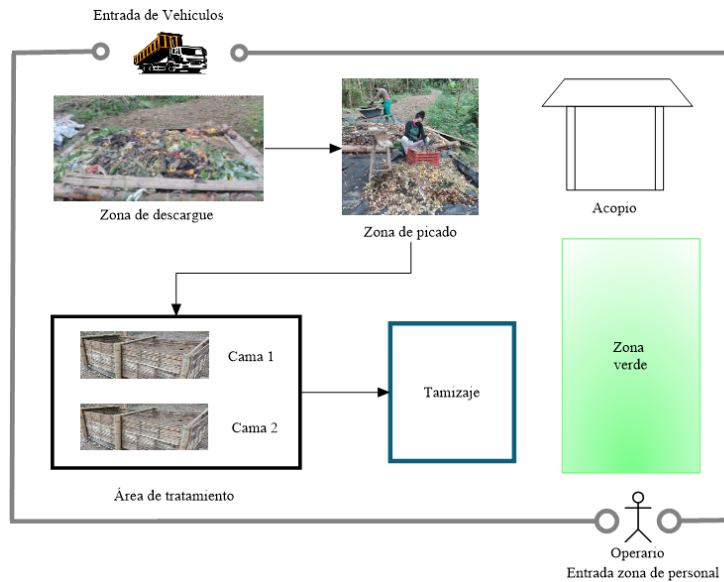


Figura 25. Plano distribución del para la realización del proceso de compostaje

Fuente: autoría propia

▪ **Adecuación de camas:**

Después de adecuar el terreno, se procede a la construcción de las dos camas con capacidad de aproximadamente una tonelada cada una para la descomposición aerobia de la materia orgánica, se construyen camas y estantes para la planta piloto, se hace la construcción del techado y preparación de los espacios con una inclinación de 5% para drenaje de lixiviados.

Las camas se construyeron con unas medidas aproximadas de 1 metro con 50 centímetros de alto, 2 metros de largo y 1 metro de ancho, estas medidas se tomaron como referencia para trabajar una tonelada aproximadamente de residuos sólidos por cada cama, teniendo en cuenta un peso específico teórico para residuos orgánicos de 400 kg/m³ (CRA, 2012)

Capacidad total de cada unidad de tratamiento: $400 \frac{Kg}{m^3} * 3m^3 = 1200 Kg$

Se decidió trabajar con 1000 Kg de residuos orgánicos por cama para facilitar la tarea de volteo.

Vale la pena resaltar que estas camas ser elaboraron en esterilla y estacón de guadua, el techado se realizó con plástico negro a una altura aproximada 3 metros para facilitar la aireación del proceso. (Martínez, L. H. 2015, p 12)



Figura 26. Cajón elaborado en esterilla de guadua.

Fuente: autoría propia



Figura 27. Residuos orgánicos recién descargados primera semana

Fuente: autoría propia

Después del descargue de los residuos orgánicos se procedió a picar a mano y a escurrir la mayor cantidad de lixiviados en un recipiente por parte de las estudiantes. “El Triture de los residuos de consistencia gruesa se hará hasta obtener un tamaño ideal 1-3 cm” (Martínez, L. H. 2015, p 11).



Figura 28. Proceso de picado a mano

Fuente: autoría propia

- **Montaje de camas:** se procedió a montar las camas, primero se realizó el pesaje de la tierra negra y el picado de los residuos orgánicos, por medio de la romana, herramienta antigua de pesaje. Luego en cada cama se procedió a llenar con las diferentes capas del material, la primera capa fue de hojarasca seca, esta tuvo un espesor de cinco centímetros aproximadamente, la segunda fue de tierra negra con un espesor de cinco centímetros y por último una capa de residuos orgánicos previamente picados que tuvo un espesor de quince centímetros aproximadamente, y así se realizaron capas sucesivas hasta lograr llenar el cajón, estas capas se distribuyeron como se indica para garantizar equilibrio de humedad.



Figura 29 .Collage: Montaje por capas de hojarasca, tierra y residuos orgánicos previamente picados. Fuente: autoría propia

▪ **Periodo de tratamiento y descomposición de los residuos:**

Los volteos se realizaron según la variación de la temperatura, para esto se monitoreó la temperatura durante el proceso para establecer las frecuencias en que se hicieron los volteos. Los cuales se realizaron 2 veces por cada cama a lo largo las ocho semanas.

