

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA COMPOSTERA GIRATORIA PARA LA TRANSFORMACIÓN DE DESECHOS ORGÁNICOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA EN LA FINCA LA BORJA, VEREDA LA VEGA DE JACOB, MUNICIPIO DE MANAURE-CESAR.

AUTOR(ES):

KELY YOHANA HERRERA ZAPATA

YERLIS CAROLINA ROJAS RIQUETT

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR – CESAR

2024

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA COMPOSTERA GIRATORIA PARA LA TRANSFORMACION DE DESECHOS ORGANICOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD AGRICOLA EN LA FINCA LA BORJA, VEREDA LA VEGA DE JACOB, MUNICIPIO DE MANAURE-CESAR.

AUTOR(ES):

KELY YOHANA HERRERA ZAPATA

YERLIS CAROLINA ROJAS RIQUETT

DIRECTOR(A)

LUIS CARLOS DIAZ
DOCTOR EN INGENIERIA

ASESOR(A)/CODIRECTOR(A):

MIGUEL DE JESUS CALDERON
MAGISTER EN EDUCACIÓN, MENCIÓN GERENCIA DE ORGANIZACIONES
EDUCATIVAS.

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR – CESAR

2024

DEDICATORIA

*"Encomienda a Jehová tus obras,
y tus pensamientos serán afirmados."
Proverbios 16:3*

A Dios, por ser nuestra guía en cada paso de este camino, dándonos la fortaleza, la paciencia y la claridad necesarias para alcanzar esta meta que, sin su amor y misericordia, este logro no habría sido posible a Él encomendamos cada uno de nuestros esfuerzos, confiando en que todo lo que hacemos es parte de su propósito perfecto para nuestras vidas. A nuestros padres, cuyo amor incondicional, sacrificio y apoyo han sido la base de todo lo que hemos logrado. Gracias por enseñarnos el valor del esfuerzo y la perseverancia, esta tesis es tanto suyas como nuestra.

A nuestros seres queridos, quienes de diferentes maneras contribuyeron a nuestra formación, quienes con su compañía, consejos y momentos de distracción hicieron que este proceso fuera más llevadero y significativo, impulsándonos a alcanzar siempre lo mejor de nosotras. A nuestros mentores, por su paciencia, sus enseñanzas, inspirándonos con su dedicación y vocación. Y, por último, a nosotras mismas, por no rendirnos, por creer en nuestras capacidades y por demostrar que los sueños, con trabajo y determinación, pueden convertirse en realidad.

Con amor, admiración y respeto...

*"Kely Herrera
Carolina Rojas"*



AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por darme la fortaleza y la sabiduría necesarias para superar cada desafío en este camino académico.

A mi familia

A mis padres quienes, con su esfuerzo, amor y sacrificio, han hecho posible que hoy esté aquí culminando esta etapa. A mis hermanas, por su disposición a brindarme su ayuda y apoyo siempre que lo necesité. Gracias por cada oportunidad, por creer en mí incluso en los momentos más difíciles.

A esa persona especial

Con su apoyo incondicional, por estar a mi lado cuando lo necesite, por acompañarme en los momentos más difíciles de este proyecto y, sobre todo, recordándome siempre que cada esfuerzo valía la pena y que el resultado sería gratificante.

A mis docentes

Quienes con su paciencia, conocimientos y guía han sido clave en mi formación profesional.

A Yerlis Rojas

Mi compañera de proyecto, por su compromiso, dedicación y esfuerzo incansable, por ser un apoyo fundamental en cada etapa, por su disposición para superar juntas cada desafío, por compañerismo y por convertir este proceso en una experiencia de aprendizaje y crecimiento compartido que recordaré siempre con gratitud.

“Kely Herrera”

A Dios

Primero y por encima todo, mi gratitud infinita a Dios, mi guía, fortaleza y refugio en este camino. Gracias, Señor, por tu fuerza, sabiduría y por recordarme que todo tiene un propósito, este logro es una muestra de tu amor y bendiciones sobre mi vida. A Ti entrego cada esfuerzo, sacrificio y alegría.

A mis padres y seres queridos

A mis padres y seres queridos, mis pilares y ejemplo de vida, por su amor, paciencia y apoyo incondicional, porque cada logro es reflejo de sus valores y fe en mí; Todo lo que soy y alcanzo es por y para ustedes. A "ST", quien desde el cielo sigue iluminando mi camino, su amor y recuerdo me inspiran para seguir adelante, esta meta también es suya. Y sin falta alguna mi hermana de la vida y mejor amiga, Mery Luz Padilla, por su compañía incondicional, su apoyo y su confianza en mí en cada paso de este camino.

A mis mentores

A ellos, por su paciencia y dedicación en mi formación, mi admiración y gratitud. En especial al ingeniero Orlando Rubiano, por su guía y enseñanzas, que llevará siempre conmigo.

A Kely Herrera

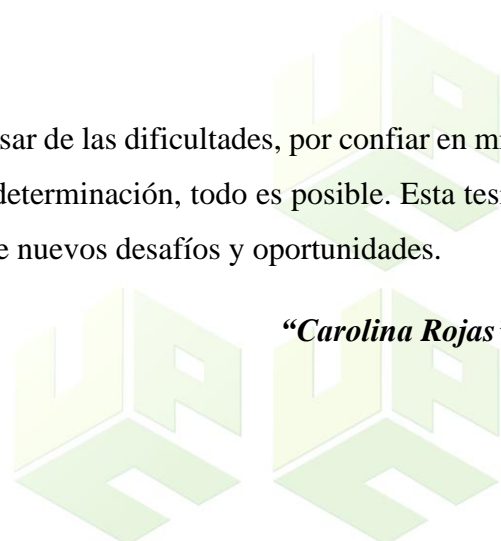
A mi compañera de tesis, por ser más que una colega, una aliada en este camino. Gracias por tu compromiso, paciencia y apoyo. Hoy celebramos juntas este triunfo que un día fue solo un sueño.

A mí

Finalmente, a mí misma, por no rendirme a pesar de las dificultades, por confiar en mis capacidades y por demostrarme que, con esfuerzo y determinación, todo es posible. Esta tesis es el cierre de una etapa, pero también el comienzo de nuevos desafíos y oportunidades.

" Con amor y gratitud infinita"

"Carolina Rojas"



RESUMEN

La finalidad del proyecto se centró en mejorar la gestión de residuos orgánicos en la Finca La Borja, ubicada en la vereda La Vega de Jacob, Manaure, Cesar. La disposición inadecuada de estos residuos puede llegar a presentar un problema ambiental, por lo que se diseñó e implementó una compostera giratoria para transformar los residuos orgánicos que produce la finca con el propósito de optimizar su manejo y evaluar los beneficios que se pueden tener al gestionar los residuos.

El estudio adoptó un enfoque cuantitativo y experimental, en la cual se realizó un diagnóstico inicial de los residuos orgánicos generados en la finca y se diseñó una compostera giratoria adaptada a las condiciones del lugar. Se llevaron a cabo pruebas de monitoreo, analizando parámetros físicos-químicos del compost, además de un ensayo de siembra con *Phaseolus vulgaris* (frijol).

Los resultados demostraron que el compost obtenido presentó un desempeño homogéneo, con una textura óptima para su aplicación en cultivos. Además, los ensayos con *Phaseolus vulgaris* (frijol) arrojaron resultados positivos. Estos hallazgos confirman que el compostaje giratorio es una solución eficiente y replicable para la gestión de residuos orgánicos en entornos agrícolas. Este método convirtió desechos orgánicos en un recurso útil, reduciendo el uso de fertilizantes químicos.

Palabras claves: Compostaje giratorio, residuos orgánicos, compost, *Phaseolus vulgaris*.



ABSTRACT

The project aimed to improve the management of organic waste at Finca La Borja, located in the La Vega de Jacob area, Manaure, Cesar. The inadequate disposal of this waste can become an environmental problem, so a rotating composter was designed and implemented to transform the organic waste produced by the farm in order to optimize its management and evaluate the benefits that can be obtained with waste management.

The study adopted a quantitative and experimental approach, in which an initial diagnosis of the organic waste generated on the farm was carried out and a rotating composter adapted to the site conditions was designed. Monitoring tests were carried out, analyzing physical-chemical parameters of the compost, in addition to a sowing test with *Phaseolus vulgaris* (beans).

The results showed that the compost obtained presented a homogeneous yield, with an optimal texture for its application in crops. In addition, the tests with *Phaseolus vulgaris* (beans) yielded positive results. These findings confirm that rotary composting is an efficient and replicable solution for managing organic waste in agricultural settings. This method converted organic waste into a useful resource, reducing the use of chemical fertilizers.

Keywords: Rotary composting, organic waste, compost, *Phaseolus vulgaris*.



TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	12
2. JUSTIFICACIÓN	14
3. OBJETIVOS	16
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
4. MARCO REFERENCIAL	17
4.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	17
4.2 MARCO TEÓRICO.....	20
4.2.1 <i>¿Qué es el Compostaje?</i>	20
4.2.2 <i>Beneficios del Compostaje</i>	20
4.2.3 <i>Fases del Proceso del Compostaje</i>	21
4.2.4 <i>Principales Parámetros De Control En El Proceso De Compostaje</i>	21
4.2.5 <i>Métodos Mas Utilizados Para La Producción De Compostaje</i>	23
4.3 MARCO CONCEPTUAL.....	25
4.4 MARCO CONTEXTUAL	26
4.5 MARCO LEGAL.....	28
5. MARCO METODOLOGICO	29
5.1 LÍNEA Y SUBLÍNEA Y ÁREA TEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN	29
5.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	29
5.3 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	29
5.4 POBLACIÓN DE ESTUDIO	30
5.5 MUESTRA DE POBLACIÓN	30
5.6 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	30
5.7 ESTRATEGIAS Y DESARROLLO METODOLÓGICO	30
6. RESULTADOS Y ANALISIS	35
6.1 DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA COMPOSTERA GIRATORIA	35
6.2 SELECCIÓN DE RESIDUOS.....	36
6.3 MEDICION DE PARAMETROS	38
6.3.1 <i>pH</i>	38
6.3.2 <i>Temperatura</i>	40
6.4 TAMIZADO DEL COMPOST.....	41
6.5 RESULTADOS OBTENIDOS POR EL LABORATORIO.....	42
6.6 SIEMBRA Y MONITOREO DE LA PLANTA.....	45

6.6.1	Día Inicial	45
6.6.2	Día 10.....	47
6.6.3	Día 20.....	47
6.6.4	Día 30.....	48
6.6.5	Día 40.....	49
6.6.6	Día 50.....	49
6.6.7	Día 60.....	50
7.	CONCLUSIONES.....	52
8.	RECOMENDACIONES.....	53
	ANEXOS.....	60



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de Localización del Municipio de Manaure en el Departamento del Cesar	26
Figura 2 Ubicación Geográfica de la Finca La Borja	27
Figura 3 Medidas de compostera. Vista lateral	35
Figura 4 Medidas de compostera. Vista frontal	35
Figura 5 Compostera giratoria ensamblada	36
Figura 6 Residuos orgánicos en la compostera	37
Figura 7 Compostera cubierta con material impermeable	37
Figura 8 Tamizado del compost	42
Figura 9 Siembra inicial del Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L).	45
Figura 10 Siembra de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L). Día 4	46
Figura 11 Siembra de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L). Día 10	47
Figura 12 Siembra de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L). Día 20	47
Figura 13 Siembra de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L). Día 30	48
Figura 14 Siembra de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L). Día 40	49
Figura 15 Siembra de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L). Día 50	49
Figura 16 Siembra de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L). Día 60	50

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros del compostaje	23
Tabla 2 Legislación vigente aplicable al proyecto	28
Tabla 3 Resultados pH	38
Tabla 4 Resultados temperatura	40
Tabla 5 Interpretación de los resultados de parámetros en el laboratorio	42

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica 1 Comportamiento del pH en función del tiempo	38
Gráfica 2 Comportamiento de la temperatura en función del tiempo	40

INTRODUCCIÓN

La gestión adecuada de los residuos orgánicos en la agricultura es un tema de creciente importancia, debido a que la acumulación de estos residuos, si no se maneja de manera adecuada, puede tener consecuencias negativas tanto para el medio ambiente como en el contexto de eficiencia agrícola. Por ello, es necesario y de suma importancia, la implementación de métodos innovadores que permitan la gestión efectiva de estos desechos.

En este sentido, el presente proyecto surge como respuesta a la necesidad de desarrollar soluciones innovadoras y eficientes para el manejo adecuado de estos residuos. La Finca la Borja, ubicada en la región de Manauare en el departamento del Cesar, se enfrenta a desafíos relacionados con la gestión de desechos orgánicos generados por sus actividades agrícolas, lo que subraya la importancia de implementar un sistema de compostaje que no solo reduzca la contaminación ambiental, sino que también proporcione un recurso valioso para mejorar la fertilidad del suelo y optimizar los rendimientos agrícolas. (R López. & J Alvarez, 2003)

El compostaje se ha destacado como un método ecológico y natural que convierte los residuos orgánicos en fertilizante de gran valor y además esta práctica es reconocida por los beneficios a nivel ambiental como el de disminuir la cantidad de residuos o desechos que terminan en los vertederos, al mismo tiempo, este aprovechamiento y transformación de los residuos en abono orgánico ayuda en la recuperación de los suelos mejorando así su fertilidad. En este contexto, este proyecto no solo busca mitigar los impactos ambientales negativos asociados con la acumulación de residuos orgánicos, sino que también pretende promover prácticas agrícolas sostenibles y económicamente viables.

El propósito fundamental de esta investigación es diseñar y poner en marcha una compostera giratoria que permita aprovechar de manera eficiente los desechos orgánicos generados en la Finca La Borja. Así mismo, la implementación de este sistema permite una gestión efectiva de los residuos orgánicos porque realiza la transformación de la materia orgánica mediante un proceso aeróbico, apoyado por microorganismos y bacterias, dando como resultado un abono que nutre el suelo y fortificando las plantas. (Tumbaco & Viteri, 2023)

1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Con el transcurso del tiempo, en el mundo los desafíos medioambientales se intensifican a causa del aumento de residuos, sumado a la inapropiada segregación y la generación continua de residuos sólidos debido a una carencia de conciencia ambiental, educación y conocimiento sobre el manejo adecuado de estos residuos. Esta situación ha conducido a la acumulación de los mismos sin implementar estrategias efectivas para su reutilización y aprovechamiento sostenible. (Mizger & Silva, 2018).

En Colombia, la gestión de residuos orgánicos agrícolas es un tema de gran importancia debido a la cantidad significativa de residuos generados por el sector agrícola. Se estima que las actividades de los principales cultivos como plátano, caña de azúcar, banano, caña panelera, arroz, café, maíz o palma de aceite, generan más de 71 millones de toneladas de residuos al año. Sin embargo, solo un 17% de estos residuos son aprovechados en algún uso secundario. (Romero, 2022). Por consiguiente, esto indica un amplio margen para mejorar la gestión y aprovechamiento de los residuos orgánicos.

En el contexto específico de la Finca La Borja ubicada en la vereda la Vega de Jacob del Municipio de Manaure, César, se enfrenta a una problemática con respecto a la gestión de los residuos orgánicos derivados de su actividad agrícola. La falta de un sistema eficiente para la gestión de los residuos orgánicos ha llevado a la acumulación descontrolada de estos desechos, lo que no solo representa un problema ambiental significativo debido a la liberación de gases de efecto invernadero y la contaminación del suelo, sino que también limita la capacidad de la finca para mantener una producción agrícola sostenible y rentable. Actualmente, la gestión de los residuos orgánicos en la Finca La Borja se realiza de manera manual y poco efectiva, lo que resulta en la pérdida de un recurso valioso que podría ser utilizado para mejorar la fertilidad del suelo y reducir la dependencia de fertilizantes químicos. (Montilla et al, (2007))

Además, la acumulación de desechos orgánicos puede generar problemas adicionales como la proliferación de plagas y enfermedades, que pueden afectar tanto a los cultivos como al ganado de la finca. Esto pone en riesgo la seguridad alimentaria y la salud de los trabajadores agrícolas, así como la reputación y la viabilidad económica de la finca. (Murcia, 2022). La gestión manual actual de los desechos orgánicos resulta ineficiente y demanda una cantidad

considerable de mano de obra, lo que eleva los costos operativos y reduce la rentabilidad de la finca. Esta situación plantea la necesidad urgente de desarrollar un sistema de compostaje innovador y adaptado a las necesidades específicas de la Finca La Borja, que permita maximizar la eficiencia en la gestión de los residuos orgánicos y promover prácticas agrícolas sostenibles.

La falta de un sistema de compostaje no solo conlleva problemas ambientales y económicos, sino que también limita el potencial de desarrollo sostenible de la finca y su capacidad para cumplir con las regulaciones ambientales vigentes. La ausencia de una solución integral para la gestión de los residuos orgánicos plantea la necesidad imperante de diseñar e implementar un sistema de compostaje giratorio innovador y adaptado a las condiciones específicas de la finca. (Lily R & Alejandro P, 2011)

Por lo tanto, se plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo puede diseñarse e implementarse un sistema de compostaje giratorio eficiente que permita gestionar de manera adecuada los residuos orgánicos generados por la actividad agrícola en la finca La Borja, contribuyendo así a la reducción de la contaminación ambiental y al mejoramiento de la fertilidad del suelo?



2. JUSTIFICACIÓN

La implementación de un sistema de compostaje giratorio en la Finca La Borja, ubicada en la vereda la Vega de Jacob en el municipio de Manaure, César, se estará llevando a cabo con el objetivo de gestionar de manera sostenible los residuos orgánicos generados por la actividad agrícola dada en la misma. Esta decisión surge debido a que existe un manejo inadecuado de los residuos en la finca. Aunque, una fracción pequeña de estos residuos se utiliza como alimento para el ganado, la mayor parte termina siendo desperdiciada, lo que resulta en una pérdida considerable de los residuos orgánicos que podrían ser aprovechados de manera más efectiva

Así, esta iniciativa tiene como finalidad principal convertir estos desechos en compost de alta calidad, lo cual traerá múltiples beneficios. En el caso del medio ambiente, el compostaje si se realiza de manera óptima, disminuye las emisiones no deseadas de metano y amoníaco, liberando principalmente dióxido de carbono y agua. Aunque el dióxido de carbono también es un gas de efecto invernadero, la influencia del metano en la atmósfera es significativamente más perjudicial (Zink, 2022). Por otro lado, El compost mejora la productividad agrícola al aumentar la retención de agua y nutrientes, estimular el crecimiento de las plantas, reducir la erosión y prevenir enfermedades y plagas (Linares, 2023)

Al resolver la problemática de la acumulación de residuos orgánicos, se generará impactos positivos significativos, en donde se beneficiará los propietarios de la Finca como el medio ambiente circundante, ya que esta iniciativa responde a necesidades en términos de sostenibilidad, economía y salud ambiental a largo plazo.

Finalmente, al desarrollar un modelo eficiente de compostaje giratorio, se proporcionará un enfoque replicable para otras fincas que quieran gestionar de manera eficiente sus residuos orgánicos para lograr mejores prácticas agrícolas más responsables y respetuosas con el medio ambiente. Este enfoque no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental al reducir la generación de residuos orgánicos, sino que también se alinea con los principios de economía circular. Mediante la transformación de los desechos orgánicos en compost de alta calidad, proporcionando una fuente renovable de nutrientes y mejorando la salud del suelo. Esto, a su vez, aumentando la productividad agrícola y contribuir a la seguridad alimentaria reduciendo

la necesidad de importar fertilizantes y promoviendo sistemas alimentarios más autosuficientes y resilientes. (Departamento Nacional de Planeación, 2023)



3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL.

Diseñar e implementar una compostera giratoria a partir de desechos orgánicos generados de la actividad agrícola en la finca La Borja, ubicada en la vereda la Vega de Jacob del Municipio de Manaure, César.

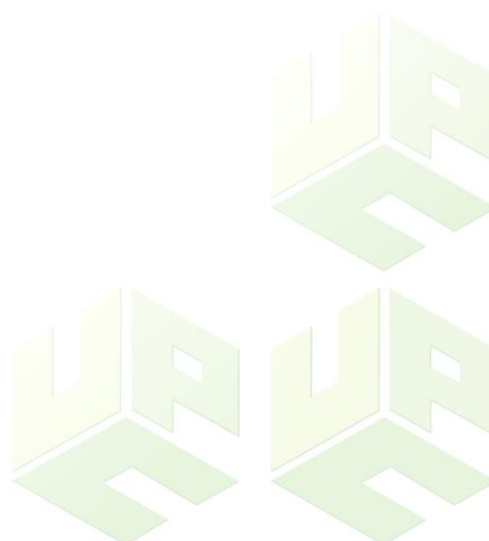
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Elaborar un diagnóstico detallado de los desechos orgánicos generados en la Finca, incluyendo su cantidad, composición y características, mediante la aplicación de técnicas de muestreo y análisis específicas.

Desarrollar el sistema de compostaje giratorio adaptado a las necesidades y características de la Finca, considerando factores como la capacidad, dimensiones y materiales apropiados para su eficiente funcionamiento, incluyendo la puesta en marcha conforme a las especificaciones diseñadas.

Realizar un seguimiento, control y medición de parámetros físicos, químicos y microbiológicos del compost.

Evaluar la eficacia del compost generado, mediante pruebas de siembra de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), con el fin de examinar el beneficio del compost en la salud y crecimiento de los cultivos.



4. MARCO REFERENCIAL

Para comprender el contexto en el cual se llevará a cabo el presente proyecto, se tendrá en cuenta investigaciones y trabajos previos de diversos autores que abordan temas de interés para el desarrollo de esta iniciativa. Así mismo, en este apartado se introducirán antecedentes investigativos, marco contextual, teórico y legal, teniendo en cuenta la estructura y características apropiadas de acuerdo a los lineamientos dados por la Universidad Popular del Cesar.

4.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

(Tumbaco & Viteri, 2023) Desarrollaron la investigación titulada "Elaboración de compostaje por el método de tambor giratorio, como modelo de gestión de residuos orgánicos en urbanización privada en la ciudad de Guayaquil". Estos afirman que el compostaje de tambor giratorio es efectivo para transformar residuos orgánicos en abono a través de un proceso aeróbico, reduciendo emisiones de gases de efecto invernadero, disminuyendo los residuos y promoviendo la economía circular. Así, mismo esta investigación la llevaron a cabo en 3 fases. **Fase 1:** recolectaron 31.5 kg de residuos orgánicos de 22 viviendas durante la socialización con los residentes. Estos residuos lo trituraron antes de ser añadidos a las composteras con la cantidad adecuada de sustrato. **Fase 2:** instalaron tres composteras giratorias de 208 litros y las cargaron con 25 kg de material orgánico cada una. Añadieron 10 kg de residuos orgánicos y 5 kg de material de cultivo. Durante la primera semana, agregaron 10 kg de tierra de cultivo para regular la humedad. **Fase 3:** monitorearon la humedad, temperatura y el volteo durante el compostaje usando higrómetro y termómetro de suelo, manteniendo condiciones óptimas durante las cinco semanas del proceso. Los resultados que obtuvieron indicaron que las 3 composteras pueden mejorarse para cumplir con los estándares nutricionales de Bioway y del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), que requieren niveles más altos de materia orgánica, fósforo, zinc y cobre.

(Murcia S, 2022) Desarrollo la investigación titulada Alternativas para la realización de compostaje a partir de residuos orgánicos generados en las veredas Marayal y San Miguel, municipio de Cubarral, departamento del Meta, en el marco de una revisión bibliográfica. La biotecnología agrícola genera tecnologías limpias, para este caso la implementación de un compostaje de residuos orgánicos beneficio a la comunidad. Esta investigación la llevaron a cabo en 4 fases, **Fase 1:** Identificaron distintos tipos de residuos orgánicos, vegetales y

animales, para crear opciones de compostaje adecuadas y factibles en las áreas rurales del proyecto. **Fase 2:** Llevaron a cabo un compostaje manual, transportando y triturando aproximadamente 1000 kilogramos de residuos seleccionados, los cuales fueron abundantes y de calidad adecuada, procedentes de diversas actividades de producción realizadas en las veredas del municipio de Cubarral. **Fase 3:** Prepararon un área de 30 metros cuadrados con techo, limpiando el suelo y excavaron una zanja de 20x10 cm alrededor. Las pilas fueron agrupadas en espacios de 5x2.5 metros, con una altura media de 1.5 metros, y las cubrieron con plástico para aumentar las temperaturas internas. **Fase 4:** Realizaron el volteo del material y monitorearon sus componentes una vez por semana. Esperando que después de un período de tres meses o más, lograran un compost maduro adecuado para su aplicación en las plantas. Los resultados de esta investigación mostraron la viabilidad del compostaje en estas áreas, destacando su importancia para mejorar las condiciones de los cultivos a bajo costo. Sin embargo, Identificaron la falta de políticas institucionales y divulgación como debilidades, resaltaron la necesidad de incentivar a los productores en la transición hacia prácticas agroecológicas mediante el compostaje.

(Prada L & Martinez M, 2022) Desarrollaron la investigación titulada Diseño e implementación de un sistema de compostaje en la huerta la granja feliz del municipio de Madrid, Cundinamarca. El diseño e implementación del sistema de compost lo realizaron a partir del aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos generados en La Huerta La Granja Feliz; Esta investigación la llevaron a cabo en varias fases. **Fase 1:** Diagnosticaron el sistema de generación de residuos aprovechables en la huerta "La Granja Feliz", donde observaron que los residuos generados no se aprovechaban adecuadamente. Tras identificar los cultivos y reunirse con los encargados, determinaron la ubicación para instalar el sistema de compostaje y capacitaron al personal sobre su manejo. **Fase 2:** Seleccionaron una compostera de 1m³ para la huerta "La Granja Feliz", con 0.7m³ para residuos orgánicos y 0.3m³ para lixiviados. Agregaron hojas secas, pasto, calabaza y sobrantes de cosecha. Los lixiviados los usaron para descomponer los residuos y producir compost, abonando los cultivos después. **Fase 3:** Establecieron condiciones adecuadas para el compostaje en la huerta "La Granja Feliz", usando residuos orgánicos y materiales como hojas secas y estiércol de granjas vecinas, colocando en capas dentro de la compostera para su descomposición, realizada por el personal de la huerta. Los resultados de la investigación les permitieron abordar la problemática del manejo de

residuos en la huerta, aprovechando la mayoría de los desechos orgánicos generados durante los períodos de cosecha, desmalezado y poda, que son los momentos de mayor producción. Permitiéndoles evitar el uso de productos tóxicos, que llegan a contaminar el suelo y afectar la calidad de los alimentos, promoviendo así la producción de alimentos más saludables y sostenibles.

(De la Torre Molana et ál, 2019) Desarrollaron la investigación titulada Implementación de un sistema integral de compostaje a base de residuos sólidos orgánicos de la universidad cooperativa de Colombia campus Cali. La cual cuenta con la iniciativa “reduce tu huella”, por lo tanto para contribuir e impactar de forma positiva al medioambiente y mejorar el manejo de estos residuos plantearon la idea de implementar un sistema integral de compostaje, esta investigación la llevaron en 3 fases, **Fase 1:** Capacitaron a los empleados de las cafeterías para separar adecuadamente los residuos orgánicos, caracterizaron los residuos y cuantificaron los datos realizando un diagnóstico sobre la disposición de los residuos sólidos orgánicos. **Fase 2:** Estudiaron técnicas de compostaje para seleccionar la más adecuada, seleccionando el sistema cerrado vertical debido a la continuidad de su proceso. **Fase 3:** Realizaron ensayos para conocer el control de parámetros como: temperatura, pH, humedad, entre otros, además de tener un proceso continuo eficiente, eficaz y en las mejores condiciones posibles. Los resultados de la investigación mostraron que el compostaje cumplió con estándares, evitando olores y roedores, gracias a la temperatura y humedad adecuadas. La monitorización previno problemas como la saturación de poros por altas concentraciones de amoníaco, azufre, metano y dióxido de carbono, que habrían causado malos olores.