Según la cartilla de elaboración de abono orgánico “Es necesario que la pila alcance una temperatura 40° C en su fase mesófila, Teniendo en cuenta que los volteos se deben hacer cada vez que se presenten temperaturas superiores a 65 ° C, en este caso para clima cálido se pueden realizar volteos con un intervalo de tiempo entre 2 a 8 días y para clima frío, entre 5 a 15 días.” (Cartilla Para la Elaboración de Abono Orgánica IC, 2015).

Si la pila sube más de 65° C se debe enfriar realizando volteos. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos benéficos para el proceso mueren y otros no actúan. La presencia de

microorganismos benéficos se reconoce porque aparece sobre la pila mohos blancos, azul claro y verde claro, que presentan un olor a fermento. (Martínez, 2015).

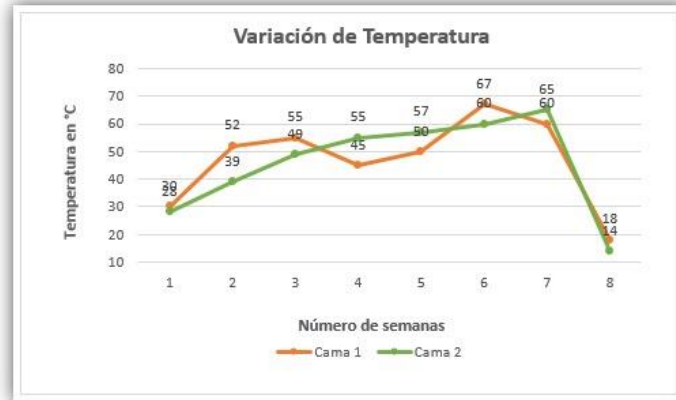


Figura 30. Variación de temperatura semana por semana de las camas

Fuente: autoría propia

El registro de temperaturas obtenidas que se representan en la figura 30, se evidencia que en la cama 1 la temperatura aumento a partir de la primera semana permitiendo el inicio de la fase mesófila en la cual los microorganismos empiezan su labor descomponedora y en la siguiente semana su temperatura aumentó mayor a 50° C iniciando la fase termófila, a diferencia de la cama 2 el inicio de la fase termófila comienza desde la cuarta semana debido a que los microorganismos no se desarrollaron a la misma velocidad que los de la cama 1 y también por el factor inhibidor que genera la adición de melaza, teniendo en cuenta que una de las características más clara de la actividad microbiana es el incremento de temperatura de la masa que se composta.

En la última semana tanto para la cama 1 y la cama 2 la temperatura descendió bajo los 20 °C, lo que quiere decir que se está dando a inicio a la fase de maduración o enfriamiento donde la temperatura vuelve a su estado inicial.



Figura 31. Collage: Volteos.

Fuente: autoría propia

El ajuste de la humedad debe estar entre el 50 % - 70 % realizándolo manualmente con la prueba de puño “tome un puñado de la mezcla final y observe que al apretar salgan pequeñas gotas de agua entre los dedos, si el puñado se desborona está muy seco y si escurre agua está muy húmedo”. (CONPES, 2017)



Figura 32 .Prueba de puño.

Fuente: Autoría propia

En este caso con las pruebas de puño identificamos que la humedad era la adecuada para el proceso, pero en una de estas pruebas se evidenció resequead en el compost y por ende fue

necesario agregar agua y lixiviados recolectados para favorecer la humedad del abono en las camas.

Posterior a esto se procedió a realizar la medición de la temperatura y tamizado para cada una de las camas. (Martínez, L. H. 2015, p 11)



Figura 33. Tamizaje en costales.

Fuente: autoría propia

Resultados de la implementación de la planta piloto:

En la construcción de la cama 1 se pudo observar, que el proceso de descomposición fue uniforme es decir que la cama logró su descomposición por completo sin dejar residuos empastados y grumosos, las temperaturas de esta cama se obtuvo muy poca variación ya que se mantuvieron entre los 50° a 60° C, pero en la última semana, en su etapa final la temperatura descendió lentamente bajo los 18° C (figura 31) así mismo se realizó un volteo para favorecer la aireación y oxigenación de los microorganismos aerobios los cuales favorecieron la degradación

de la materia orgánica. Al momento de realizar el volteo se empezó a observar la calidad del abono, puesto que en esta cama los parámetros físicos como el color y el olor fueron de tierra marrón oscura, olor neutro respectivamente y en ningún momento hubo presencia de vectores. Vale la pena resaltar que este proceso se obtuvo en un tiempo menor al esperado, debido a que en el municipio donde se montó el piloto, se contó con una temperatura aproximada de 19° C (IDEAM, 2019) lo cual favoreció la correcta y rápida descomposición gracias a la generación de microorganismos fermentadores que hacen que el proceso sea más ágil.

Para la cama 2 se utilizó la melaza como acelerante y de modo experimental, el cual no dio el resultado esperado ya que, al tener temporada seca desde el inicio del proceso, el acelerador lo que hizo fue empastar la mezcla y retrasar un poco la descomposición, por ende, se le realizó un volteo para lograr compactar todas las capas y hacer una mezcla más uniforme para que se lograra descomponer en partes iguales y de igual manera se humedeció la mezcla con abundante agua. A la siguiente semana se observó que el proceso vuelve a empastarse por exceso de humedad, entonces se procede a darle un segundo volteo para que la mezcla se vuelva a compactar nuevamente. De esta manera se observó que en esta cama se mantuvo constante la humedad lo que permitió que al inicio del proceso se evidenciará abundante moho blanco sobre la pila. También se evidenció una variación constante de la temperatura entre los 30 a 60° C, así mismo al igual que la cama 1 se logró apreciar abono de buen aspecto, sin olores ofensivos y de color marrón oscuro con algunas lombrices que nacieron del proceso y ayudaron a la descomposición de manera sana. Finalmente se logró evaluar que la melaza no sirvió como acelerante en este proceso ya que no obtuvimos resultados favorables, es decir se demoró el mismo tiempo en el proceso que la cama anterior.



Figura 34. Resultado del compost.

Fuente: autoría propia

11 Conclusiones

- La implementación de una planta piloto para el manejo y tratamiento de los residuos orgánicos generados en la plaza de mercado del municipio de Cachipay fue una estrategia de mejoramiento ambiental que aporta en la gestión integral de residuos sólidos.
- La plaza de mercado no cuenta con un plan de manejo interno de residuos sólidos lo que dificulta la separación y aprovechamiento de los residuos, y así mismo la eficiencia de recolección en las tres zonas.
- Teniendo en cuenta la producción diaria de residuos, se realizó el cálculo para hallar la cantidad de contenedores necesarios para almacenarlos durante los intervalos de recolección, así mismo se requiere tener un contenedor de más para suplir la necesidad de almacenamiento de acuerdo con falencias e inconsistencias que se puedan llegar a presentar en los periodos de recolección.
- Con el desarrollo de esta estrategia de implementación de una planta piloto para producir abono orgánico por medio de la técnica del compostaje con los residuos generados en la plaza de mercado del municipio de Cachipay, se obtienen herramientas de análisis que brindan beneficios al municipio tanto socioeconómicos como ambientales, ya que para la primera opción se genera empleo y desarrollo para el municipio y para la segunda una estrategia limpia con el medio ambiente. En cuanto al montaje del proyecto y adecuación de las camas se hizo a partir de la propuesta de reutilizar y aprovechar los residuos orgánicos generados en la plaza de mercado de municipio de Cachipay; los residuos principalmente se componen de desperdicios tanto secos como húmedos que a diario salen del comercio de productos que se venden en la plaza de mercado.

- La elaboración de abono orgánico tiene muchos beneficios, uno de ellos es social ya que puede mejorar la imagen de un municipio o de una ciudad ya que este tipo de proyectos se implementa el uso de tecnologías limpias y se promueve el aprovechamiento de estos residuos para la fabricación de abonos orgánicos que traen excelentes beneficios para los suelos y el agro.
- Uno de los factores más importantes para la producción de abono orgánico son las condiciones meteorológicas, ya el desarrollo del proyecto contó con una temperatura promedio de 25° C durante toda la fase lo que hizo que el proceso se acelerara favoreciendo la proliferación de microorganismos descomponedores que trabaja en la fermentación.
- Debido al control de variables como temperatura, humedad y frecuencia de volteos se evitó la generación de olores ofensivos y proliferación de vectores.
- El tiempo óptimo para el tratamiento de los residuos fue dos meses gracias a las temperaturas que se presentaron en el municipio, teniendo en cuenta que el tratamiento de los residuos orgánicos en zonas templadas es de aproximadamente de 6 meses de descomposición.
- Es importante implementar el plástico de color negro como tipo invernadero preferiblemente sobre las pilas o camas, ya que proporciona incremento puntual en la temperatura y evita la exposición directa a la radiación UV la cual puede afectar el desarrollo microbiológico
- En cuanto a la melaza que se utilizó como acelerante en una de las camas experimentales en este caso no funciono como se esperaba, probablemente el cálculo que se realizó para la dilución de la mezcla no fue el correcto, puesto que no se evidencio totalmente la