(Mizger L & Silva S, 2018) Desarrollaron la investigación titulada. Estudio Del Manejo De Los Residuos Orgánicos Generados En La Universidad De La Costa (Cuc). A Través Del Compostaje. La U de la Costa en Barranquilla, se enfrentan a la falta de tratamiento para los residuos orgánicos generados en la cafetería y las podas de la institución. Esta investigación la llevaron a cabo en 3 fases. **Fase 1:** Propusieron la producción de compost utilizando composteras fijas y giratorias hechas de estibas de madera y tanques plásticos. **Fase 2:** Llevaron a cabo un seguimiento para controlar los niveles de pH y temperatura del compost. Estos niveles fueron revisados cada dos días. El proceso de producción del abono orgánico les tomó alrededor de cuatro meses. **Fase 3:** Tomaron muestras aleatorias del abono orgánico para análisis en un laboratorio externo, utilizando pruebas de análisis para determinar los niveles

de carbono y nitrógeno totales. Los resultados de la investigación, los compararon con la norma NTC 5167 de 2011, confirmando la idoneidad del abono para la institución educativa y zonas cercanas. Esto redujo la cantidad de residuos sólidos en los rellenos sanitarios y los costos de transporte, al tiempo que mitigaba el impacto ambiental.

4.2 MARCO TEÓRICO

4.2.1 ¿Qué es el Compostaje?

El compostaje se describe como la descomposición biológica de la materia orgánica. Este proceso ocurre bajo condiciones que permiten alcanzar altas temperaturas, resultado de la producción biológica de calor. Como consecuencia, se obtiene un producto final estable, con características fisicoquímicas apropiadas y libre de patógenos, y que, aplicado en suelos, produce beneficios por la cantidad de nutrientes disponibles que contiene. (Saebo & Ferrini, 2006).

El proceso de compostaje puede ser natural o controlado, un proceso natural es aquel que sucede en la naturaleza donde la materia orgánica del suelo mediante la actividad de diferentes microorganismos se transforma en humus (Cooperband, 2002). Por otro lado, es un proceso controlado cuando se requiere la intervención humana, siendo este un proceso biológico aerobio (en presencia de oxígeno), que se desarrolla bajo condiciones de aireación, humedad y temperaturas controladas. (Daniel, Eduardo, Karla, Gabriel, & Yanet, 2023)

4.2.2 Beneficios del Compostaje

Esta práctica, ampliamente adoptada en diversos lugares, ha demostrado resultados positivos en beneficio ambiental al minimizar impactos ambientales negativos y beneficiar tanto al entorno natural como a las comunidades locales. Su beneficio va desde la extensión de la vida útil de los vertederos, al tiempo que enriquece el suelo con nutrientes esenciales mejorando su estructura. Al aumentar la cantidad de materia orgánica en el suelo, se promueve su salud y fertilidad, proporcionando de manera natural los minerales necesarios para el crecimiento de las plantas y así, fortaleciendo su capacidad de retener nutrientes contrarrestando las condiciones adversas del suelo. (Gómez Nancy, 2022).

El compostaje puede llegar a ser una herramienta importante en una futura bioeconomía circular, donde los residuos orgánicos sean utilizados para crear un producto de gran valor tanto económico como ambiental (Zink, 2022).

4.2.3 Fases del Proceso del Compostaje

Para que exista un proceso óptimo de descomposición óptima de los residuos orgánicos, se requieren transformaciones en un medio donde esté presente el oxígeno y el agua. El proceso del compost se divide en cuatro etapas con condiciones diferentes y tiempos específicos.

4.2.3.1 Mesofílica.

Se da una gran actividad de bacterias mesofílicas. Estas bacterias utilizan gran parte del carbono como fuente de energía expulsando CO₂ y generando calor. La generación de calor incrementa la temperatura del compost lo que da paso a la segunda fase. (García, 2013)

4.2.3.2 Termófila.

En esta fase, la temperatura sube de 40 a 60 grados centígrados, lo que provoca la desaparición de organismos mesófilos y la muerte de malas hierbas, mientras que comienza la descomposición a cargo de organismos termófilos. Los primeros seis días, es importante que la temperatura se mantenga por encima de 40 grados centígrados para reducir o suprimir patógenos tanto al hombre y a las plantas de cultivo. En esta etapa, se descomponen ceras, proteínas y hemicelulosas y, escasamente la lignina y la celulosa. En esta condición también, se desarrollan bacterias formadoras de esporas y actinomicetos. (Jaramillo & Zapata, 2008)

4.2.3.3 Enfriamiento.

La temperatura disminuye desde el punto más alto alcanzado durante el proceso hasta llegar a la temperatura ambiente. Durante esta etapa, el material fácilmente degradable se consume gradualmente, los hongos termófilos desaparecen y el proceso continúa gracias a los organismos esporulados y actinomicetos. (Jaramillo & Zapata, 2008)

4.2.3.4 Maduración.

En la fase final, conocida como maduración se descomponen los materiales duros como la viruta, el compost se estabiliza, se encuentra a temperatura ambiente, el consumo de oxígeno descende y desaparece la fitotoxicidad. (Álvarez, 2013)

4.2.4 Principales Parámetros De Control En El Proceso De Compostaje

En el proceso de compostaje, el principio fundamental radica en que es un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos. Por lo tanto, hereda tanto las ventajas como las limitaciones propias de este tipo de procesos. Los factores que influyen en los microorganismos

requieren un control a lo largo del proceso. (Negro, y otros, 2000). Estos factores incluyen la aireación, el contenido de humedad, la temperatura, el pH, los nutrientes y la relación C/N.

4.2.4.1 Aireación.

El nivel de oxígeno es fundamental en el compostaje para mantener un metabolismo adecuado; su escasez puede llevar al proceso anaeróbico y producir malos olores. Al inicio, el oxígeno oscila entre 15 y 20 %, y el dióxido de carbono entre 0.5 y 5 %. Con el tiempo, el oxígeno disminuye y el dióxido de carbono aumenta. Por debajo del 5 %, se generan condiciones anaeróbicas, mientras que por encima del 10 %, las condiciones son óptimas. (Carmona, 2017)

4.2.4.2 Humedad.

En el compostaje es importante evitar la humedad elevada ya que cuando está muy alta, el aire de los espacios entre partículas de residuos se desplaza y el proceso pasa a ser anaerobio. Por otro lado, si la humedad es muy baja, disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso se retarda. Se consideran niveles óptimos de humedades entre 40% - 60%, éstos dependen de los tipos de material a utilizar. (Jaramillo & Zapata, 2008)

4.2.4.3 Temperatura.

Este factor está directamente asociado con los microorganismos, dado que hay tipos de poblaciones microbianas que realizan sus funciones a una temperatura específica y óptima. Por eso, la temperatura se debe controlar cuidadosamente para mantener una actividad microbiana de buen rendimiento, teniendo en cuenta las fases que se presentan en la descomposición. (Carmona, 2017).

4.2.4.4 pH.

Es considerado un indicador durante el proceso de compostaje, en la fase inicial disminuye debido a la generación de ácidos orgánicos y dióxido de carbono, luego empieza a aumentar por la liberación de dióxido de carbono y aireación de la mezcla a medida que se degradan los sustratos. (Carmona, 2017). Finalmente, el pH disminuye en la fase final o de maduración (pH entre 7 y 8) debido a las propiedades naturales de amortiguador o tampón de la materia orgánica. (Negro, y otros, 2000).

4.2.4.5 Factores Nutricionales.

En términos de factores nutricionales, los microorganismos utilizan el carbono como fuente de energía y el nitrógeno para producir proteínas. Dos tercios del carbono son carbono

y convertido en CO₂, el resto pasa a formar parte el protoplasma de la célula. Aunque deben absorber otros elementos para producir proteínas, el más importante de los cuales es el nitrógeno, así como cantidades menores de fósforo y azufre. (Negro, y otros, 2000).

4.2.4.6 Relación Carbono/Nitrógeno.

La relación C/N es fundamental para el estudio y evaluación del proceso de compostaje, así como para evaluar la madurez del compost. El carbono es una fuente de energía y constituye el 50% de su masa celular microbiana, mientras que el nitrógeno es esencial para la formación de proteínas en bacterias, permitiendo su rápido crecimiento. La limitación de nitrógeno puede retardar el crecimiento microbiano y, por ende, el proceso de compostaje. (Alvarez, 2010).

Tabla 1

Parámetros del compostaje

Parámetro	Rango ideal al comienzo (2-5 días)	Rango ideal para compost en fase termofílica II (2-5 semanas)	Rango ideal para compost maduro (3-6 meses)
Humedad	50% -60%	45%-55%	30%-40%
Temperatura	45 – 60 °C	45 °C - Temperatura ambiente	Temperatura ambiente
pH	6,5 -8,0	6,0 – 8,5	6,5 – 8,5
C:N	25:1 – 35:1	15/20	10:1 – 15:1
Nitrógeno total (base seca)	2,5 – 3 %	1-2%	~ 1

Nota: La tabla es tomado por los autores (2024) a partir del manual de compostaje del agricultor dada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), elaborada por Román, P., Martínez, M., Pantoja, A., (2013). Ciudad Santiago de Chile.

4.2.5 Métodos Mas Utilizados Para La Producción De Compostaje

Actualmente existen diferentes métodos para la producción del compost, sin embargo, es necesario conocer cuál es el proceso más adecuado y eficiente para la transformación de los residuos orgánicos.

Un proceso de compostaje puede ser diferenciado según el método a utilizar, ya sea un sistema cerrado o un sistema abierto, a fin de llevar a cabo un proceso de transformación de la materia orgánica a enmienda orgánica para el suelo agrícola. (Moyano & Ávila, 2019). Los sistemas abiertos, ya sea con aireación forzada o volteo, ofrecen un manejo simple, pero pueden generar lixiviados que afectan el suelo. En el caso de los sistemas cerrados se dan en instalaciones cerradas, en la cual se da control de los parámetros del proceso, permite un

proceso continuo y tratamiento de los gases a la salida del reactor, facilita la recolección y gestión de lixiviados. (Garrido, 2015)

4.2.5.1 Sistemas Abiertos

Compostaje en Hilera. Consiste en hacer hileras de material orgánico y permitir que fermenten durante aproximadamente 8 semanas. Las hileras típicamente tienen dimensiones de 2 a 2,3 metros de altura por 4 a 5 metros de anchura en la base. Durante las primeras semanas, se debe voltear la pila dos veces por semana y mantener la temperatura en 55°C para favorecer la renovación de la mezcla y el oxígeno. Sin embargo, este método puede generar olores desagradables y lixiviados si no se cubren las pilas de compostaje. (Garrido, 2015)

Compostaje en Pila Estática Aireadas. En pilas estáticas aireadas, el proceso de compostaje consiste en colocar la masa residual sobre una tubería perforada conectada a un ventilador que aspira o inyecta aire para eliminar las condiciones anaeróbicas. Ajustar el flujo del ventilador permite ajustar la temperatura y el oxígeno. Las dimensiones óptimas son de 2 a 2,5 m de altura, ya que no se realiza giro, no se necesita un ancho determinado. (Garrido, 2015).

4.2.5.2 Sistemas Cerrado

Compostaje De Tambor Giratorio. El compostaje giratorio ofrece una solución eficaz para la gestión de estos desechos, ya que permite una descomposición más rápida y completa de la materia orgánica, reduciendo así los riesgos ambientales y mejorando la salud del suelo. (Lily R & Alejandro P, 2011). Es uno de los sistemas de compostaje más prometedores que se han establecido en todo el mundo por tener características avanzadas positivas, ya que ofrece aireación, agitación y mezcla del compost para producir un producto final confiable y uniforme. (Rashwan, Fahad, Hesham, Ronnel, & Mansour, 2020).

Compostaje en Contenedor. Se trata de una técnica muy similar al compostaje en túnel, pero con la diferencia de que en este sistema el compostaje se realiza en contenedores de acero, que suelen ser más pequeños que los túneles de hormigón. A menudo es un proceso continuo en el que el material compostable se carga desde el frente y se descarga desde atrás. (Garrido, 2015)

Compostaje en Túnel. El proceso de compostaje se realiza en un túnel de hormigón cerrado, donde los residuos permanecen estacionarios. Hay un falso suelo y tuberías de

ventilación para controlar temperatura y oxígeno. Además, el techo del túnel tiene un sistema de aspersores para regar la pila y mantener la humedad adecuada (Garrido, 2015).

4.3 MARCO CONCEPTUAL

Aprovechamiento: Actividad complementaria del servicio público de aseo que comprende la recolección de residuos aprovechables separados en la fuente por los usuarios, el transporte selectivo hasta la estación de clasificación y aprovechamiento o hasta la planta de aprovechamiento, así como su clasificación y pesaje. (Arenas, 2017)

Biodegradación: Sustancia que se descompone o desintegra con relativa rapidez en compuestos simples por alguna forma de vida como: bacterias, hongos, gusanos e insectos. (Jaramillo & Zapata, 2008)

Compostaje: El compostaje es la aceleración de este proceso favoreciendo las condiciones de humedad y oxigenación para proporcionar un medio óptimo para el desarrollo de los microorganismos. (José, Enrique, Ignacio, Manuel, & Héctor, 2010)

Compost: Es el producto resultante del proceso de compostaje. Sustancia de origen natural que aporta al suelo y las plantas nutrientes para su buen desarrollo. (Jaramillo & Zapata, 2008)

Compostera giratoria: Consiste en un barril giratorio que permite el movimiento del material orgánico dentro de él, además propicia la aireación, acelera el proceso de la descomposición, y se da el vaciado de la unidad de una forma fácil. (Garita & Rojas, 2015).