transformación de la materia orgánica, esto se puede afirmar debido a los tiempos de descomposición de cada cama, ya que los dos procesos tardaron el mismo en degradar los residuos orgánicos.

- Los volteos se realizaron de acuerdo con la observación directa y a la variación de los parámetros físicos como humedad y temperatura, los cuales requerían de estos para que las camas se lograran oxigenar correctamente.
- En la fase de maduración se observó visualmente la proliferación de lombrices de tierra incrementaron su actividad realizando funciones como remover, excavar, moler, masticar y en general romper físicamente la materia orgánica obteniendo un material final estabilizado. El color final en cada una de las camas fue diferente; de color negro en la cama número uno y en la cama número dos se presentó un color marrón oscuro, esto se deduce que es por el tipo de acelerante que se aplicó o por la composición de residuos orgánicos que se agregaron a cada una. En cuanto al olor, era un olor a bosque, es decir tierra fresca, y de igual manera no se evidencia restos de residuos inicialmente incorporados.
- Se puede evidenciar que al transformar los residuos orgánicos generados en la plaza de mercado Cachipay, se disminuye un porcentaje de residuos orgánicos ingresados al relleno sanitario de Mondoñedo, alargando su vida útil.
- Durante el proceso se capacitó a los comerciantes de la plaza de mercado sobre la temática de los residuos orgánicos por medio de folletos didácticos y pancartas, se logró socializar la idea de la implementación de una planta piloto como alternativa a la problemática planteada, y gracias a esta capacitación se les permitió aclarar dudas en

cuanto a la disposición y tratamiento de los residuos orgánicos y el beneficio que este les trae, así mismo aprendieron a compostar desde sus hogares.

12 Recomendaciones

- Se recomienda formular e implementar un plan de manejo interno de residuos sólidos propuesto para mejorar la disposición de los residuos.
- Se recomienda el uso de plásticos negros para la cobertura del proceso, ya que este tipo de material obstruye la radiación UV y logra aumentar la temperatura promoviendo la proliferación de microorganismos que hacen que la descomposición sea adecuada y así mismo agilice el proceso en todas sus fases. Se recomienda que para realizar las pilas de abono a procesar es conveniente realizarlo directamente en el suelo, se podría utilizar como base un plástico grueso o piso de cemento, ya que esto facilitará el proceso al momento de darle volteos o de mezclar, puesto que revolverlos dentro de un cajón con las medidas anteriormente dichas es muy complicado debido al tamaño y a la altura de este.
- Se recomienda la adición de acelerantes en caso realizar el proceso de compostaje en climas fríos, es decir que este permite que la descomposición sea favorable y acelerada. Por ejemplo, en algunos casos se puede implementar melaza, yogurt o levaduras, ya que estos compuestos favorecen la descomposición y la fermentación lo que ayuda a que los microorganismos aceleren su trabajo. Es así como en climas cálidos no es necesario la implementación de acelerantes ya que, las temporadas cálidas favorecen la descomposición y el tiempo de fermentación.
- Se recomienda para el proceso de realización de abono orgánico picar previamente los residuos orgánicos, con un aproximado de no mayor a tres centímetros de tamaño, ya que esto favorece la descomposición.

- Se recomienda realizar pruebas de laboratorio teniendo cuenta los siguientes parámetros químicos: N, C, P, N, Ca, K, Mg y relación C: N para constatar la calidad del abono obtenido.
- Se recomienda realizar campañas de educación ambiental con el fin de promover el uso de tecnologías limpias y dar a conocer la importancia de la separación desde la fuente y el tratamiento de los residuos sólidos fomentando la conciencia ambiental y el uso de las estrategias amigables con el medio ambiente.

13 Referencias

- Azurduy, I., Azero, I. & Ortuño. (2016) *Evaluación de Activadores Naturales para Acelerar el Proceso de Compostaje de Residuos Orgánicos en el Municipio de Quillacollo* – Scielo. Recuperado de: http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v7n4/v7n4_a02.pdf
- Acosta, W. & Peralta, M. (2015). *Elaboración de abonos orgánicos a partir del compostaje de residuos agrícolas en el municipio de Fusagasugá*. Universidad de Cundinamarca. Obtenido de Sitio Web <http://dspace.ucundinamarca.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1234/ELABORACION%20DE%20ABONOS%20ORGANICOS%20A%20PARTIR%20DEL%20COMPOSTAJE%20DE%20R.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Agronomía Colombiana (2012) *Descomposición de la materia Orgánica y Sus Fases*. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/24027/1/21129-71663-1-PB.pdf>
- Barbosa, M. A. (2015). *Esquema de ordenamiento territorial municipio de Cachipay*. Recuperado de http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/eot_cachipay_4.pdf
- Banco Mundial, (2016). *Informe residuos sólidos en Colombia*. Recuperado de <http://www.worldbank.org/en/search?q=informe+sobre+residuos+de+colombia¤tTab=1>
- Bueno Márquez, P., Díaz Blanco, M., & Cabrera Capitán, F. (s.f.). *Factores que afectan al proceso de Compostaje*. Capítulo 4. Obtenido de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores%20que%20afectan%20al%20proceso%20de%20compostaje.pdf>
- Bogotá, (2014) *Ruta piloto de residuos orgánicos en la Plaza de Mercado 'Las Ferias'*. Recuperado de: http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/images/documentos/programaorganicos.pdf
- Conpes. (2008). *Lineamientos Y Estrategias Para Fortalecer El Servicio Público De Aseo En El Marco De La Gestión Integral De Residuos Sólidos*. CONPES Colombia. Recuperado de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2008/conpes_3530_2008.pdf

Comisión Nacional Del Medio Ambiente Colombiana. (2000). *Norma De Calidad Del Compostaje, Departamento De Descontaminación, Planes Y Normas*; Obtenido de <http://www.lombricultura.cl/lombricultura.cl/userfiles/file/biblioteca/normas/Norma%20calidad%20COMPOST.pdf>

Cuervo, A. J. (2017) *Guía Técnica Para El Aprovechamiento De Residuos Orgánicos A Través De Metodologías De Compostaje Y Lombricultura*. Recuperado de http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf

Cumbre Mundial Sobre la Alimentación (1995 – 2050) *Podrá La Humanidad Hacer Frente Al Continuo Crecimiento De Su Población* (Volumen 1). Necesidades de alimentos y crecimiento de la población Recuperado de: <http://www.fao.org/3/w2612s/w2612s04a.htm>

Ministro De Desarrollo Económico (2002). *DECRETO 1713 DE 2002*. Bogotá; Recuperado de: <http://www.cdmb.gov.co/web/ciudadano/centro-de-descargas/273-decreto-1713-2002-1/file>

Delgado, J. (2015) *Contribuciones Del Compost Al Mejoramiento De La Fertilidad Del Suelo*. Tesis de Pregrado. Universidad de Caldas

Earth Green Colombia. (2019) *Compostaje y Tierra Verde* (23). Recuperado de: <http://www.earthgreen.com.co/>

Espinosa, K. (2011) *Elaboración De Un Abono Orgánico A Base De Desechos Del Procesamiento Del Brócoli*. Trabajo de Investigación (Graduación). Facultad De Ciencia E Ingeniería En Alimentos Universidad Técnica De Ambato

González. J, M, Medina. M, A. (2014). *Producción Limpia. Diseño y evaluación del compostaje como alternativa para el tratamiento de residuos de aditivos en la construcción*. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552014000100004

Galindo, L (2018) *Estandarización De La Técnica De Compostaje Enriquecido Con Fosforo Como Método De Reaprovechamiento De Los Residuos Orgánicos De La Plaza Sur De Tunja*. Tesis De Pregrado Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia Facultad De Ciencias.