Residuos sólidos orgánicos: Residuos orgánicos comprenden los restos de materiales generados durante la preparación de alimentos, incluyendo componentes vegetales y animales como huesos, verduras, frutas y cáscaras. Estos residuos se descomponen rápidamente, emitiendo olores intensos y sirviendo como fuente de proliferación bacteriana. (Arenas, 2017)

Materia orgánica: Se compone de moléculas orgánicas derivadas de seres vivos y se encuentra presente en diversas formas, como en las raíces, en los cuerpos de los animales, en organismos en descomposición y en los residuos de alimentos. (Arenas, 2017)

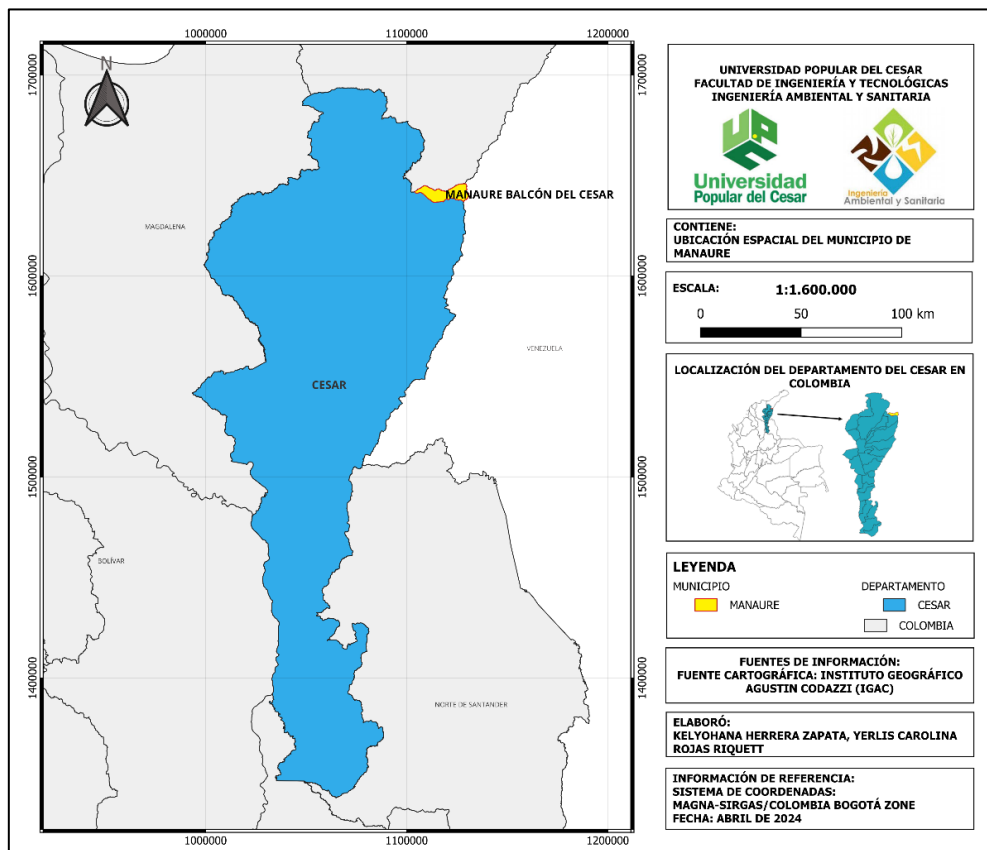
4.4 MARCO CONTEXTUAL

El Municipio de Manaure se encuentra ubicado en la parte noreste del Departamento del Cesar, en la vertiente occidental de la Serranía del Perijá, con coordenadas geográficas: Latitud Norte: 8° 25' y Longitud Oeste de Greenwich 73° 10'. El municipio, está situado a una altitud de 775 metros sobre el nivel del mar y dista unos 34 km de Valledupar, siendo esta la capital del Departamento. El territorio es mayormente montañoso, con altitudes que varían desde los 360 m s. n. m. hasta los 3300 m s. n. m. en la parte alta. Presenta una Temperatura promedio que oscila entre los 18°C y los 25°C. (EOT Manaure, 2015)

Limita al norte con el Departamento de La Guajira, al sur con el municipio de La Paz, al este con Venezuela y al oeste con el municipio de La Paz. Tiene una superficie territorial de 136.4 km². (EOT Manaure, 2015)

Figura 1

Mapa de Localización del Municipio de Manaure en el Departamento del Cesar.



Nota: Elaborado por Autores, 2024.

La vereda la Vega de Jacob es conocida por sus ricas tierras las cuales cuenta con características apropiadas para la actividad agropecuaria y minera. Predominada por el pastoreo intensivo y algunos cultivos transitorios como maíz, yuca, plátano.

El territorio es mayormente montañoso, presenta un clima templado y semi húmedo, un ecosistema de alta fragilidad por poseer colinas de pendientes fuertes y sometidas a erosión de los colonizadores y ecosistemas de gran calidad por la variedad de especies. (EOT, 2004)

Finca “La Borja” Coordenadas: 10°23'25.06"N ; 73° 5'8.63"O

Figura 2

Ubicación Geográfica de la Finca La Borja.



Nota: La figura fue extraída por los Autores (2024) a partir de Google Earth.



4.5 MARCO LEGAL

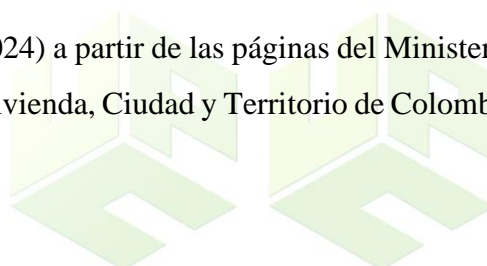
A continuación, se presenta las principales constituciones, leyes y decretos más relevantes para realizar dicho proyecto

Tabla 2

Legislación vigente aplicable al proyecto.

Normativa	Descripción	Aplicación
Constitución Política de Colombia 1991	Establece el derecho a un ambiente sano (Art. 79) y la planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales (Art. 80).	La compostera giratoria contribuye a un ambiente sano y al manejo sostenible de residuos, alineándose con los artículos 79 y 80.
Ley 99 de 1993	Crea el Ministerio del Medio Ambiente y el SINA, promoviendo la gestión y conservación del medio ambiente.	La ley respalda iniciativas como la de este proyecto que fomentan la gestión sostenible de residuos orgánicos.
Decreto 2412 de 2018	Tiene como objeto reglamentar el incentivo al aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos.	Este decreto es relevante para proyectos que buscan mejorar la gestión de residuos sólidos, ya que promueve y regula el aprovechamiento de estos residuos, incentivando prácticas sostenibles
Decreto 1076 de 2015	Compila normas para la gestión ambiental, incluyendo el manejo de residuos.	El decreto establece directrices para el tratamiento de residuos.
Decreto 2811 de 1974	Establece las regulaciones para la conservación, manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, buscando un equilibrio entre el desarrollo económico y la protección ambiental.	La transformación de desechos orgánicos en compost contribuye a la conservación del suelo y mejora su calidad, lo cual está en línea con los principios de manejo sostenible de recursos naturales que promueve el decreto.

Nota: La información fue extraída por los Autores (2024) a partir de las páginas del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia y la Constitución Política Colombiana.



5. MARCO METODOLOGICO

Para el desarrollo del diseño del sistema de compostaje se seleccionó una Finca ubicada en el Municipio de Manaure, Cesar. Se requerirá un análisis de la producción de residuos orgánicos, conociendo las cantidades y su gestión actual. Este diagnóstico servirá como base para el diseño del sistema de compostaje, en el que se considerarán aspectos prácticos como la rotación de la compostera giratoria para asegurar una distribución uniforme del material y una descomposición homogénea. Así, mismo la metodología también incorporará técnicas de monitoreo y control del proceso del compostaje llevando a cabo análisis físico, químico. Por último, se debe realizar una evaluación de la efectividad del compost.

5.1 LÍNEA Y SUBLÍNEA Y ÁREA TEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN

El proyecto de investigación se ajusta a la línea de investigación "Sostenibilidad y Gestión Ambiental", sublínea llamada " Gestión integral de los residuos sólidos y líquidos", y el área temática de investigación "Transformación y aprovechamiento de los residuos sólidos (Economía circular)". (Acuerdo N°003, 2021).

Esta línea, sublínea y área temática de investigación está enfocada en la gestión de los residuos orgánicos y es exactamente en lo que está encaminado este proyecto de investigación que busca el aprovechamiento y la transformación de los residuos orgánicos en compost.

5.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se llevara a cabo en este proyecto es de carácter cuantitativo, debido a que este busca la obtención de información (en la Finca La Borja ubicada en Manaure, César) por medio de diversas herramientas (estudio y análisis de datos). Este enfoque permite establecer relaciones entre variables específicas dentro de la población estudiada.

5.3 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Descriptivo, debido a que se llevará a cabo un análisis detallado de la situación actual de la gestión de residuos orgánicos en la Finca La Borja, abordando aspectos como la cantidad, composición y manejo de estos residuos, así como las características del suelo y otros aspectos relevantes del entorno agrícola.

Paralelamente, se realizarán pruebas con el objetivo de evaluar la eficacia y viabilidad del sistema de compostaje giratorio implementado en la finca. Durante estas pruebas se analizarán variables clave, tales como la calidad del compost producido, la reducción de residuos orgánicos y el impacto tanto en la productividad agrícola como en el ambiente circundante.

5.4 POBLACIÓN DE ESTUDIO

La población de estudio de esta investigación es la Finca La Borja, la cual abarca un terreno de 14 hectáreas, dedicada a la producción agrícola que generan una cantidad significativa 700 kg/mes de residuos orgánicos.

5.5 MUESTRA DE POBLACIÓN

La muestra poblacional de este estudio se centrará en una cierta cantidad de residuos sólidos orgánicos generados por la finca de los cuales serán aprovechados 50 Kg para la producción del compost. Es importante determinar el tamaño específico de esta muestra, así como los criterios para su selección, para garantizar que sea representativa y pueda proporcionar conclusiones relevantes sobre el proceso de compostaje.

5.6 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación adoptado para este proyecto es de tipo experimental, lo que implica la manipulación de una variable independiente con el objetivo de investigar su efecto en una variable dependiente.

5.7 ESTRATEGIAS Y DESARROLLO METODOLÓGICO

En esta sección, se definen las etapas (o fases) y las actividades necesarias para dar cumplimiento a los objetivos específicos.

ETAPA I: DIAGNOSTICO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS

Actividad 1.1. Identificación y clasificación de los residuos orgánicos generados en la Finca.

Descripción: En esta actividad, nos enfocaremos en conocer los diferentes tipos de residuos orgánicos que se producen en la Finca La Borja. Identificando los residuos de origen orgánico, como restos de cultivos, desechos de cocina y estiércol animal, entre otros. Esto nos

permitirá tener una idea clara de la variedad y la cantidad de residuos orgánicos que genera en la finca.

Actividad 1.2. Aplicar técnicas de muestreo para recopilar muestras representativas de los residuos orgánicos.

Descripción: Esta actividad consiste en llevar a cabo un muestreo organizado de los residuos orgánicos producidos en la Finca La Borja. Para ello, vamos a seleccionar cuidadosamente puntos específicos en la finca que representen diferentes áreas y actividades donde se generan estos residuos. Utilizaremos contenedores apropiados para recolectar muestras que reflejen la variedad de desechos presentes. Debemos asegurar de capturar todas las variedades de desechos. Además, realizaremos la recolección de muestras en diferentes días de la semana para tener en cuenta la variación en la generación de desechos a lo largo del tiempo.

ETAPA II: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE COMPOSTAJE GIRATORIO

Actividad 2.1. Determinar la capacidad, dimensiones y materiales necesarios para el diseño.

Descripción: Para llevar a cabo la elaboración de la compostera giratoria se hará uso de un tanque o tambor que tiene una capacidad de 0,20 m³, y cuyas dimensiones son de 95 cm de alto y 53 cm de diámetro. Es fundamental que el tanque esté totalmente sellado así se nos permitirá hacerle las modificaciones necesarias que debe contener el diseño. Para lograr que el tanque gire de manera efectiva, se construirá una base utilizando listones de madera. Se instalará una abertura en el tanque, actuando como una puerta, equipada con bisagras para facilitar su apertura y cierre, permitiendo el almacenamiento de residuos y el monitoreo del compost. Además, se incluirá una varilla en el diseño que atraviese el tanque para garantizar su ajuste y giro sobre la base. Se crearán pequeños orificios alrededor del tanque para garantizar una adecuada oxigenación y permitir que los microorganismos trabajen de manera eficiente. El diseño de la compostera giratoria se llevará a cabo en posición horizontal.

Actividad 2.2. Elaboración de Plano y Especificaciones técnicas del sistema de compostaje giratorio.

Descripción: se deberá elaborar un plano detallados y las especificaciones técnicas para el diseño y construcción del sistema de compostaje giratorio. Esto nos permitirá que al momento de hacer la instalación de la compostera giratoria se tenga las proporciones adecuadas y la estabilidad debe contener, así podrá funcionar de manera óptima una vez instalado en la finca.

Actividad 2.3. Evaluación y selección del sitio de instalación adecuado para la compostera giratoria.

Descripción: Se debe realizar la selección y evaluación del sitio o lugar dentro de la finca que sea más adecuado para instalar la compostera giratoria, considerando factores como la accesibilidad, la proximidad a la fuente de los residuos para garantizar un fácil transporte de los residuos orgánicos desde su fuente hasta la compostera. También se debe tener en cuenta la disponibilidad de energía eléctrica o tener un acceso fácilmente a ella, ya que será necesaria para los equipos utilizados durante la instalación de la compostera.

Otro factor importante a considerar es que el sitio seleccionado debe ser lo más plano posible en caso de que esto no suceda, será necesario nivelarlo adecuadamente para garantizar una superficie estable y uniforme. Ya por último debido al olor que puede generar el compost durante su proceso de descomposición, es importante que el sitio seleccionado esté lo más alejado posible de las áreas habitadas de la finca, para evitar molestias.

Actividad 2.4. Instalar y colocar en funcionamiento el sistema de compostaje giratorio según las especificaciones diseñadas.

Descripción: Al hacer la instalación de la compostera giratoria en el sitio seleccionado, se deberá agregar los residuos orgánicos y es fundamental que el tambor de compost gire durante al menos 5 minutos para asegurar una mezcla homogénea y compacta de los residuos. Esta rotación se debe llevar a cabo por lo menos diariamente para garantizar una adecuada aireación durante el proceso de descomposición.

ETAPA III. SEGUIMIENTO, CONTROL Y MEDICIÓN DE PARÁMETROS

Actividad 3.1. Monitoreo y seguimiento de los parámetros principales del compost (Temperatura, pH y Humedad).