- Hernández, R (2009) *Gestión integral de los residuos sólidos urbanos*. (Tesis de pregrado) Escuela superior de ingeniería y arquitectura Unidad Zacatecno, Instituto politécnico nacional. México D.F. Recuperado de: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3066/GESTIONINTEGRAL.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&ved=2ahUKEwjrne6r1NLoAhUNZd8KHfUnDik4ChAWMAJ6BAgFEAE&usg=AOvVaw13RBzmLfJqaXUYzpPTNw9x>
- Martínez, L. H. (2015) *Cartilla Práctica Para la Elaboración de Abono Orgánico, Compostado En Producción Ecológica*. Instituto Colombiano de Agricultura ICA, Recuperado de <https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/agricultura-ecologica-1/documentos/cartilla-elaboracion-abono-organico-solido-28-11-2.aspx>
- Maldonado, M. J. et al. (2012- 2017) *Tomo Tres, Perfil del Estado de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente en Colombia*. Recuperado de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/002592/TOMO3-PERFIL.pdf>
- Márquez, P. (2014) *Factores que afectan al proceso de Compostaje*. Recuperado <http://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores%20que%20afectan%20al%20proceso%20de%20compostaje.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2019) “*Por el cual se modifica la resolución 668 sobre el uso racional de bolsas plásticas y adoptan las otras disposiciones*” Resolución 2184. Recuperado de: https://panel.magicmail.co/Archivos/Imagenes/38/Imagenes/Diciembre/res._2184_-_2019_por_la_cual_se_modifica_la_resolucion_668_de_2016_sobre_uso_racional_de_bolsas_plasticas_y_se_adoptan_otras_disposiciones_1.pdf
- Ministerio de vivienda, ciudad y territorio (2013). *Decreto 2981, por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo. Ley 142 de 1994 modificada por la Ley 689 de 2001*. Recuperado de: http://www2.igac.gov.co/igac_web/normograma_files/Decreto%202891%20de%202013.pdf

Moya, A. (2019). *Plan de desarrollo municipal Cachipay*. Recuperado de http://cachipaycundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/cachipaycundinamarca/content/files/000002/57_plan-de-desarrollo-municipal-cachipay-2016-2019.pdf

Moreno J. & Pérez E. (2006) Optimización del sistema de rutas de recolección de residuos sólidos domiciliarios. Recuperado de: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2006/aprov_distr_transporte/000226_final.pdf&ved=2ahUKEwiM8OqQg8DoAhXyQ98KHebJDAUQFjAAegQIBBAB&usq=AOvVaw1rDY0AP8MuFp0roBUS5Tb8

Negro M., Villa J, (2018). *Producción de Gestión del Compost*. SciELO - Scientific Electronic Library Online: Recuperado de: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/16792/1/2000%20Compost%20CIEMAT.pdf>

Norma Técnica Colombiana GTC 24. (2009). *Gestión Ambiental De Residuos Sólidos*. Guía Para la Separación de la Fuente (05 - 20). Recuperado de <http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/GTC%2024%20DE%202009.pdf>

Ocaña, E, Rebellón, L & Lozada, P. (2017) *Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. Lecciones desde Colombia*. Scielo. Pág. 33 Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432017000100031

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2015). *Compostaje: vamos a devolver algo al suelo* (00153). Recuperado de <http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/281085/>

Oficina de Servicios Públicos . (14 de Agosto de 2018). *Problemática de Residuos Sólidos de Cachipay*. (J. K. Moreno, & A. Vela, Entrevistadores)

Organización de las Naciones Unidas para La Agricultura y la Alimentación FAO (2019). *Objetivos de Desarrollo Sostenible* (8) Recuorado de: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/sustainable-agriculture/es/>