Descripción: Ya que el compostaje es un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos, se deben tener en cuenta los parámetros que afectan su crecimiento y reproducción, esto con el fin de que se garantice que el compost se mantenga en las condiciones adecuadas para lograr al final sea de buena calidad.

Uno de los principales parámetros es la temperatura, se estableció medirla cada tres días para poder verificar su aproximación a los valores óptimos según sea la fase de compostaje y observando las temperaturas recomendadas para cada una de ellas, tal como se detalla en la Tabla 1 (Parámetros del compostaje), con el objetivo de asegurar una actividad microbiana saludable.

Otros parámetros para medir son el pH y la humedad, en el caso del pH se medirá cada 3 días mismo tiempo asignado para la temperatura, teniendo en cuenta que en la fase inicial disminuirá y luego esta deberá aumentar, pero para en caso de la fase final esta debe mantenerse en un rango lo más cerca al pH neutro. En caso de que se den desviaciones, ajustaremos el pH con materiales alcalinos o ácidos según sea necesario. Por último, con respecto a la humedad debemos asegurar que esté siempre se encuentre húmedo. Si la humedad disminuye tomaremos medidas correctivas agregando agua sin humedecerlo excesivamente.

Actividad 3.2. Tamizado

Descripción: Para la recolecta del compost ya generado primero se debe realizar un tamizado o cernido para eliminar aquellos residuos que no pudieron ser descompuesto en gran totalidad, para así obtener el compost lo más fino posible.

Actividad 3.3. Análisis Físicos, Químicos y Biológicos

Descripción: Al finalizar todo el proceso del compostaje se deberá hacer una toma de muestra en donde se hará un análisis físico, químico y biológico en el laboratorio, en la cual nos permitirá obtener los resultados finales del compost producido.

ETAPA IV. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL COMPOST PRODUCIDO

Actividad 4.1. Evaluación de la eficiencia del compost mediante la siembra de frijol (Phaseolus vulgaris L.).

Descripción: Para comprobar la eficiencia del compost se va recolectar muestras representativas del compost que se ha generado durante el proceso de descomposición de los residuos. Luego, se deberá llevar a cabo pruebas de germinación utilizando semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). para determinar cómo beneficia el compost al crecimiento de las plantas. Esta evaluación nos proporcionará información importante sobre la calidad del compost y cómo puede ser utilizado de manera efectiva para mejorar la fertilidad del suelo y promover el crecimiento de las plantas en la agricultura.

Actividad 4.2. Realizar un sistema de medición de indicadores.

Descripción: Monitorearemos la siembra, cada 10 días durante 60 días siendo este el tiempo óptimo para que la planta llega a su fase de maduración. Así mismo, al finalizar los 60 días debemos tener en cuenta, en cuanto a la siembra el desarrollo de la planta (número de hojas, altura, grosor de tallos). Toda esta información deberá ser registrada mediante una tabla.



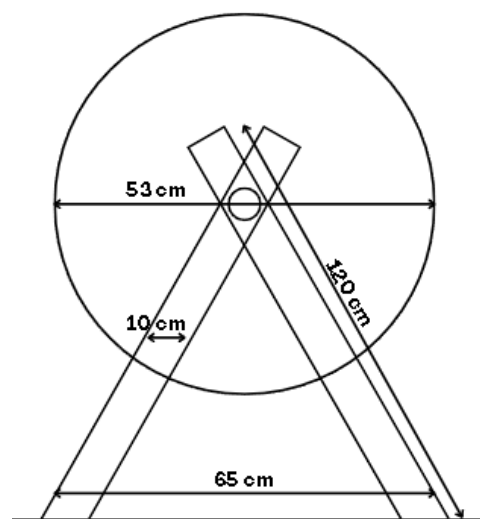
6. RESULTADOS Y ANALISIS

6.1 DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA COMPOSTERA GIRATORIA

El diseño de la compostera se basó en la necesidad de crear una estructura que nos permitiera una mezcla uniforme de los residuos, con menor esfuerzo y mayor aireación, por ende, para ello se optó por un tambor cilíndrico, montado sobre un soporte el cual estaba compuesto por un tubo galvanizado y este sostenido por tiras de madera.

Figura 3

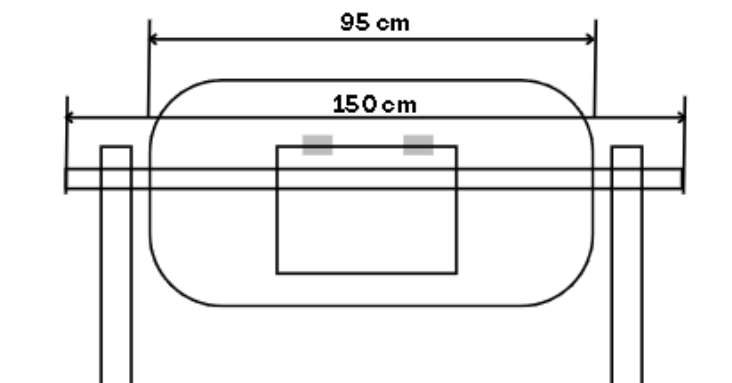
Medidas de compostera. Vista lateral



Nota. Elaborada por Autores (2025)

Figura 4

Medidas de compostera. Vista frontal



Nota. Elaborada por Autores (2025)

Una vez finalizado la elaboración de la compostera, se seleccionó un lugar estratégico dentro del área de la finca para instalarla, la intención de escoger el lugar era lograr tener buena ventilación, lo que nos permitía una correcta aireación del material orgánico y también buena exposición al sol, favoreciendo el procedimiento.

Figura 5

Compostera giratoria ensamblada.



Nota. Imagen tomada por Autores (2025)

6.2 SELECCIÓN DE RESIDUOS

En la finca La Borja, la principal producción agrícola se centra en el cultivo de maíz, plátano y yuca, junto a una variedad de árboles frutales como mango, limón mandarina, guayaba y níspero. Para la elaboración de compost, se seleccionó y aprovechó los residuos orgánicos generados en la finca, incluyendo restos de cultivos, hojas y cáscaras, así también se incluyó residuos domésticos como cáscaras de huevo y conchas de papa.

Debido a la alta demanda de residuos orgánicos estos se recolectaron y agregados a la compostera durante 3 días, además se tuvo en cuenta el peso del tanque con los residuos para garantizar que girara con facilidad, ya que el giro es manual.

Figura 6

Residuos orgánicos en la compostera.



Nota. Tomada por Autores (2025)

Debido a las condiciones climáticas del lugar, donde las lluvias eran frecuentes, fue necesario tomar precauciones para evitar que el agua afectara el interior del tanque y que las variaciones de temperatura alteraran el proceso. Para ello, se optó por cubrir el tanque con un material impermeable, lo que permitió protegerlo de la entrada de agua y, al mismo tiempo, ayudar a conservar el calor interno.

Esta medida resultó clave, ya que mantener una temperatura estable favorecía el desarrollo adecuado del compost y evitaba fluctuaciones que pudieran retrasar el proceso. Además, al evitar el contacto directo con la lluvia, se prevenía un exceso de humedad que podría haber afectado la calidad del compost o generar lixiviados indeseados.

Figura 7

Compostera cubierta con material impermeable.



Nota. Debido a las intensas lluvias se tomó esta medida. Tomado por Autores (2025)

6.3 MEDICION DE PARAMETROS

Como parte del proceso, se llevó a cabo la medición de parámetros, pH y Temperatura para evaluar el comportamiento del compost a lo largo del tiempo.

Para el análisis del pH se realizó un seguimiento de medición cada 3 días, con mediciones periódicas que permitieron evaluar los cambios químicos del compost, durante este proceso, el pH varió en función de la actividad microbiana y la composición de los residuos.

De manera similar, para el análisis de la temperatura se realizó un monitoreo al igual que el pH cada 3 día, los datos obtenidos en las lecturas realizadas permitieron analizar el comportamiento del compost en función del tiempo, identificando así los cambios de temperatura en cada fase del proceso en la descomposición de los materiales orgánicos.

6.3.1 pH

Tabla 3

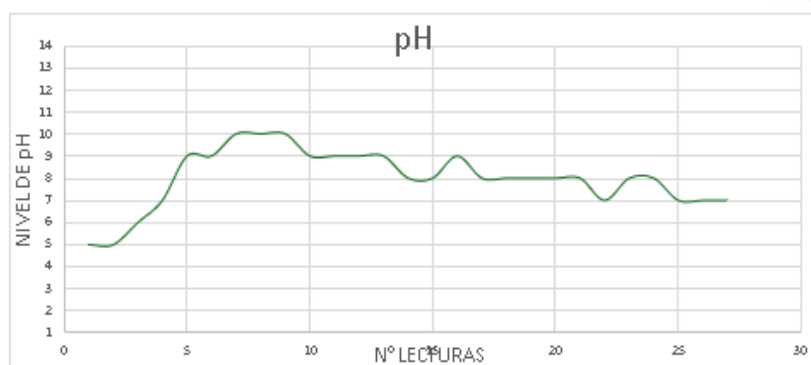
Resultados de pH

Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Lectura 4	Lectura 5	Lectura 6	Lectura 7	Lectura 8	Lectura 9
5	5	6	7	10	9	9	10	10
Lectura 10	Lectura 11	Lectura 12	Lectura 13	Lectura 14	Lectura 15	Lectura 16	Lectura 17	Lectura 18
9	9	8	8	9	8	7	8	6
Lectura 19	Lectura 20	Lectura 21	Lectura 22	Lectura 23	Lectura 24	Lectura 25	Lectura 26	Lectura 27
7	8	8	7	8	8	8	7	7

Nota. Elaborado por Autores (2025)

Gráfica 1

Comportamiento del pH en función del tiempo.



Nota. Elaborado por Autores (2025)

En la primera semana de medición se observó un pH ácido (**5-6**), indicándonos una ligera acidez lo cual es común en la fase inicial del compostaje debido a la producción de ácidos orgánicos por la descomposición de los residuos frescos como fueron restos de frutas y vegetales. A medida que los microorganismos continuaron degradando la materia orgánica, el pH aumentó gradualmente hasta valores cercanos a (**7-10**) este incremento del pH en la segunda fase, aumento debido a que los microorganismos consumen los ácidos orgánicos formados en la fase inicial, además de la liberación de amoníaco resultante de la hidrólisis de las proteínas. (Bohórquez, 2019). Durante esta fase termofílica, la temperatura del compost alcanzó valores elevados (**entre 40- 44,8°C**), lo que favoreció la eliminación de patógenos. Además, se logró observar una reducción significativa del volumen del compost, lo que fue señal de una intensa actividad biológica.

En la tercera y cuarta semana ya en su fase de enfriamiento, observamos que el pH se mantuvo en un rango alto entre (**9-10**), lo cual nos indicó que aún continuaba en un rango alcalino alto, por lo cual para corregir este exceso de alcalinidad y equilibrar el pH del compost, decidimos agregar estiércol de vaca el cual este es un material rico en materia orgánica y microorganismos, antes de realizar el agregado de este al compost se realizó un proceso previo al estiércol de vaca para así reducir primeramente su acidez.

El primer paso realizado fue recolectar el estiércol de vaca en un estado lo más fresco posible, verificamos que este estuviera libre de residuos como plásticos, piedras o cualquier otro material no biodegradable, seguidamente se extendió el estiércol sobre un saco limpio ubicado en una superficie seca y soleada dejándose secar y volteándolo periódicamente con una pala para asegurarnos de que este se secase de manera uniforme y si evitar la acumulación de gases. Una vez que verificamos que el estiércol se encontraba seco se agregó al compost lo que ayudo a neutralizar la alcalinidad y así a reducir el pH progresivamente.

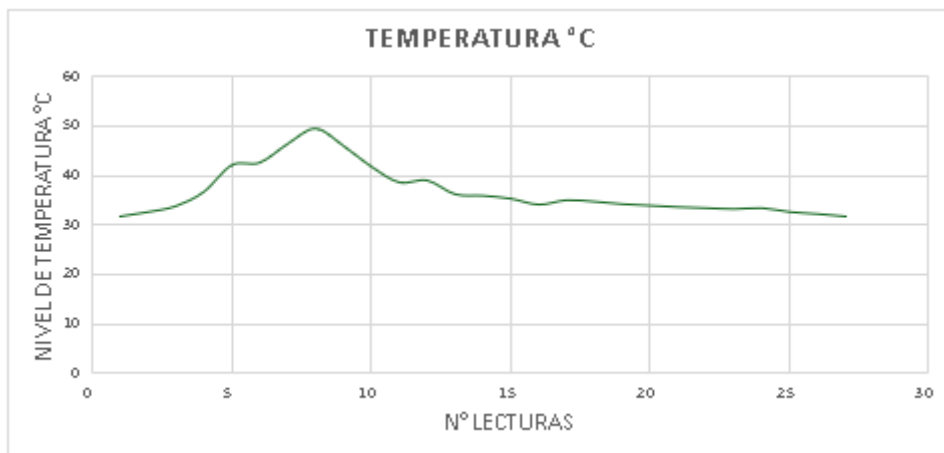
Luego de la adición del estiércol de vaca, logramos observar una disminución gradual del pH, estabilizándose con valores que empezaban a descender hacia (**7-8**) neutros o ligeramente alcalinos, entrando a la fase de maduración, el cual el compost alcanzó un estado del pH óptimo lográndose asimilar una textura de este más suelta con olor terroso, lo que nos indicó que el compost estaba listo para su uso.

6.3.2 Temperatura

Tabla 4
Resultados de la Temperatura

Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Lectura 4	Lectura 5	Lectura 6	Lectura 7	Lectura 8	Lectura 9
31.6	32.5	33.7	36.6	42.0	42.5	46.3	49.4	45.9
Lectura 10	Lectura 11	Lectura 12	Lectura 13	Lectura 14	Lectura 15	Lectura 16	Lectura 17	Lectura 18
41.7	38.5	38.9	36.1	35.8	35.2	34.0	34.9	34.6
Lectura 19	Lectura 20	Lectura 21	Lectura 22	Lectura 23	Lectura 24	Lectura 25	Lectura 26	Lectura 27
34.1	33.8	33.5	33.3	33.1	33.3	32.5	32.1	31,6

Nota. Elaborado por Autores (2025)

Gráfica 2
Comportamiento de la temperatura en función del tiempo.