- Programa Integral de Residuos Sólidos* (2015) Ejército Nacional. Recuperado de:
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2412/Separaci%C3%B3n%20en%20la%20Fuente.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Ramos D. A. (2014) *Generalidades de los abonos orgánicos*. Scielo. Recuperado de
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007
- Salamanca C, E. (2014) *Estrategias para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la plaza de mercado de Fontibón, Bogotá D.C.* Recuperado de:
http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1931/Salamanca_Castro_Eduad_Mauricio_2014.pdf?sequence=1
- Sarduy, Y. (2017, Julio, 3). *El análisis de información y las investigaciones cuantitativa y cualitativa*. Revista cubana de salud pública. Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/pdf/214/21433320.pdf>
- Santana, J.k. (2015) *Proyecto De Producción Y Comercialización De Compost Obtenido A Partir Del Proceso De “Raquis” De Palma En La Empresa Inbioales S.A En El Cantón La Concordia, Provincia Santo Domingo De Los Tsachilas*. Recuperado:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9986/1/102T0070.pdf>
- Quinatoa, M. J; (2012) *Tesis: Estandarización Del Proceso De Producción De Compost Con Fines Comerciales Utilizando Tres Fuentes De Inóculo Con La Asociación Santa Catalina Del Cantón Píllaro*; Pág. 8 -10. Recuperado de:
<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2463/1/Tesis-31agr.pdf>
- Ramos, A. (2014) *Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá*. Scielo. Vol. 35 no.2 La Habana. 2014, Recuperado
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000200012
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS (2015) *Sistemas de Aseo Urbano*. Recuperado de:
<http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO%20F.pdf>
- Reyes, O; García, M.; Valencia, L. (2011) *Efecto del uso de melaza y microorganismos eficientes sobre la tasa de descomposición de la hoja de caña (Saccharum officinarum)*. Universidad

Nacional Abierta y a Distancia. UNAD; Recuperado:
<http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/920>

Tena, E.A., Turnbull, B. (2014). *Manual de investigación experimental*. Recuperado de:
https://books.google.com.co/books/about/Manual_de_investigaci%C3%B3n_experimental.html?id=wtutsTGOFcIC&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Sarduy, Y. (2017, Julio, 3). *El análisis de información y las investigaciones cuantitativa y cualitativa. Revista cubana de salud pública*. Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/pdf/214/21433320.pdf>

Universidad Nacional de Colombia (2019) *La planta de compostaje, alternativa sostenible para hacer de un problema una oportunidad. (Sede Medellín)*. Recuperado:
<https://medellin.unal.edu.co/noticias/2729-la-planta-de-compostaje-alternativa-sostenible-para-hacer-de-un-problema-una-oportunidad.html>

Villegas, H. (2014) *Evaluación del Efecto Acelerador de Microorganismos Transformadores de Materia Orgánica (TMO) en el Proceso de Compostaje de las Deyecciones de Bovinos, Porcinos y Conejos*. Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas Universidad de Manizales.

Villa, L. (2017) *Implementación De Manejo De Residuos Orgánicos En Áreas Verdes*. Universidad Nacional Agraria La Molina Facultad De Agronomía

14 Anexos

- **Cotización universidad Nacional:**

<https://drive.google.com/file/d/18bW4F2bTekgNu7DT--LHaOfH52JpVww0/view?usp=sharing>

- **Cotización ICA:**

https://drive.google.com/file/d/1Zk9khuUr9FVFZkwLJoWDU_t9fq4xXDkR/view?usp=sharing

- **Cotización AGQ Labs:**

https://drive.google.com/file/d/1_-jfIY4wrUfzj13e21tdwiRPeVquEeuU/view?usp=sharing

Anexo 1. Folletos didácticos

Código De Colores Para Residuos Orgánicos Y Ordinarios



Color crema	Color verde
Residuos de comida no contaminados	Barrido de instalaciones
Restos de frutas	Servilletas
Restos de verduras	Cartón y plástico no aprovechables
	Restos de comida



Proyecto Implementación Una Planta Piloto Para El Manejo Y Tratamiento De Los Residuos Orgánicos Generados En La Plaza De Mercado Del Municipio De Cachipay



Presentado Por:
Moreno Pinto Jenny Katerin & Vela López
Andrea Milena
Estudiantes De Ingeniería Ambiental De La Unad

Folleto Propuesto Para Proyecto Aplicado,
Planteado Como Requisito De Grado
2019

Abono Orgánico



El abono orgánico es todo material de origen animal o vegetal que se utiliza principalmente para mejorar las características del suelo, como fuente de vida y brindándole nutrientes al mismo.



Compost

Fases

Compost

Beneficios

Entre los abonos orgánicos uno de los más conocidos es el compost

- ✓ Aporta nutrientes
- ✓ Costos de producción muy bajos
- ✓ Evita la implementación de fertilizantes
- ✓ Es amigable con el medio ambiente



Anexo 2.