Nota. Elaborado por Autores (2025)

En la fase inicial, los microorganismos mesófilos (bacterias y hongos) comenzaron a descomponer los compuestos de los residuos orgánica. Las temperaturas registradas en las primeras lecturas mostraron un aumento progresivo desde **31.6°C hasta 36.6°C**, lo que nos indicó que la actividad biológica se encontraba en marcha a medida que los microorganismos descomponían los residuos generando calor lo cual impulso la transición hacia la siguiente fase.

Durante la segunda fase termofílica, Se evidencia un incremento gradual de la temperatura alcanzando su punto más alto alrededor de los **7-10 días** del proceso, lo cual nos indicó que los microorganismos se encontraban activos comenzando su degradación alcanzando temperaturas en un pico de **49.4 °C**, lo que nos indicó que el proceso de degradación se encontraba en su punto más activo. En esta fase, la descomposición de los residuos orgánicos se dio a un ritmo moderado, la aireación frecuente y el volteo de la compostera fueron esenciales para mantener los niveles adecuados de oxígeno y evitar la compactación de esos. Sin embargo, después de alcanzar su punto máximo, la temperatura a partir de la medición 10 comienza a descender progresivamente (**41.7°C, 38.5°C, 38.9°C**) indicando que la actividad microbiana en la fase termófila empezaba a disminuir a medida que los residuos más complejos eran degradados y que esta comenzaba a estabilizarse.

En la sexta semana en adelante se evidencio que la temperatura desciende gradualmente hasta estabilizarse en torno a **34°C - 35°C**.iniciando la fase de enfriamiento en el cual la temperatura del compost comienza a disminuir su temperatura. Este descenso ocurre porque los residuos ya han sido mayormente degradados por los microorganismos, por lo tanto, la actividad biológica se reduce significativamente, la disminución de esta nos confirma que el compost está evolucionando correctamente hacia su etapa de maduración, permitiendo también así que lombrices y otros organismos vuelvan al compost, apoyando a su maduración.

En esta última fase, el compost se estabilizo alcanzando una temperatura similar a la del ambiente, revelando que la actividad microbiana había disminuido significativamente alcanzado un grado óptimo. alcanzado su madurez y listo para su uso.

6.4 TAMIZADO DEL COMPOST

El tamizaje se llevó a cabo según lo establecido en el proceso, con el objetivo de separar las partículas más finas de cualquier residuo que no se hubiera descompuesto por completo. El tamiz utilizado tenía aberturas de 1 cm x 1,5 cm. Al sacar el compost y colocarlo en el tamiz, observamos que quedó muy poco material retenido en la malla, lo que significaba que casi toda la materia orgánica se había degradado correctamente, reflejando un proceso eficiente, donde la aireación, humedad y tiempo de compostaje fueron adecuados, además, la textura uniforme del compost tendría mejor incorporación al suelo.

Figura 8

Tamizado del compost.



Nota. Tomada por Autores (2025)

6.5 RESULTADOS OBTENIDOS POR EL LABORATORIO

Para la obtención de resultados veraces y específicos, se debió realizar un análisis de laboratorio con respecto a los parámetros más usados para un compost de alta calidad. Se efectuaron los análisis individuales de cada parámetro basado a ellos se realizó sus respectivas observaciones. A continuación, se evidencia los resultados de la prueba de laboratorio físico-químico (**Anexo 2**) al finalizar el proceso del compost en su etapa de maduración

Tabla 5

Interpretación de los resultados de parámetros en el laboratorio.

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	INTERPRETACIÓN
FOSFORO (P205)	%	0,36	Bajo
CENIZAS	%	18,08	Bajo
NITRÓGENO (N)	%	0,78	Bajo
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	64,50	Alto
PERDIDAS DE VOLATILIZACION	%	17,42	Ideal
CARBONO ORGANICO OXIDABLE (CO)	%	8,76	Bajo
CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA (%DE SATURACION)	%	57,8	Ideal
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (CIC)	cmol (+)/Kg	18,84	Ideal
DENSIDAD	g/100 cm ³	0,61	Ideal
pH	Unidades de pH	7,84	Ideal

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (C.E)	dS/m	4,6657	Alto
POTASIO (K ₂ O)	%	1,37	Ideal
RELACIÓN CARBONO/NITROGENO (C/N)		11,21	Ideal

Nota. Para realizar la interpretación de los resultados se tuvo en cuenta las siguientes bibliografías (ANACAFÉ, 2023), (Tumbaco & Viteri, 2023), (Gipuzkoa, 2017), (Román, Martínez, & Pantoja, 2013). Tomado por Autores (2025)

Fósforo (P₂O₅) - 0,36%: El nivel de fósforo del compost analizado por el laboratorio dio como resultado 0,36% demostrando que este representa una deficiencia baja de fósforo, mencionando que un compost de buena calidad, el contenido de fósforo debe oscilar entre el 0,4% y 1,2% para garantizar así su efectividad como fertilizante orgánico.

Cenizas - 18,08%: Logramos evidenciar que los resultados obtenidos en el análisis de cenizas del compost arrojó un 18,08% del cual los valores normales de este oscilan entre 10% y 30%, indicando que el contenido de cenizas se encuentra dentro del rango óptimo, lo que significa un adecuado proceso de descomposición y mineralización de los residuos orgánicos.

Nitrógeno (N) - 0,78% : Recalcando que un compost de buena calidad debe encontrarse en ~ 1% de nitrógeno. Observando los resultados obtenidos por el laboratorio arrojaron como resultado un 0,78%, indicando que el contenido de nitrógeno del compost es bajo, lo cual podría tal vez limitar su capacidad de aportar este nutriente a las plantas.

Contenido de Humedad – 64,50%: La humedad del compost es un factor realmente muy importante, ya que este afecta la actividad microbiana y el deterioro de los residuos orgánicos, el rango óptimo para la humedad del compost se encuentra en un lazo de 40% - 60%, dependiendo de los residuos utilizados y el tipo de compostaje. Dado nuestro proceso de compostaje y los residuos utilizados, los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio arrojaron un 64,50% el cual este se encuentra por encima del límite, siendo no aceptable lo que indica que hizo falta mas aireación.

Pérdidas por volatilización - 17,42%: La volatilización de compuestos durante el proceso de compostaje es importante en la estabilidad de los residuos finales. Mencionando que los valores adecuados se encuentran entre 10% y 20%, y el valor obtenido en el análisis fue de 17,42% nos demostró que este se encuentra dentro del rango óptimo, lo que indica que

el proceso de compostaje transcurrió con una descomposición adecuada sin generar pérdidas excesivas de residuos orgánico.

Carbono Orgánico Oxidable (CO) 8,76%: Este indicador nos da a conocer la cantidad de materia orgánica presente en el compost que puede ser utilizado por los microorganismos para la descomposición, este parámetro está relacionado con la calidad del compost y su madurez y su rango óptimo se encuentra de 15% - 30% dependiendo del tipo de compostaje y materiales, dado el valor obtenido de 8,76% se encuentra por debajo del rango óptimo para el compostaje, significa que hay poca fuente de energía para los microorganismos.

Capacidad de Retención de agua (% de saturación) 57,80%: La capacidad de retención del agua en un compost es realmente muy fundamental ya que este nos garantiza la humedad adecuada de favoreciendo la absorción de nutrientes, esta retención del agua suele encontrarse entre un rango de 50% y 70%. Como resultado se obtuvo que el compost analizado cuenta con una buena capacidad de retención de agua, lo que favorece su actividad microbiana y su disponibilidad de nutrientes, permitiéndole mantener su humedad por más tiempo y reducir la necesidad de un riego frecuente.

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) 18,84 cmol(+)/Kg: La CIC nos da a conocer cuanto mide la capacidad del compost para retener y liberar nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, los valores adecuados para este suelen estar entre 10 y 30 cmol(+)/kg.

Densidad - 0,61 g/100 cm³: Una densidad baja sugiere una buena porosidad, permitiendo un adecuado intercambio de gases y evitando la compactación, lo que favorece la descomposición aeróbica. Teniendo en cuenta que el valor óptimo debe ser menor a 0,7 g/100 cm³, el resultado obtenido indica que la densidad cumple con este criterio.

pH - 7,84 : Dando a conocer que un pH elevado afecta la disponibilidad de nutrientes en el compost, un óptimo rango de este varía entre 6,5 y 8,0. Demostrando que el resultado obtenido en el análisis arrojó un pH de 7,84 dentro del rango ideal el cual favorece la estabilidad del compost y la actividad microbiana beneficiosa, lo que facilita el procesamiento de la materia orgánica y la liberación de nutrientes esenciales para las plantas.

Conductividad Eléctrica (C.E.) – 4,66 dS/m: este parámetro es de importancia en el compostaje, ya que este nos mide la concentración de sales solubles presentes en el compost. El resultado obtenido en este análisis de laboratorio nos arroja 4,66 dS/m estando ligeramente por encima del rango óptimo, aunque no se aleja demasiado, este exceso puede afectar la calidad del compost.

Potasio (K₂O) - 1,37% : Este mineral es fundamental para la regulación del agua en las plantas y el desarrollo de frutos. El rango óptimo de potasio en compost se encuentra en un rango entre 1% y 3%, dado el valor obtenido en los resultados nos indica que este es adecuado favoreciendo el desarrollo de las plantas al mejorar su resistencia a enfermedades y estrés hídrico, cabe mencionar que un buen nivel equilibrado de potasio también ayuda a que las plantas sean más tolerantes a cambios en el clima, en tiempos de sequías o temperaturas extremas.

Relación Carbono/Nitrógeno (C/N) – 11,21: Un compost maduro y estable suele tener una relación C/N entre 10 y 20 lo que le permite una liberación equilibrada de nutrientes, los resultados obtenidos 11,21 nos indicaron que el compost se encontraba en un estado estabilizado.

6.6 SIEMBRA Y MONITOREO DE LA PLANTA

6.6.1 Día Inicial

Figura 9

Siembra inicial del Frijol (Phaseolus vulgaris L).



Nota. Tomado por Autores (2025)

Se realizó la siembra una bolsas con compost, en este punto, es importante mencionar que el compost utilizado puede influir en la germinación y el desarrollo inicial de la planta, ya que proporcionara nutrientes esenciales, del mismo modo su crecimiento dependera tambien de otros factores como la humedad y temperatura.

Cabe destacar que las mediciones o observaciones de la planta se tendran en cuenta la de mayor crecimiento, y durante la etapa inicial, se regó la planta una vez al día, asegurando de que el sustrato estuviera húmedo, pero sin exceso de agua o encharcamiento.

Figura 10

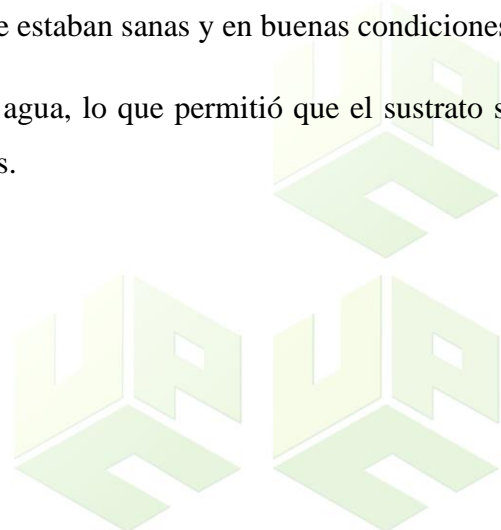
Siembra de frijol (Phaseolus vulgaris L). Dia 4



Nota. Tomada por Autores (2025)

Para el día 4, las semillas ya habían germinado y las plántulas alcanzaron aproximadamente 6 cm de altura y se observó un crecimiento temprano vigoroso, lo que indicaba que las condiciones de humedad y nutrientes eran adecuadas para su desarrollo inicial, tambien presentaron un color verde vivo, señal de que estaban sanas y en buenas condiciones.

El compost presentó una buena retención de agua, lo que permitió que el sustrato se mantuviera húmedo sin necesidad de riegos excesivos.



6.6.2 Día 10

Figura 11

Siembra de frijol (Phaseolus vulgaris L). Día 10



Nota. Tomado por Autores (2025)

Para el día 10, las plántulas continuaron su crecimiento de manera favorable, alcanzando aproximadamente 18 cm de altura, con un tallo delgado pero resistente. Las hojas también mostraron un buen desarrollo, con un tamaño promedio de 6 cm, y se empezaban a notar signos de mayor crecimiento foliar, lo que indicaba que la planta seguía fortaleciendo su estructura.

6.6.3 Día 20

Figura 12

Siembra de frijol (Phaseolus vulgaris L).Día 20



Nota. Tomado por Autores (2025)

La planta se mostro creciendo en buen estado, el tallo tiene una altura aproximada de 23 cm de alto, con un total de 14 hojas, tienen formas ovada con venas bien marcadas y un color verde oscuro, indicando buena salud general.

6.6.4 Día 30

Figura 13

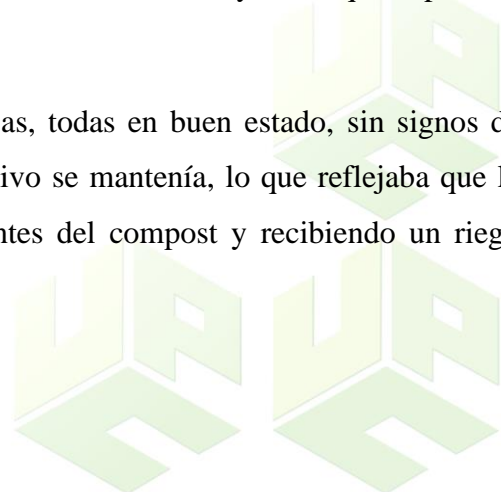
Siembra de frijol (Phaseolus vulgaris L). Día 30



Nota. Elaborado por Autores (2025)

Para el día 30, la planta de frijol había alcanzado un crecimiento considerable, llegando a 58 cm de altura. En esta etapa, su tallo comenzó a mostrar signos de enredamiento, debido a esto, fue necesario luego colocarle un soporte para guiar su crecimiento y evitar que el peso de la planta afectara su estabilidad.

Además, se observó un mayor número de hojas, todas en buen estado, sin signos de marchitamiento, manchas o plagas. El color verde vivo se mantenía, lo que reflejaba que la planta estaba absorbiendo correctamente los nutrientes del compost y recibiendo un riego adecuado.



6.6.5 Día 40

Figura 14

Siembra de frijol (Phaseolus vulgaris L). Día 40



Nota. Tomada por Autores (2025)

Crecimiento vigoroso de la planta con una cantidad de 26 hojas verdes ovadas, distribuidas en tallos delgados y flexibles que caracterizan a la planta leguminosa (frijol). Su tallo tiene una altura de aproximadamente 60 cm el más alto de estos. Su tierra abonada es oscura, y con muy buena retención de humedad, ideal para un crecimiento saludable.

6.6.6 Día 50

Figura 15

Siembra de frijol (Phaseolus vulgaris L). Día 50



Nota. Tomada por Autores (2025)

La planta continúa creciendo tiene hojas de diferentes tamaños verdes y de forma ovada con un borde liso, sin embargo, algunas hojas presentaron manchas amarillas, lo que se asocia a una posible exposición excesiva al sol directo. Sus tallos son delgados, con un aproximado de 86 cm de crecimiento, flexible y posiblemente voluble, lo que permite su adaptación como trepadora o apoyo sobre el palo. El lugar donde está plantada muestra tierra abonada suelta, adecuada para su buen drenaje.

6.6.7 Día 60

Figura 16

Siembra de frijol (Phaseolus vulgaris L). Dia 60



Nota. Tomada por Autores (2025)

Al llegar al día 60, la planta de frijol alcanzó una altura aproximadamente de 104 cm, mostrando un crecimiento significativo en comparación con el día 50, aunque esta es una medida aproximada ya que la planta tiende a enredarse, aunque de igual manera, representa un

aumento significativo de 18 cm en 10 días, lo que indica que la planta continuó su desarrollo de manera estable.

Se observó una mayor cantidad de flores, lo que sugiere que la planta está en una fase avanzada de su ciclo productivo y próxima a la formación de vainas. Con respecto a las manchas amarillas que poseía la planta se tomaron medidas, en la cual se proporcionó sombra parcial en las hojas de mayor radiación.



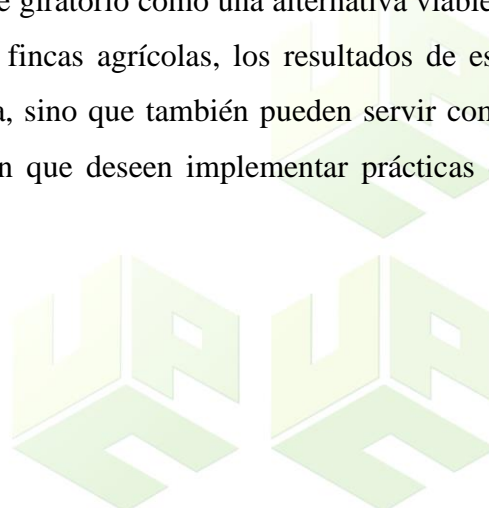
7. CONCLUSIONES

El presente proyecto realizado ha resaltado la relevancia del compostaje como una alternativa ecológica y efectiva para transformar los residuos orgánicos en un fertilizante de alto valor. Además de reducir significativamente la cantidad de desechos que terminan en los vertederos, La implementación de una compostera giratoria en la Finca La Borja, situada en la vereda La Vega de Jacob, Municipio de Manaure, Cesar, adaptado a las necesidades del lugar permitiendo así optimizar la gestión de los desechos provenientes de la actividad agrícola en un recurso valioso. reduciendo así la dependencia de fertilizantes químicos.

Desde el punto de vista técnico, la compostera giratoria optimizó la descomposición de residuos al garantizar condiciones adecuadas de aireación, temperatura y humedad, los análisis de laboratorio realizados al compost obtenido revelaron que este presenta características físico-químicas adecuadas para su uso en la agricultura. En particular, se observó un buen contenido de materia orgánica, una relación C/N equilibrada, y la presencia de nutrientes esenciales para las plantas.

En el ámbito socioeconómico, este proyecto investigativo no solo buscaba mitigar los impactos ambientales negativos derivados de la acumulación de residuos orgánicos, sino también fomentar prácticas agrícolas sostenibles y económicamente viables, promoviendo un modelo de gestión responsable de los recursos naturales, Sin embargo, se requiere la necesidad de fortalecer la capacitación técnica y el monitoreo continuo para garantizar una buena eficiencia y sostenibilidad.

En resumen, este proyecto investigativo ha alcanzado sus objetivos de manera satisfactoria, demostrando el potencial del compostaje giratorio como una alternativa viable y sostenible para la gestión de residuos orgánicos en fincas agrícolas, los resultados de esta investigación no solo benefician a la Finca La Borja, sino que también pueden servir como ejemplo y motivación para otras fincas en la región que deseen implementar prácticas de gestión de residuos más sostenibles y eficientes.



8. RECOMENDACIONES

Es fundamental considerar las condiciones climáticas durante el proceso de compostaje, ya que factores como la temperatura ambiente, la radiación solar y la precipitación pueden influir en la velocidad y calidad de la descomposición. En zonas con lluvias frecuentes, es recomendable cubrir la compostera para evitar un exceso de humedad, ya que un exceso de agua puede generar condiciones anaerobias que ralentizan la descomposición y producen malos olores, mientras que en climas muy secos, se debe vigilar la pérdida de agua ya que una humedad insuficiente puede limitar la actividad microbiana y retrasar la descomposición de la materia orgánica. Para garantizar condiciones óptimas, se recomienda un monitoreo regular y ajustes en la cantidad de agua según sea necesario.

El tamaño de los residuos agregados a la compostera es un factor clave en la eficiencia del proceso. Si los residuos son demasiado grandes, los microorganismos tardarán más en descomponerlos, prolongando el tiempo total del compostaje. Por otro lado, si los residuos son demasiado pequeños, la descomposición puede ser demasiado rápida, sin permitir que se completen adecuadamente todas las fases del proceso. Se recomienda triturar los residuos hasta un tamaño adecuado que permita una degradación equilibrada y eficiente.

La relación carbono/nitrógeno (C/N) es un aspecto fundamental en el compostaje, ya que influye directamente en la actividad microbiana y en la calidad del compost final. Debido a que esta relación puede no ser óptima desde el inicio, se sugiere realizar al menos una prueba de laboratorio a mitad del proceso para evaluar su estado. En caso de que el valor esté fuera del rango adecuado, se pueden implementar medidas correctivas, como la adición de materiales ricos en nitrógeno o carbono, según los resultados obtenidos.

El monitoreo de la temperatura y pH es esencial para garantizar que el compostaje se desarrolle correctamente, porque si estos parámetros no se encuentran dentro de los rangos adecuados, la fase mesofílica no se producirá de manera eficiente, afectando la descomposición de los materiales orgánicos y la generación de un compost de buena calidad. Se recomienda registrar estos datos periódicamente y realizar ajustes cuando sea necesario.

Cuando se incorporan materiales como materia seca vegetal, es importante considerar que su descomposición será más lenta, por ende, para evitar retrasos en la maduración del compost, se recomienda equilibrar la relación C/N añadiendo fuentes de nitrógeno, como restos de cocina, estiércol o material verde fresco. Esto proporcionará los nutrientes necesarios para la actividad microbiana y acelerará la degradación de estos materiales, mejorando la eficiencia del proceso.

Se recomienda el uso de este método de compostaje, debido a que implementar este sistema no solo reduce significativamente la cantidad de residuos sólidos generados, sino que también permite obtener un buen abono en un tiempo menor en comparación con otros métodos de descomposición y, además, su facilidad de aplicación lo convierte en una opción sostenible y accesible para diferentes contextos.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Acuerdo N°003, 0. d. (2021). *por medio del cual se adoptan las líneas de investigación de los programas de pregrado de la facultad de Ingeniería y Tecnológicas sede Valledupar, y se dictan otras disposiciones.* Valledupar: Universidad Popular del Cesar.

ACUERDO No. 003, 2021 (2021).

AgroSpray. (2021). Obtenido de <https://agrospray.com.ar/blog/innovacion-agricola/>

Alvarez, d. I. (2010). *Manual de compostaje para Agricultura Ecológica.*
doi:10.13140/RG.2.2.20182.24647

Álvarez, d. I. (2013). *Manual de compostaje para agricultura ecológica.*

ANACAFÉ. (2023). *CALIDAD DE LOS ABONOS ORGÁNICOS (ANACAFE).* Guatemala:
BOLETÍN TÉCNICO ANALAB.

Arenas, C. Y. (2017). *Implementación de un sistema integral de compostaje para el tratamiento de los residuos orgánicos en el Centro Educativo Rural Josefa Romero, Municipio de Dabeiba.*

ARENAS, C. Y. (2017). *Implementación de un sistema integral de compostaje para el tratamiento de los residuos orgánicos en el Centro Educativo Rural Josefa Romero, Municipio de Dabeiba.* MEDELLIN.

Bohórquez, W. (2019). *El proceso de compostaje . Universidad de La Salle. .* Obtenido de <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1071&context=libros>

Bolea, E. (1994). Obtenido de http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/sistemas/sistemas.htm#:~:text=En%20sentido%20general%20se%20entiende,y%20en%20la%20participaci%C3%B3n%20ciudadana.

Carmona, P. (2017). *ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE COMPOST DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS RESIDENCIALES, A PARTIR DE SU CARACTERIZACIÓN TÉRMICA.* UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE.

doi:<https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/85896f56-f1e4-492b-802a-e018cc34d61e/content>

Cherlinka, V. (2024). *EOSDA*. Obtenido de EOSDA: <https://eos.com/es/blog/fertilidad-del-suelo/#:~:text=La%20disminuci%C3%B3n%20de%20la%20fertilidad,el%20desarrollo%20de%20las%20plantas>.

Cooperband, L. (2002). *The Art and Science of Composting*. University of Wisconsin-Madison. doi:<https://cias.wisc.edu/wp-content/uploads/sites/194/2008/07/artofcompost1.pdf>

Daniel, A., Eduardo, V., Karla, N., Gabriel, A., & Yanet, L. (2023). *Comparación de tres técnicas de compostaje para el manejo de residuos orgánicos*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/379075664_Comparacion_de_tres_tecnicas_de_compostaje_para_el_manejo_de_residuos_organicos

De la Torre Molana et ál. (2019). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRAL DE COMPOSTAJE A BASE DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DE LA UNIVERSIDAD COOPERATIVA DECOLOMBIA CAMPUS CALI*. Cali.

Departamento Nacional de Planeación, D. (2023). *Bases del plan nacional desarrollo 2022-2026*. Bogota.

EOT. (2004). *Ajuste y Acompañamiento a la formulacion del Esquema de ordenmento territorial municipio de Manaure*.

EOT Manaure, C. (2015). *Esquema de Ordenamiento Territorial*.

García, M. d. (2013). *Optimización de la compostera tipo tambor giratorio horizontal del Centro de Investigación y Enseñanza Avícola Zamorano*. doi:<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/df0a3386-db51-49ac-88bb-56843308c714/content>

Garita, S., & Rojas, V. (2015). *Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost*. Universidad Nacional de Costa Rica.

doi:<https://documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/3818/Manual%20Composteras.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Garrido, I. A. (2015). *Ingeniería básica de una planta de compostaje en tuneles*. Dep. Ingeniería Química y Ambiental. doi:<https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/90483/fichero/TFGAidaGarrido.pdf>
- Gipuzkoa. (19 de abril de 2017). *Interpretación de los análisis de compost*. Obtenido de LABORATORIO DE CALIDAD E INNOVACIÓN AGRARIA DE FRAISORO DE GIPUZKOA: <https://www.gipuzkoa.eus/es/web/fraisoro/enmiendas>
- Gómez Nancy, G. N. (2022). *El compostaje como estrategia didáctica en el manejo y aprovechamiento de los residuos orgánicos en la Institución Educativa Camilo Torres del Municipio de Santa Rosalía Vichada*. Bogota .
- Hernández, S. R., Fernandez, C. C., & Baptista, L. M. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico.
- Jaramillo, H., & Zapata, M. L. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. doi:<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/45>
- José, L. ,, Enrique, S. ,, Ignacio, O. C., Manuel, F. H., & Héctor, I. ., (2010). *Agricultura Orgánica, Tercera Parte*. Mexico.
- Laoyan, S. (2024). *asana*. Obtenido de asana: <https://asana.com/es/resources/operational-efficiency>
- Laura P & Miguel M. (2022). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE COMPOSTAJE EN LA HUERTA LA GRANJA FELIZ DEL MUNICIPIO DE MADRID, CUNDINAMARCA*. CUNDINAMARCA.
- Lily R & Alejandro P. (2011). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE COMPOSTAJE UTILIZANDO RESIDUOS SÓLIDOS DOMESTICOS, AGRÍCOLAS Y ANIMALES EN UNA GRANJA*. CARTAGENA DE INDIAS.
- Linares, V. J. (21 de abril de 2023). *Universidad Nacional de San Martín*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad: <https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/5545/1/AGRONOM%c3%8dA-Jim%20Linares%20Vasquez.pdf>

Mizger L & Silva S. (2018). *Estudio Del Manejo De Los Residuos Orgánicos Generados En La Universidad De La Costa (Cuc) A Través Del Compostaje*. Barranquilla.

Mizger, A. L., & Silva, B. S. (2018). *Estudio Del Manejo De Los Residuos Orgánicos Generados En La Universidad De La Costa (Cuc) A Través del Compostaje*. Barranquilla.

Montilla et al. ((2007)). *Eficiencia Agronomica Relativa de tres abonos orgánicos (vermicompost, compost, y gallinaza) en plantas de maíz (Zea mays L)*. Laboratorio de Investigación de Suelos. Departamento de Ciencias Agrarias.