Tabla 9. Anexo 2. Formato de encuesta tipo ambiental

Encuesta De Tipo Ambiental Planteada Como Herramienta De Trabajo Para El Desarrollo Del Proyecto De Grado “Implementación De Una Planta Piloto Para El Manejo Y Tratamiento De Los Residuos Orgánicos Generados En La Plaza De Mercado Del Municipio De Cachipay”		
Encuestadoras:		
Jenny Katerin Moreno Pinto		
Andrea Milena Vela López		
Nombres:		Fecha:
Apellidos:		Cel:
Número de Stand:		Edad:
Encuesta de Conocimiento Ambiental		
Marque con “X” la respuesta que considere correcta		
▪ ¿Sabe la diferencia que existe entre un residuo orgánico a uno inorgánico?		
a. Si		
b. No		
▪ ¿Sabe usted cual es el color de la caneca donde se depositan los residuos orgánicos?		

- a. Roja
- b. Azul
- c. Crema

- ¿De qué manera se pueden reutilizar los residuos orgánicos?
 - a. Transformación para Alimento de animales
 - b. Transformación para obtener bio - abono
 - c. Transformación para generar energía
- ¿Cuál de las siguientes opciones cree usted que es la correcta para definir el significado de la Abono Orgánico?
 - a. Es la mezcla de materiales que se obtienen de la degradación de residuos orgánicos de origen vegetal.
 - b. Es la mezcla de piedras con restos de tierra y hojarasca.
 - c. Es la mezcla de plástico, papel y cartón
- ¿Sabe usted que al implementar abono orgánico se producen productos de mejor calidad y aptos para el consumo humano?
 - a. Si
 - b. No
- ¿Le gustaría contribuir en proyectos ambientales como el manejo de los residuos orgánicos generados en su plaza de mercado?
 - a. Si
 - b. No
- ¿Considera importante desarrollar proyectos que den manejo apropiado a los residuos orgánicos?

a. Si

b. No

- ¿Qué problema genera la mala disposición de los residuos orgánicos en la zona baja de la plaza de mercado en los intervalos de recolección del municipio?

a. Malos olores

b. Proliferación de vectores

c. Contaminación paisajística

d. Todas las anteriores

e. Ninguno

- ¿Sabe usted si en alguna ocasión se han realizado proyectos o estrategias en cuanto a la problemática de la plaza de mercado? (generación e incorrecta disposición de residuos orgánicos). De ser afirmativo, mencione cual.

a. Si

b. No

Cual: _____

- ¿Qué beneficio cree usted que traería la implementación de una Planta piloto en la plaza de mercado con los residuos orgánicos generados?

a. Social

b. Ambiental

c. Económico

Anexo 3.

Bitácora:

<https://drive.google.com/open?id=1kyBrMuMdHT3x3lnJHDw3veZ9Wf-6pjwF>

Tabla 10. Anexo 3. Formato de Bitácora

Bitácora Seguimiento Compost Con Residuos Orgánicos Generados En La Plaza De Mercado Del Municipio De Cachipay	
Integrantes	
Programa	
CEAD	
Fecha inicio recolección residuos solidos	
Fecha finalización recolección residuos sólidos	
Datos Iniciales	
Peso (Kg)	
Volumen (cm³)	
Altura residuos (cm)	
Semana 1	
Peso (Kg):	
Altura residuos (cm):	
Volumen (cm³):	

Textura:	
pH:	
Olor:	
Color:	
Lixiviados (mL):	
Observaciones:	
Registros fotográficos:	

Anexo 4.

Presupuesto:

Tabla 11. Anexo 4. Presupuesto ajustado

Equipos y materiales	Cantidad	Valor Unidad	Valor Total
Puntillas por kilo de 2 Pulgadas	5	3000	15000
Puntillas por kilo de 3 Pulgadas	5	3000	15000
Alambre Dulce Por Kilo	5	57000	285000
Palas	3	10000	30000
Carretilla	2	40000	80000
Canecas	3	6000	18000
Romana o bascula	0	0	0
Azadón	1	18000	18000
Macheta	4	30000	120000
Guantes Industriales por Par	6	5000	30000
Lonas	75	500	37500
Melaza por 25 kilos	7	2500	17500
Guadua Estacones	0	0	0
Guadua Esterilla	0	0	0
Papel Tornasol (Medidor de pH)	20	500	10000
Termómetros de Mercurio	2	2800	5600

Prueba Laboratorio (Carbono - Nitrógeno)	1	120000	120000
Papelería (impresiones encuesta y folletos)	1	30000	30000
Zaranda o Poli sombra en metros	5	21000	105000
Total			936600