Moyano, H., & Ávila, R. A. (2019). *Propuesta Metodológica para el Dimensionamiento de Plantas de Compostaje en Municipios con Generación de Residuos Orgánicos Aprovechables a Partir de 100 Ton/Día*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Murcia S. (2022). *Alternativas para la realización de compostaje a partir de residuos orgánicos generados en las veredas Marayal y San Miguel*. Bogotá D.C.

Murcia, S. (2022). *Alternativas para la realización de compostaje a partir de residuos orgánicos generados en las veredas Marayal y San Miguel*. Bogotá D.C.

Negro, M., VILLA, F., AIBAR, J., ALARCÓN, R., P.CIRIA, CRISTÓBAL, M., . . . ZARAGOZA, C. (2000). *PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DEL COMPOST*. doi:<https://digital.csic.es/bitstream/10261/16792/1/2000%20Compost%20CIEMAT.pdf>;

Prada L & Martinez M. (2022). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE COMPOSTAJE EN LA HUERTA LA GRANJA FELIZ DEL MUNICIPIO DE MADRID, CUNDINAMARCA*. CUNDINAMARCA.

R López. & J Alvarez. (2003). *Procesos de co-compostaje y aplicación de sus productos en cultivos de vivero y forestales en Andalucía (Resultados del proyecto LIFE 00 ENV/E/000543)*.

Rashwan, M., Fahad, N., Hesham, A.-R. ., Ronnel, B. ., & Mansour, N. . (2020). *Evaluación de madurez y estabilidad de residuos de tomate compostados y estiércol de pollo*

utilizando un biorreactor de tambor rotatorio.

doi:<https://doi.org/10.1080/10962247.2020.1859416>© 2021 A&WMA

Román, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor*. Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Romero, S. M. (2022). *Los residuos agroindustriales, una oportunidad para la economía circular*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/3442/344271354013/>

Saebo, A., & Ferrini, F. (2006). *El compost mejora la calidad del suelo y del agua urbanas*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.01.003>

Tumbaco, K., & Viteri, M. (2023). *ELABORACIÓN DE COMPOSTAJE POR EL MÉTODO DE TAMBOR GIRATORIO, COMO MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN URBANIZACIÓN*. Ecuador.

Tumbaco, P. K., & Viteri, E. Á. (2023). *ELABORACIÓN DE COMPOSTAJE POR EL MÉTODO DE TAMBOR GIRATORIO, COMO MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN URBANIZACIÓN PRIVADA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL*. <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d7279c9c-7542-4bad-a504-4cdafa9bdd22/content>.

Vicente, G. F. (2020). Obtenido de <https://www.360-sv.com/blog/tipos-de-compostaje#:~:text=El%20compostaje%20es%20una%20t%C3%A9cnica,los%20nutrientes%20y%20mantener%20la>

Wilson A & Milton P. (2015). *ELABORACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS A PARTIR DEL COMPOSTAJE DE RESIDUOS AGRÍCOLAS*. MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ.

Zink, P. A. (2022). *DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE COMPOSTAJE DE PILAS ESTÁTICAS AIREADAS CON RECUPERACIÓN DE CALOR*. UNIVERSIDAD DE CHILE, FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS, DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA.

ANEXOS

Anexo 1

Respuesta de CORPOCESAR si pertenece o no a Zona de Reserva o Áreas protegidas.

CODIGO: PCA-04-F-16
VERSIÓN: 6.0
FECHA: 20/05/2024



SGAGA-3000- 440

Valledupar, 21 AGO 2024

Señora
KELY YOHANA HERRERA ZAPATA
Estudiante Ingeniería Ambiental
Universidad Popular del Cesar
kelyyherrera@unicesar.edu.co
herrerakely26@gmail.com

ASUNTO: Respuesta a su comunicación presentada a esta entidad mediante los radicado No 06562 del 11 de junio de 2024, referente a la solicitud de información de certificado de un predio ubicado en la Vega de Jacob. Municipio de Manaure, respecto a considerarse zona de reserva o no.

Cordial saludo:

En atención a su comunicación con el radicado de la referencia, de la Ventanilla Única de Trámites de Correspondencia Externa de CORPOCESAR, en la cual manifiesta "Me comunico con el propósito de requerirles una información, soy estudiante de la universidad popular del cesar en la cual estoy cursando mi 9no semestre, así mismo estoy en la realización de mi anteproyecto, dicho esto para lograr la aprobación del mismo debo obtener una información que no sé si ustedes la tienen o a quién me debo dirigir. Necesito algún certificado de un predio ubicado en la vereda la Vega de Jacob municipio de Manaure, ese certificado me especifique si esa área o vereda se considera zona de reserva o no. Espero que puedan responder prontamente ya que lo que demore en conseguir esta información es lo que demorará para que me aprueben mi anteproyecto".

En ese sentido se procedió a analizar su solicitud, con la cédula catastral suministrada 00-01-0004-0014-000, con código DANE para el municipio de Manaure 20443.

Al realizar la respectiva revisión y análisis cartográfico basado en la Cedula Catastral suministrada por el solicitante se obtuvo en el Geoportal del IGAC (<https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-catastral>) (Ver Imagen 1). Se encontró un polígono ubicado en el municipio de Manaure, Cesar.

Luego de esa revisión y análisis cartográfico se pudo comprobar que de acuerdo a las coordenadas que georreferencias el citado punto NO se traslapa con:

- Áreas Protegidas de categoría pública regional, ni nacional.
- Áreas protegidas privada o sea Reserva Natural de la Sociedad Civil RNSC,
- Zona de Reserva Forestal Protectora declarada por la Ley segunda de 1959.

Tal como se puede observar en la siguiente imagen generada y resultante del ejercicio de revisión cartográfica.



(605)5748960 - Línea de atención 018000915306
Km 2 vía La Paz. Lote 1 U.I.C Casa e' Campo Frente a la Feria Ganadera, Cesar - Colombia

www.corpocesar.gov.co atencionalciudadano@corpocesar.gov.co @corpocesar



Anexo 2.

Matricula inmobiliaria y código catastral del lugar

Notaría de La Paz, registrada en la Oficina de Instrumentos Públicos de la ciudad de Valledupar, bajo el folio de Matricula Inmobiliaria N° 190-5528; Y cédula catastral N° 00-01-0004-0014-000. **Fin de la cláusula.**

Anexo 3.

Resultados de compost por el laboratorio AGROSAVIA

INFORME N° 3 C24 (15003) YERLIS CAROLINA ROJAS RIQUETT 2025-02-17

AGROSAVIA		REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO	
Corporación colombiana de investigación agropecuaria		GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA	
LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA			
1. Información del cliente			
Nombre y Apellido:	Yerlis Carolina Rojas Riquett	# DE SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO
Cédula o NIT	1003392656	3	C25-15003
Dirección:	Br. Villa Jaidith Mz 17 Cs 22 apto 102		
Departamento:	CESAR		
Municipio:	VALLEDUPAR		
Tel. fijo/Celular:	3017842980		
Tipo de análisis:	ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN SEGUN NTC 5167.		
2. Información de la muestra suministrada por el cliente			
Identificación:	SER000423	Yeni Rodríguez Giraldo. [E6968]	
Matriz	ABONO	Coordinador Técnico de Laboratorio	
Materia Prima:	MEZCLA ENTRE RESIDUO ANIMAL Y VEGETAL		
Tiempo de compostaje	3		
Observaciones:	El compost fue finalizado hace 2 meses		
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2025-01-20		
Fecha(s) de análisis (aaaa-mm-dd):	2025-01-27 – 2025-02-17		
Fecha de reporte (aaaa-mm-dd):	2025-02-17		
DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR
Fósforo (P2O5)	%	NTC 5167 modificado- Digestión abierta ácido nítrico- ácido clorhídrico (1.3)/Espectrometría de emisión de plasma inductivamente acoplado ICP	0,36
Cenizas	%	NTC 5167 / Gravimetría	18,08
Nitrógeno (N)	%	NTC 5167 Digestión y destilación por Kjeldahl / Volumetría	0,78
Contenido de Humedad	%	NTC 5167 / Gravimetría	64,50
Pérdidas por volatilización	%	NTC 5167 / Gravimetría	17,42
Carbono Orgánico Oxidable (CO)	%	NTC 5403 modificada/Espectrofotometría	8,76
Capacidad de Retención de agua (% de saturación)	%	NTC 5167 / Gravimetría	57,80
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	cmol(+) / Kg	NTC 5167 modificado Acetato de amonio 1N pH 7/Volumetría	18,84
Densidad	g/100 cm ³	NTC 5167 / Gravimetría	0,61
pH	Unidades de pH	NTC 5167 modificado - Lectura directa en extracto pasta saturada/Potenciometría	7,84
Conductividad Eléctrica (C.E.)	dS/m	NTC 5167 modificado - Lectura directa en extracto pasta saturada / Conductimetría	4,6657
Potasio (K2O)	%	NTC 5167 modificado - Digestión abierta ácido nítrico- ácido clorhídrico (1.3)/Espectrometría de emisión de plasma inductivamente acoplado ICP	1,37
Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)		Cálculo matemático a partir del valor de carbono orgánico y nitrógeno total	11,21
OBSERVACIONES: Ninguna			
<p><small>Los resultados son válidos únicamente para la muestra en referencia Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma. Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA La información de la(s) muestra(s) entregada(s) al laboratorio fue(ron) suministrada(s) por el cliente, por tanto, el usuario del servicio es responsable de los datos reportados en relación con cada una de las muestras. Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio. El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.</small></p>			
<p>CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3 CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATA KILOMETRO 14 VIA MOSQUERA – BOGOTÁ, MOSQUERA, CUNDINAMARCA, COLOMBIA. TELÉFONOS: 4227300 EXT: 1414 E-MAIL: yrodriguez@agrosavia.co</p>			
		CÓDIGO: GA-F-97	
		VERSIÓN: 8	
		FECHA DE VIGENCIA: 2024-04-05	

FIN DEL INFORME

Anexo 4

Agregado de residuos Orgánicos



Anexo 5

Residuos Orgánicos en proceso de compostaje































Anexo 6

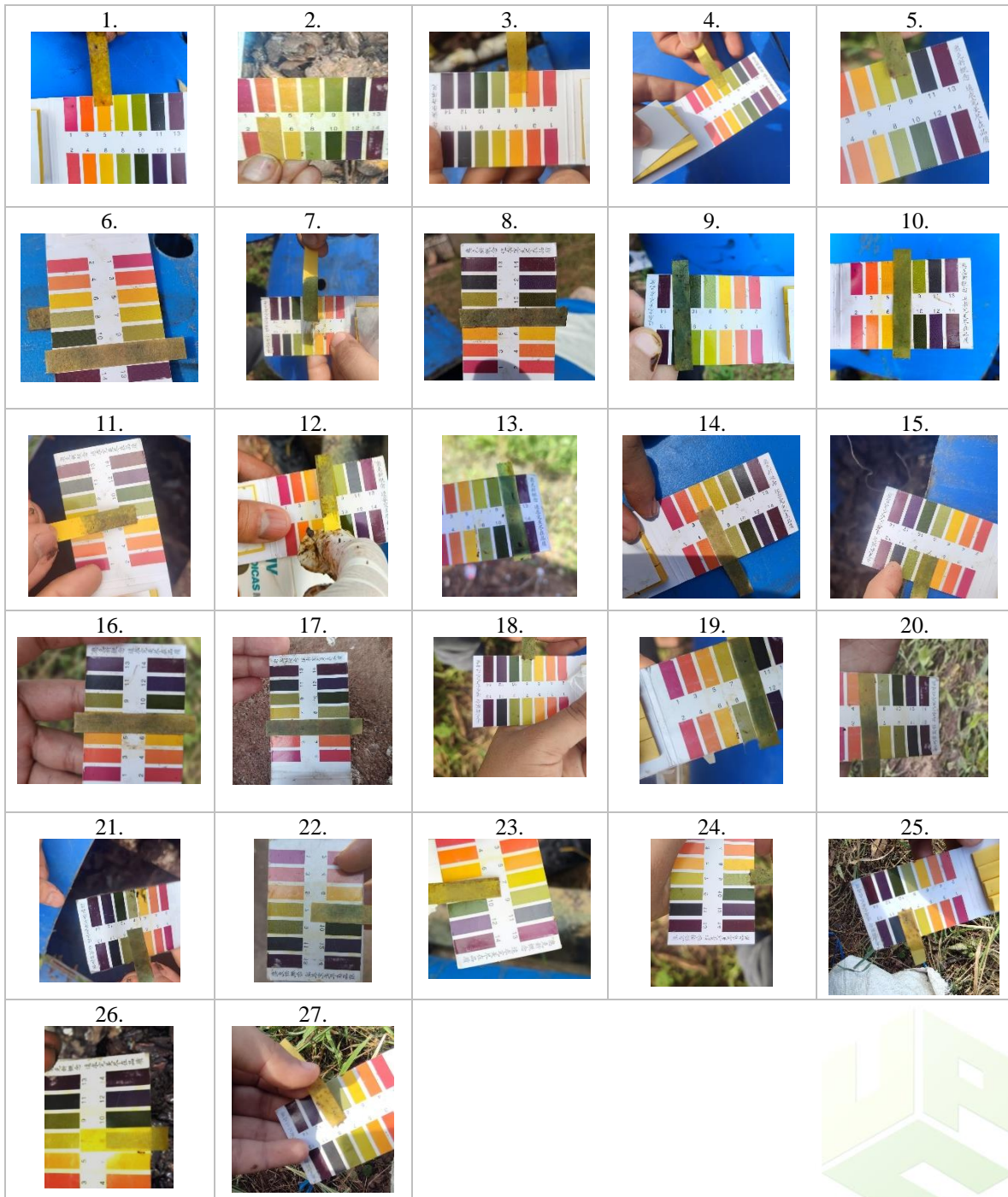
Finca la Borja, La Vega de Jacod, Manaure – Cesar.



Anexo 7

Medición de parámetros pH y Temperatura

1. 	2. 	3. 	4. 	5. 
6. 	7. 	8. 	9. 	10. 
11. 	12. 	13. 	14. 	15. 
16. 	17. 	18. 	19. 	20. 
21. 	22. 	23. 	24. 	25. 
26. 	27. 			





**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

